

Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь
Белорусский научно-исследовательский институт транспорта
«Транстехника»

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

Материалы
IX Международной научно-практической конференции
(Минск, 12–14 октября 2024 года)

Минск
БелНИИТ «Транстехника»
2024

УДК 656.1
ББК 39
П27

Редакционная коллегия:

кандидат технических наук *Д.Б. Ермашкевич*
кандидат технических наук, доцент *В.С. Миленький*
кандидат технических наук *С.В. Ляхов*

Рецензенты:

доктор технических наук *А.А. Ерофеев*
доктор технических наук, профессор *А.О. Лобашев*

Перспективы развития транспортного комплекса [Электронный ресурс] : сборник статей / Белорус. науч.-исслед. ин-т трансп. «Транстехника» ; редкол.: В.С. Миленький [и др.] ; рец.: А.А. Ерофеев, А.О. Лобашев. – Минск : БелНИИТ «Транстехника», 2024. – Режим доступа: <https://www.transtekhnika.by/nauchnye-razrabotki/nauchnye-publikatsii/> – Загл. с экрана.

ISBN 978-985-7319-22-0

Издание сборника статей приурочено к проведению IX Международной научно-практической конференции Перспективы развития транспортного комплекса (12–14 октября 2024 года), организованной Республиканским унитарным предприятием «Белорусский научно-исследовательский институт транспорта «Транстехника»».

Значительное внимание уделено перспективным направлениям развития транспортных средств и транспортной деятельности; интеллектуальным и информационным транспортным системам; совершенствованию процессов управления перевозочным процессом; повышению эффективности, качества и безопасности перевозок; развитию транспортной и логистической инфраструктуры; технической эксплуатации транспортных средств; кадровому и научному обеспечению транспортной и логистической деятельности. Издание предназначено для ученых, аспирантов, магистрантов, научных и педагогических работников, специалистов-практиков транспортной отрасли, а также для всех интересующихся вопросами транспорта.

УДК 656.1
ББК 39

ISBN 978-985-7319-22-0

© БелНИИТ «Транстехника», 2024

ПРЕДИСЛОВИЕ

Транспортный комплекс Беларуси обеспечивает социальные и производственные потребности экономики и населения республики несмотря на современные вызовы, кардинально изменившие геополитику на пространстве Евразии. Транспорт, реализуя свой потенциал во внешнеэкономической деятельности страны, по-прежнему вносит значительный вклад в экспорт услуг. В Беларуси разработаны и реализуются стратегические документы, направленные на устойчивое развитие транспортной и логистической деятельности в республике: Стратегия инновационного развития транспортного комплекса до 2030 года, Концепция развития транспортной отрасли до 2030 года и Концепция развития логистической системы Республики Беларусь на период до 2030 года. Разработаны предложения по устойчивому развитию транспортного комплекса на период до 2040 года. Предусматривается, что дальнейшее развитие транспортного комплекса будет обеспечено за счет цифровой трансформации, внедрения искусственного интеллекта и других инноваций.

Республика Беларусь является активным участником ряда экономических и политических сообществ государств, в которых создана и функционирует транспортная инфраструктура для осуществления перевозки грузов и пассажиров. В последние годы в мире происходят политические изменения, которые разрушили устоявшиеся десятилетиями транспортно-логистические потоки. В результате геополитического форс-мажора маршруты перевозок грузов кардинально изменились преимущественно в направлении востока и юга. Для Беларуси основными потребителями экспортной продукции стали Россия и Китай. Это создало предпосылки для усиления маркетинговой деятельности и вступления в сообщества со странами, имеющими большой потребительский спрос на производимую продукцию. В июле 2024 года Беларусь стала членом Шанхайской организации сотрудничества. Вступление в полноправные члены этой организации позволит сделать реальный шаг к стимулированию торгово-экономического сотрудничества посредством промышленной и технологической кооперации, цифровой трансформации, искусственного интеллекта, зеленой экономики и другим направлениям деятельности. Для наращивания перевозок грузов по новым направлениям Республика Беларусь присоединилась к Меморандуму о взаимопонимании по формированию и развитию международного транспортного коридора «Беларусь – Россия – Казахстан – Узбекистан – Афганистан – Пакистан».

Республика Беларусь заинтересована в дальнейшем развитии общего транспортного пространства в рамках стран – участниц ЕАЭС и ШОС и рассматривает эти сообщества как важные международные площадки, которые позволят обеспечить стабильное экономическое развитие в Евразийском регионе. Благодаря тесному сотрудничеству со странами – партнерами, и в первую очередь с Российской Федерацией, сформирован новый транспортно-логистический каркас перевозок белорусских экспортных грузов. Для его создания проведена большая и кропотливая работа по формированию необходимой нормативной правовой базы.

Целенаправленная систематическая работа по совершенствованию нормативной правовой и нормативно-технической базы в области дорожной деятельности и совершенствованию сети республиканских автомобильных дорог общего пользования, позволила добиться уровня ее плотности, превышающего показатели по странам, расположенным на Евразийском пространстве. Работа в этом направлении будет продолжена несмотря на то, что большинство автомагистралей республики приведены в соответствие с европейскими требованиями как по содержанию, так и по наличию придорожного сервиса.

Одним из важных направлений, способствующих совершенствованию деятельности на транспорте, является расширение роли прикладной науки. Результаты исследований должны в полной мере охватывать все аспекты деятельности в области транспорта, логистики и их инфраструктуры. С этой целью Белорусский научно-исследовательский институт транспорта «Транстехника» ежегодно проводит Международную заочную научно-практическую конференцию по теме «Перспективы развития транспортного комплекса» и публикует сборник научных статей, которые сгруппированы по следующим направлениям:

- перспективные направления развития транспортной и логистической деятельности;
- интеллектуальные и информационные транспортные системы;
- повышение эффективности, качества и безопасности перевозок;
- развитие транспортной и логистической инфраструктуры;
- техническая эксплуатация транспортных средств;
- кадровое и научное обеспечение транспортной и логистической деятельности.

Информация, представленная в сборнике научных статей, будет полезна для научных работников, студентов и представителей государственных органов.

Редакционный совет Белорусского научно-исследовательского института транспорта «Транстехника» выражает искреннюю благодарность всем участникам IX Международной заочной научно-

практической конференции и авторам научных статей. Надеемся, что сформулированные авторами предложения будут внедрены в практической деятельности транспортного комплекса Беларуси и позволят в полной мере обеспечить его инновационное развитие.

Раздел 1. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ И ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

УДК 351.814.33

*Бойко Наталия Семеновна, кандидат юридических наук,
доктор исторических наук, профессор кафедры ЛЭиБП
Сучков Александр Владимирович, старший преподаватель кафедры ЛЭиБП
Чудинова Елизавета Дмитриевна, курсант гр. Д-21-1
Ульяновский институт гражданской авиации ФГБОУ ВО
имени Главного Маршала авиации Б. П. Бугаева (Россия, Ульяновск),
e-mail: nboyko2005@mail.ru*

ОСОБЕННОСТЬ ЕДИНОЙ КОНЦЕПЦИИ ГИБКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА И УСЛОВНЫЕ МАРШРУТЫ

Аннотация: В статье предпринята попытка рассмотреть повышение эффективности использования воздушного пространства посредством внедрения условных маршрутов, так как использование условных маршрутов на современном этапе дает значительные предпочтения, особенно пилотам и эксплуатантам, а как общий итог и пассажирам. Содействие использованию воздушного пространства, которое в ином случае было бы сегрегировано (т. е. воздушное пространство специального использования), наряду с гибкой маршрутизацией с учетом конкретных моделей воздушного движения. Это открывает более широкие возможности для маршрутизации, снижения потенциальной загруженности магистральных маршрутов и точек пересечения, что в результате ведет к сокращению длины полета и расхода топлива.

Ключевые слова: гражданская авиация; воздушное пространство; условные маршруты; пилот; эксплуатант; пассажиры; время полета.

На современном этапе функции спутниковой навигации и бортового оборудования позволяют перейти от выполнения полетов с использованием традиционных методов навигации, когда полет планировался и выполнялся с контролем по наземным средствам навигации, которые устанавливались в местах расположения аэродромов, где их обслуживал наземный персонал, к спутниковым системам навигации и контроля выдерживания маршрутов.

В связи с чем, воздушные суда могут выполнять полеты по любой желаемой траектории, где не установлены запреты. Данное позволит перейти на применение зональной навигации, когда полет выполняется между аэродромом вылета и аэродромом посадки по ортодромии, то есть по самому кратчайшему маршруту [1].

Дальнейшим направлением в оптимизации выполнения полетов и повышения их экономической эффективности стало внедрение условных маршрутов, которые могли использоваться при определенных условиях. Внедрение условных маршрутов позволяет пилотам гибко корректировать траектории своих полетов в режиме реального времени, чтобы избежать неблагоприятные погодные условия, заторы и другие неожиданные ситуации, тем самым повышать безопасность полетов [2].

Постоянно происходит внедрение новых технологий в процесс выполнения полетов, так и в их обслуживание со стороны органов ОВД.

Одной из таких инноваций является использование условных маршрутов.

Условные маршруты в авиации внедрены во многих странах, включая США, Германию, Канаду, Австралию и др. Также они используются в России и регламентируются Постановлением Правительства РФ от 11.03.2010 № 138 (ред. от 21.06.2023) «Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации» [3].

Условный маршрут (CDR) - непостоянный маршрут ОВД или его часть, которые могут быть спланированы и использованы при определенных условиях. Свойства CDR, включая их категории, обозначение маршрута и доступность для планирования полета, публикуются в национальном AIP. Ответственность за принятие решения о том, требуется ли уведомление AIS (например, NOTAM) в качестве дополнительной публикации, остается за государством [2].

Условные маршруты дополняют сеть постоянных маршрутов ОВД и подразделяются на 3 категории (рис. 1):

CDR1 – постоянно планируемый условный маршрут. Доступен для планирования полетов во время, указанное в соответствующем издании аэронавигационной информации (AIP).

CDR2 – не постоянно планируемый условный маршрут. Эти маршруты могут быть доступны для планирования полета. Рейсы могут быть запланированы только на CDR2 в соответствии с условиями, ежедневно публикуемыми в сообщении об условной доступности маршрута.

CDR3 – маршруты недоступны для планирования полета. Полеты по этим маршрутам не должны планироваться, но подразделения УВД могут выдавать тактические разрешения на таких участках маршрута.

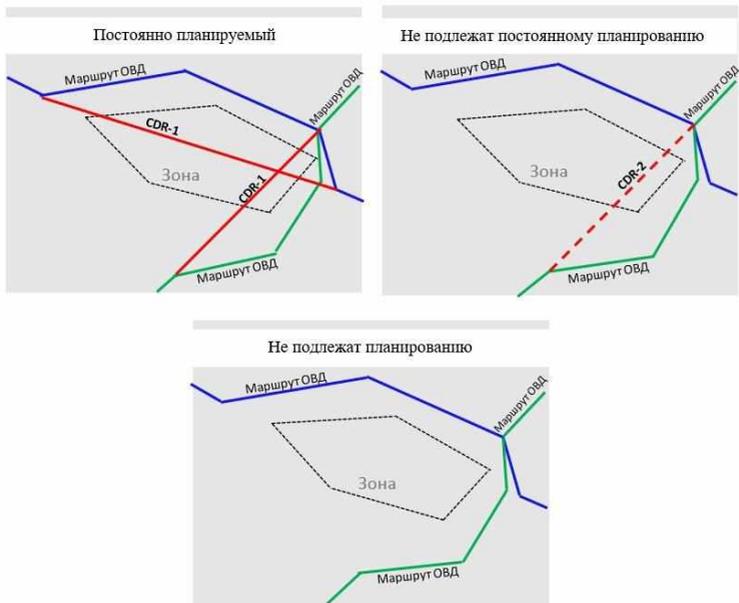


Рис. 1. Категории условных маршрутов

Условные маршруты являются элементами единой концепции гибкого использования воздушного пространства (FUA – Flexible use of airspace) [4].

FUA – концепция управления воздушным пространством, основанная на идее его всестороннего использования. Предназначена для удовлетворения потребностей всех пользователей. Вместо того чтобы ограничивать его использование и выделять определенные зоны для гражданского или военного использования, FUA предлагает взглянуть на воздушное пространство, как на непрерывное пространство, объединяющее все виды потребностей.

Одной из основных идей концепции является избегание жесткого разделения воздушного пространства на опасные, ограниченные или запретные зоны, которые могут приводить к неэффективному использованию ресурсов. Вместо этого FUA продвигает идею единого континуума, в котором все требования пользователей принимаются во внимание и удовлетворяются в максимально возможной степени.

Пример информации об условных маршрутах (рис. 2) [5].

FLEXIBLE USE OF AIRSPACE CONDITIONAL ROUTES - EUROPE

GERMANY

AWY	AWY SEGMENT	CDR CAT	CDR FL BLOCK	VALIDITY PERIOD	ALTERNATE ROUTING & REMARKS
G5	DLE - AGATI	1	160 and below	FRI 1700 (1600) - MON 0500 (0400)	
		2	160 and below	Other times	To avoid ED(R)-31 and/or ED(R)-32 A/B alternate route: a. via NIE-N850/T901 b. via DLE-Z113
G21	SBN - MAKOT	1	100 - 240	FRI 1700 (1600) - MON 0700 (0600); MON - THU 2300 (2200) - 0000 (2300); TUE - FRI 0000 (2300) - 0600 (0500) & HOL	
L604	RUDNO - MOOCE	1	100 - 245	H24	Rerouting by ATC if ED(R)-TRA210 A is active
L610	MAMOR - UPALA	1	75 - 155	H24	Rerouting by ATC if ED(R)-144 and/or ED(R)-TRA 120 B is/are active
L619	VIBIS - RADEL	1	100 - 240	H24	To avoid Mil Exercise Areas radar vectoring on ATC instructions
L620	SULED - BESIP	1	100 - 240	FRI 1100 (1000) - MON 0700 (0600); Every night 2300 (2200) - 0600 (0500)	
		2	100 - 240	Other times	Z21
M44	ARGAD - SALLO	1	220 - 240	H24	
M150	PITES - KRH	1		FRI 1700 (1600) - MON 0700 (0600); Every night 2300 (2200) - 0600 (0500)	
M602	USEDU - BANKU	1	220 - 240	H24	
M725	BANKU - MASOR	1	220 - 240	H24	
	MASOR - RODEP	1	100 - 240	H24	To avoid Mil Exercise Areas radar vectoring on ATC instructions
M726	NOBRI - SULIV	1	80 - 240	H24	
M736	SALLO - PEROM	1	220 - 240	H24	
	PEROM - INDOK	1	80 - 240	H24	To avoid Mil Exercise Areas radar vectoring on ATC instructions
M864	UNGAV - NONSA	1	70 and above	H24	To avoid ED(D)-47 radar vectoring on ATC instructions (via BAKLI)
	NONSA - PEROM	1	220 - 240	H24	
	PEROM - PABMI	1	80 - 240	H24	To avoid Mil Exercise Areas radar vectoring on ATC instructions

Рис. 2. Пример информации об условных маршрутах из сборника Jeppesen (источник: <https://studfile.net/preview/14536802/page:16/>)

Условные маршруты могут быть особенно выгодны для полетов, выполняемых в районах с ограниченной пропускной способностью

воздушного пространства, таких как оживленные аэропорты или перегруженные воздушные пространства. Позволяя пилотам отклоняться от запланированных маршрутов, эти маршруты могут помочь распределить воздушное движение и уменьшить заторы, тем самым повышая безопасность и эффективность. В случае, если условные маршруты не внедрены – это может неблагоприятно сказаться для авиации. Так как может увеличиться время полета: пилотам придется следовать по более длинным маршрутам или же совершать дополнительные повороты, что скажется на расходе топлива. Кроме того, ухудшится эффективность: отсутствие гибких маршрутов может привести к более сложной и неэффективной организации воздушного движения, что может вызвать задержки и конфликты между воздушными судами. Использование условных маршрутов поддерживается передовыми навигационными и коммуникационными технологиями. Системы GPS и данные о погоде в режиме реального времени позволяют пилотам и авиадиспетчерам быстро определять подходящие условные маршруты и сообщать о необходимых изменениях в планах полетов [6].

В заключении можно отметить, что использование условных маршрутов на современном этапе дает значительные преференции, особенно пилотам и эксплуатантам, а как общий итог и пассажирам. Так как такие маршруты дают экономию топлива и всех ресурсов планера и двигателей, а также способствуют уменьшению выбросов вредных веществ в атмосферу и уменьшения времени полета. Главное при этом – своевременное получение от соответствующих структур, которые должны по соответствующим критериям определять доступность каждого из трех видов условных маршрутов, информации, и посредством органов ОВД доводить эту информацию до пользователей воздушного пространства, готовящихся к полету или находящихся в воздухе. То есть, чем раньше эксплуатант или пилот получат информацию о возможности использовать условный маршрут, тем экономичнее и безопаснее будет выполнен конкретный полет!

1. Печенежский В.К., Чувиковская Е.К. Особенности организации планирования использования воздушного пространства в Российской Федерации на примере Московской воздушной зоны. Московский государственный технический университет гражданской авиации, г. Москва, Россия. Научный Вестник МГТУ ГА. Т. 26. № 6.2023. С. 47-56.

2. Жильцов И.Е., Митрофанов А.К., Рудельсон Л.Е. Оценка пропускной способности в задаче совместного планирования потоков воздушных судов // Научный Вестник МГТУ ГА. 2018. Т. 21. № 2. С. 83-95.

3. Постановление Правительства Российской Федерации от 11 марта 2010 г. № 138. Москва. «Об утверждении Федеральных правил использования

воздушного пространства Российской Федерации». https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_98957/7a0c0a11b2992ecfdccb9b0495bf1bf88176b0ba/. – Дата обращения: 10.09.2024.

4. ICAO Doc 9284 Manual on Civil-Military Cooperation in Air Traffic Management // [Электронный ресурс]. – 2020. URL: https://www.icao.int/WACAF/Documents/Meetings/2021/Civ-mil/10088_unedited_en_Manual%20on%20Civil-Military%20Cooperation%20in%20Air%20Traffic%20Management.pdf. – Дата обращения: 10.09.2024.

5. Flexible use of airspace // [Электронный ресурс]. – URL: <https://skybrary.aero/articles/flexible-use-airspace>. – Дата обращения: 01.09.2024.

6. Аэронавигация в международных полетах // [Электронный ресурс]. – 2014. URL: <https://studfile.net/preview/14536802/page:16/>. – Дата обращения: 10.09.2024.

Boyko Natalia, *Candidate of Legal Sciences, Doctor of Historical Sciences, Professor of the Department of Economics and Safety*
Chudinova Elizaveta, *cadet gr. D-21-1*
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education named after Chief Marshal of Aviation B.P. Bugaev (Russia, Ulyanovsk), e-mail: nboyko205@mail.ru

FEATURE OF A UNIFIED CONCEPT FOR FLEXIBLE USE OF AIR SPACE AND CONDITIONAL ROUTES

Annotation: The article makes an attempt to consider increasing the efficiency of using airspace through the introduction of conditional routes, since the use of conditional routes at the present stage gives significant preferences, especially to pilots and operators, and as a general result to passengers. Promoting the use of airspace that would otherwise be segregated (i.e., special use airspace), along with flexible routing to accommodate specific air traffic patterns. This opens up greater routing options, reducing potential congestion on main routes and crossing points, resulting in reduced flight length and fuel consumption.

Keywords: civil aviation; airspace; conventional routes; pilot; operator; passengers; flight time.

*Аземша Сергей Александрович,
Белорусский государственный университет
транспорта (Беларусь, Гомель),
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: s-azemsha@yandex.ru, 246022, Гомель, ул. Кирова, 34*

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ ДОРОЖНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА ДИНАМИЧЕСКОЙ ВМЕСТИМОСТИ

Аннотация: Пассажирский транспорт регулярного сообщения играет важную роль в жизни городов. Содержание этого вида транспорта ложится на бюджет государства и является предметом периодических решений, направленных на снижение бюджетной нагрузки. В данной работе приведен обзор публикаций, показывающих влияние пассажирских транспортных средств динамической вместимости на эффективность работы транспорта регулярного сообщения, а также перспективы его производства в Республике Беларусь.

Ключевые слова: пассажирский транспорт регулярного сообщения; модульные пассажирские транспортные средства; пассажиронапряженность; эффективность; пассажир.

История становления

Первый автобус с прицепом был разработан в 1920-х годах в Амстердаме¹. В последующем прицепные пассажирские транспортные средства эксплуатировались в Индии², Лозане³, Австралии, Мексике, США⁴.

На территории бывшего СССР в 1966 году была предложена система сцепки, которая позволяла расцеплять троллейбусные поезда за 3–5 минут. Показано, что фактический экономический эффект от внедрения таких троллейбусных поездов составил 2,1–4,9 тыс. руб. на один поезд в год [1, с. 29]. Также показано, что для одного маршрута снижение себестоимости достигает 13974 рубля за месяц (на 25 %) [2, таблица 4]. Кроме того установлено [1–3], что такие троллейбусные поезда:

¹https://web.archive.org/web/20080302231425/http://homepages.cwi.nl/~dik/english/public_transport/odds_and_ends/bus.html.

²<https://web.archive.org/web/20180227210958/http://www.natgeotraveller.in/vintage-photos-time-travelling-with-mumbais-iconic-best-buses/>.

³ <https://www.urban-transport-magazine.com/en/the-end-of-trolleybus-trailer-operation/>.

⁴ https://en.wikipedia.org/wiki/Trailer_bus.

- имеют более высокие тормозные и динамические характеристики, а также вместимость по сравнению с шарнирно сочленёнными;

- безопаснее в 2,6 раза [1, с. 30];

- позволяют повысить среднесуточную продолжительность смены водителя и сократить их необходимое число.

Троллейбусные поезда эксплуатировались во многих городах бывшего СССР. Последний поезд был списан в 2013 году в Краснодаре⁵.

Текущее состояние

В настоящее время дорожный пассажирский транспорт динамической вместимости (ДПТДВ) представлен двумя концептуально разными видами транспортных средств:

- прицепные пассажирские транспортные средства, известные в литературе под названиями *taxi-Train*, *BusTrain*, *trailer bus*, *Buszug*, *Busanhänger*, *Anhänger Bus*, *passenger bus trailer*;

- модульные пассажирские транспортные средства, известные в литературе под названиями *modular autonomous buses (MAB)*; *modular autonomous vehicles (MAV)*; *Modular bus units (MBU)*; *Dynamic Autonomous Road Transit (DART)*; *modular, adaptive, and autonomous transit system (MAATS)*.

Прицепные пассажирские транспортные средства

Автобусы с прицепом под различными названиями эксплуатируются в Германии (в Мюнхене (рис. 1) в 2017 г закуплено 10 пар автобусов с полуприцепами общей стоимостью 4.9 млн евро⁶, а также в Оснабрюке, Зигене, Констанце, Ройтлингене⁷, Ханау, Грёбенцелле, Цусмарсхаузене, Графенберге, Эрлензе, Альтенштадте⁸ и многих других городах Германии⁹), Граце (Австрия)¹⁰, Нидерландах¹¹. Автобусные прицепы производят: HESS (Швейцария)¹², Sono motors (Германия)¹³, MAN Truck & Bus GmbH¹⁴, Göppel Bus GmbH¹⁵.

⁵<http://www.kubtransport.info/articles/trains.html>.

⁶ <https://www.busplaner.de/de/news/busanhaenger-und-buszuege-wie-gepaeckanhaenger-personenanhaenger-und-sonstige-anhaenger-linienerkehr-oeffentlicher-personennahverkehr-oepnv-oepnv-unternehmen-oepnv-zehn-neue-buszuege-fuer-muenchen-8384.html>.

⁷ <https://www.matthias-gastel.de/kapazitaet-im-oev-mit-busanhaengern-erhoehen/>.

⁸http://www.stadtbus.de/2012/einsatz_anhaenger.htm/.

⁹ <https://www.tramreport.de/tag/buszug/>.

¹⁰ <https://www.tramreport.de/2018/10/18/buszug-testeinsatz-in-graz/>.

¹¹ <https://www.nexotrans.com/noticia/76063/nexobus/un-autobus-con-remolque-de-la-compania-hess-bus-esta-a-prueba-en-la-parte-oriental-de-los-paises-bajos.html>.

¹² https://www.hess-ch/fileadmin/user_upload/Hess/Bus/BusZug/Flyer/HESS_Broschuere_Buszug

¹³ <https://newatlas.com/automotive/sono-motors-mvg-solar-bus-trailer-munich/>

¹⁴ <https://newatlas.com/automotive/sono-motors-mvg-solar-bus-trailer-munich/>.

¹⁵ <https://www.tramreport.de/2014/10/21/presentation-der-neuen-man-buszuege/>.

¹⁵ <https://www.gruzovikpress.ru/article/17405-avtobusny-poezd-goeppele-go4city-glavnoe-hvost/>.



Рис. 1. Автобусы с прицепом в Мюнхене

Модульные пассажирские транспортные средства

Согласно [4], модульные пассажирские транспортные средства являются на текущий момент наиболее современным этапом становления пассажирского транспорта.

Передовик в разработке модульного пассажирского транспорта считается компания NEXТ, Дубай¹⁶. Вместимость их модуля 15 пассажиров (5 сидячих мест и 10 стоячих), управление водителем. Стоимость покупки одного модуля от 1950 Евро в месяц. Оплата в течении 60 месяцев, т. е. стоимость одного модуля вместимостью 15 пассажиров от 117 000 евро. Длина одного модуля 3,28 м.

Возможность использования модульных пассажирских транспортных средств при городских перевозках рассматривалась и в Сингапуре в рамках изучения и оценки динамического автономного дорожного транспорта (Dynamic Autonomous Road Transit (DART))¹⁷.

Возможные варианты технологии организации работы таких модулей достаточно широко освещена в научной литературе. Так, например, в работе [5] такая технология проиллюстрирована рисунком (рис. 2).

¹⁶ <https://www.next-future-mobility.com/copy-of-home-1>.

¹⁷ <https://www.tum-create.edu.sg/content/towards-ultimate-public-transport-system-0>.

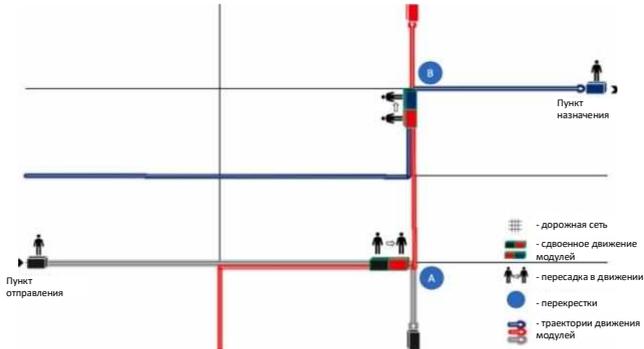


Рис. 2. Иллюстративный пример поездки пассажира в предлагаемой модульной автобусной системе [5, с. 82]

Предполагается, что пассажиры заказывают поездку через мобильное приложение и указывают пункты отправления и назначения. Затем система генерирует оптимальный маршрут для каждого пассажира и назначает модуль для работы на маршруте. В зоне пересадки пассажиры могут пересаживаться между модулями, чтобы достичь своего пункта назначения (рис. 3). Это позволяет сократить время поездки и увеличить эффективность использования модулей. Приведенный авторами пример расчета на произвольных исходных данных показал, что при предлагаемой системе MAATS среднее время на поездку сокращается на 18 %.

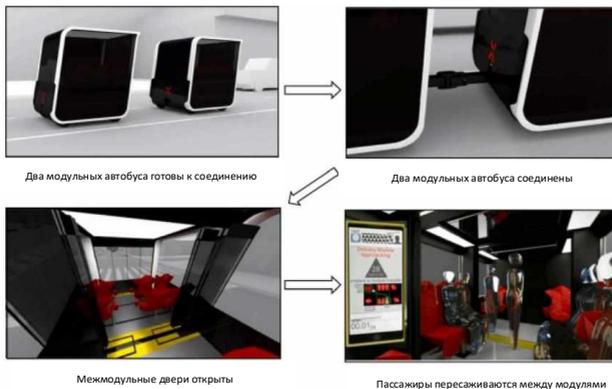


Рис. 3. Иллюстративный пример поездки пассажира в предлагаемой модульной автобусной системе [5, с. 85]

В работе [6] рассматривается 4 вида услуг:

1. Обычный автобусный сервис (S1).
2. Автономный автобусный сервис (S2) – автобусы движутся самостоятельно, без водителя.

3. Сервис с оборачиваемыми модульными автобусами (S3) – представляет собой концепцию, направленную на минимизацию времени в пути пассажиров до уровня, сравнимого с услугой «от двери до двери», путем устранения промежуточных остановок, которые есть в обычном автобусном сервисе (рис. 4).

4. Сервис с модульными автобусами, основанными на «материнском» автобусе (S4) – модули прицепляются и отцепляются только с задней части материнского автобуса. Эта операция означает, что, в отличие от сервиса S3, в данном случае будут использоваться транспортные средства, которые физически проезжают всю линию сразу, без остановок на промежуточных остановках (материнский автобус). Такие материнские автобусы представляют собой обычные автономные автобусы, как в модели S2.

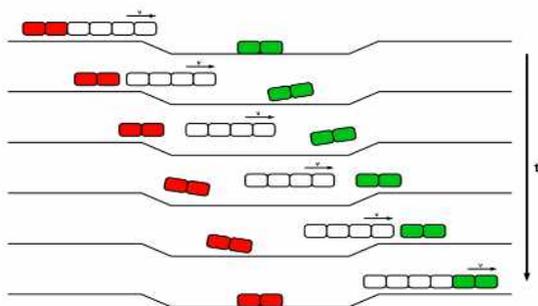


Рис. 4. Изображение сервиса S3 [6, с. 33]

Моделирование работы пассажирского транспорта при каждом из четырех рассмотренных вариантов сервисов показало эффективность сервисов S2–S4, а также позволило авторам выделить сферы целесообразности применения этих сервисов.

Однако следует понимать, что в расчетах авторы использовали переменные, величины которых будут существенно отличаться для условий Республики Беларусь. Например, стоимость 1 пассажиро-часа – 12,5 евро [6, таблица 2], заработная плата водителя с учетом налогов 37,72 евро/час [6, таблица 3].

Варианты применения модульного пассажирского транспорта и расчет эффекта от их применения содержатся и во многих других научных статьях [7–18]. Их анализ показывает следующие основные преимущества модульных пассажирских транспортных средств:

1. Повышение скорости доставки пассажиров (например, снижение на 14 % среднего времени на поездку [5], почти на 60 % снижение эксплуатационных расходов [14]).

2. Снижение стоимости перевозки (например, экономия 3,89 долл./час на маршрут [9], снижение эксплуатационных расходов на 100 % [16]).

3. Уменьшение негативного воздействия на окружающую среду (например, более чем в два раза снижение затрат на потребление топлива [10]).

4. Снижение загрузки дорог.

Перспективы использования в Республике Беларусь

Большая работа по обоснованию необходимости использования ДПТДВ проделана и в Республике Беларусь [19–24]. Предлагаемый в этих работах тип транспорта является системой, в которой информационные процессы (сбор информации, обработка информации, принятие решений) выполняются постоянно и составляют основу информационной транспортной системы. Единичным транспортным средством системы является автономный электрокар, названный инфобусом и передвигающийся по обособленному железнодорожному пути. При этом инфобусы собираются в кассеты, состоящие из различного числа единиц. Соединение виртуальное, как в автопоездах. Минимальное безопасное расстояние между инфобусами в кассете обеспечивает электроника. Для более эффективной организации работы этой транспортной системы пассажир, заходя на остановку, проходит через терминал, на котором оплачивает за проезд и указывает остановку назначения. При накоплении достаточного количества заявок инфобусы выезжают на маршрут и выполняют перевозку между остановочными пунктами маршрута в соответствии с поступившими заявками. Для уменьшения помех со стороны других транспортных средств, предлагается выделить специальные полосы движения, как это делается для общественного транспорта типа автобуса или троллейбуса, а пересечения дорог проезжать в разных уровнях.

В работах [25–27] также предложена система модульного пассажирского транспорта, которая не требует существенных вложений в инфраструктуру и изменений в транспортном поведении пассажиров. Моделирование применения такой технологии организации пассажирских перевозок на 1747 езках, выполненных на 81 городском маршруте г. Гомеля и г. Могилева, показало повышение окупаемости

работы пассажирского транспорта с 69,7 % до 81 % [26]. Моделирование применения такой системы с учетом зависимости пассажиропотоков от календарных и погодных факторов показало повышение окупаемости работы на 39 % (с 79,8 % до 110,6 %), снижение себестоимости на 41 % (с 7,74 у. е. до 4,59 у. е.), годовую экономию порядка 2,38 млн у. е. в год для г. Гомеля [27]. Для обеспечения «подстройки» вместимости модульных пассажирских транспортных средств под реальную пассажиронапряженность на каждом рейсе каждого маршрута предложена интеллектуальная система управления пассажирским транспортом регулярного сообщения [28, рис. 7].

В настоящее время модульные автотранспортные средства для перевозки пассажиров в Республике Беларусь отмечены как перспективные технологии, товары и услуги [29, стр. 43]. В тоже время следует отметить, что основной проблемой, препятствующей развитию ДПТДВ в Беларуси, является отсутствие производства модульных пассажирских транспортных средств на территории Республики Беларусь. Это обусловлено в первую очередь законодательным запретом на перевозку пассажиров в прицепах [30, п. 181.2]. Как показывает вышеприведенный анализ публикаций, наличие подобных запретов является необоснованной мерой, которую надо пересмотреть. Принятие соответствующих решений по производству ДПТДВ на территории Республики Беларусь позволит существенно снизить затраты бюджета на субсидирование работы пассажирского транспорта регулярного сообщения, а также завоевать производителям пассажирских транспортных средств перспективные ниши на экспортных рынках.

Заключение

В данной статье рассмотрена актуальная задача применения ДПТДВ в практической работе пассажирского городского транспорта регулярного сообщения. Показано, что практика применения ДПТДВ имеет столетнюю историю, в том числе, на просторах бывшего СССР, и высокую популярность в развитых странах в настоящее время. Проанализированы основные научные публикации по данной тематике, имеющиеся в открытом доступе. Предложен курс на реализацию на территории Республики Беларусь интеллектуальной системы управления пассажирским транспортом регулярного [28, рис. 7], подразумевающей использование модульных пассажирских транспортных средств [25, 26, 27] и ежедневное прогнозирование пассажиронапряженности на каждый рейс каждого маршрута с последующим назначением состава ДПТДВ вместимости, соответствующей такой пассажиронапряженности. Отмечено, что производство ДПТДВ на территории Республики Беларусь позволит существенно снизить затраты бюджета на субсидирование работы

пассажирами пассажирского транспорта регулярного сообщения, а также завоевать производителям пассажирских транспортных средств перспективные ниши на экспортных рынках.

1. Веклич, В. Ф. Повышение эффективности эксплуатации безрельсового электрического транспорта применением средств диагностирования и управления по системе многих единиц : автореф. дис. доктора. техн. наук : 05.22.07 / В. Ф. Веклич ; Всесоюзный научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта. – М., 1990. – 38 с.

2. Веклич, В. Ф. Эффективность применения троллейбусов с управлением по системе многих единиц / В.Ф. Веклич; Общество «Знание» Украинской ССР, Киевский дом научно-технической пропаганды. – Киев, 1969. – 19 с.

3. Веклич, В. Ф. Исследование троллейбусов с управлением по системе многих единиц : автореф. дис. канд. техн. наук : 442 / В. Ф. Веклич ; Академия коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова. – М., 1969. – 25 с.

4. Gecchelin, T., & Webb, J. (2018). Modular dynamic ride-sharing transport systems. *Economic Analysis and Policy*, 61, 111–117. <https://doi.org/10.1016/J.EAP.2018.12.003>.

5. Jiaming Wu, Balázs Kulcsár, Selpi, Xiaobo Qu, A modular, adaptive, and autonomous transit system (MAATS): An in-motion transfer strategy and performance evaluation in urban grid transit networks, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 151, 2021, Pages 81-98, ISSN 0965-8564, <https://doi.org/10.1016/j.tra.2021.07.005>.

6. Torres, T. (2022). Autonomous modular buses: A deterministic approach to model and assess a public transport line (Master's thesis). Universitat Politècnica de Catalunya | BarcelonaTech.

7. Liu, Shiyi & Schonfeld, Paul. (2020). Effects of Driverless Vehicles on Competitiveness of Bus Transit Services. *Journal of Transportation Engineering, Part A: Systems*. 146. 04020009. 10.1061/JTEPBS.0000327.

8. Sun, Shanshan & Wong, Yiik & Rau, Andreas. (2020). Economic assessment of a Dynamic Autonomous Road Transit system for Singapore. *Research in Transportation Economics*. 83. 100843. 10.1016/j.retrec.2020.100843.

9. Guo, Qian-Wen & Chow, Joseph & Schonfeld, Paul. (2017). Stochastic dynamic switching in fixed and flexible transit services as market entry-exit real options. *Transportation Research Procedia*. 23. 10.1016/j.trpro.2017.05.022.

10. Chen, Zhiwei & Li, Xiaopeng & Zhou, Xuesong Simon. (2018). Operational Design for Shuttle Systems with Modular Vehicles under Oversaturated Traffic: Discrete Modeling Method.

11. Khan, Zaid & He, Weili & Menendez, Monica. (2022). Application of Modular Vehicle Technology to Mitigate Bus Bunching.

12. Hannoun, Gaby Joe & Menéndez, Mónica. (2022). Modular vehicle technology for emergency medical services. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. 140. 103694. 10.1016/j.trc.2022.103694.

13. Khan, Zaid & Menendez, Monica. (2023). Bus Splitting Bus Holding: A New Strategy Using Autonomous Modular Buses for Preventing Bus Bunching. SSRN Electronic Journal. 10.2139/ssrn.4356986.
14. Dakic, Igor & Yang, Kaidi & Menendez, Monica & Chow, Joseph. (2021). On the design of an optimal flexible bus dispatching system with modular bus units: Using the three-dimensional macroscopic fundamental diagram. *Transportation Research Part B Methodological*. 148. 38-59. 10.1016/j.trb.2021.04.005.
15. Shi, X., Chen, Z., Pei, M., Li, X., 2020. Variable-capacity operations with modular transits for shared-use corridors. *Transp. Res. Rec.* 2674, 230–244.
16. Chen, Z., Li, X., Qu, X., 2022. A continuous model for designing corridor systems with modular autonomous vehicles enabling station-wise docking. *Transp. Sci.* 56, 1–30.
17. Wang, Y., Ceder, A., Cao, Z., Zhang, S., 2023. Optimal public transport timetabling with autonomous-vehicle units using coupling and decoupling tactics. *Transportmet. A: Transport Sci.* <https://doi.org/10.1080/23249935.2023.2220423>.
18. Tian, Q., Lin, Y., Wang, D., 2023. Joint scheduling and formation design for modular-vehicle transit service with time-dependent demand. *Transp. Res. Part C: Emerg. Technol.* 147 (2023), 103986.
19. Швецова, Е. В. Интеллектуальный транспорт с разделяющимися частями / Е. В. Швецова, В. Н. Шуть // Математические методы в технике и технологиях - ММТТ. – 2020. – Т. 3. – С. 87-93. – EDN PCREMT.
20. Shviatsova, A. The Smart Urban Transport System / A. Shviatsova, V. Shuts // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем. – 2020. – No. 4. – P. 349-352. – EDN QBHXXM.
21. Шуть, В. Н. Городской автоматический транспорт / В. Н. Шуть // Транспорт Урала. – 2022. – № 1(72). – С. 3-7. – DOI 10.20291/1815-9400-2022-1-3-7. – EDN НУТЗQJ.
22. Шуть В. Н., Персия Л. Интеллектуальные робототехнические транспортные системы. Брест : Изд-во БрГТУ, 2017. 195 с.
23. Швецова, Е. В. Алгоритм организации перевозок на основе критического элемента матрицы корреспонденций / Е. В. Швецова, В. Н. Шуть // Транспорт Урала. – 2023. – № 2(77). – С. 34-40. – DOI 10.20291/1815-9400-2023-2-34-40. – EDN ВРННFN.
24. Швецова, Е. В. Информационно-транспортные системы в контексте городских перевозок / Е. В. Швецова // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2024. – № 1(49). – С. 89-94. – DOI 10.52928/2070-1616-2024-49-1-89-94. – EDN WAJROF.
25. Аземша С.А. РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОБЩЕСТВЕННОГО ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА. Научный рецензируемый журнал "Вестник СибАДИ". 2019;16(5):544-557. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2019-5-544-557>.
26. Аземша, С. А. Обоснование оптимальной вместимости модуля в составе пассажирского транспортного средства для регулярных городских перевозок / С. А. Аземша // Транспорт Урала. – 2023. – № 2(77). – С. 71-78. – DOI 10.20291/1815-9400-2023-2-71-78. – EDN RMSUJJ.

27. Аземша, С. А., Янкович С. Ю. Оценка эффективности ежесуточного управления парком модульных пассажирских транспортных средств на городских регулярных маршрутах. (2024). Недропользование и транспортные системы, 14(1), 4-17. <https://doi.org/10.18503/SMTS-2024-14-1-4-17>.

28. Аземша С.А. Совершенствование технологии работы городского пассажирского транспорта регулярного сообщения. Научный рецензируемый журнал "Вестник СибАДИ". 2024;21(3):396-411. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2024-21-3-396-411>. EDN: FIDYXY.

29. Результаты комплексного прогноза научно-технического прогресса Республики Беларусь на 2021–2025 гг. и на период до 2040 г. / под ред. А. Г. Шумилина. — Минск: ГУ «БелИСА», 2020. — 92 с.

30. О мерах по повышению безопасности дорожного движения [Электронный ресурс] : Указ Президента Респ. Беларусь, 28 нояб. 2005 г., № 551 : в ред. Указа Президента Респ. Беларусь от 31.07.2023 г., № 240 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2024.

Azemsha Siarhei,

Belarusian State University of Transport

(Belarus, Gomel), Phd, Associate Professor,

e-mail: s-azemsha@yandex.ru, 34, Kirov str., Gomel, 246022

PROSPECTS OF PRODUCTION OF ROAD PASSENGER TRANSPORT OF FLEXIBLE CAPACITY IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Annotation: Regular passenger transportation plays a tangible role in the life of modern cities. At the same time, the maintenance of this type of transportation falls on the state budget and is the subject of periodic decisions aimed at reducing this budgetary burden. This paper presents a review of scientific publications showing the impact of passenger transport of flexible capacity on the efficiency of regular passenger transport, as well as the prospects of its production in the Republic of Belarus.

Keywords: regular passenger transportation; modular passenger vehicles; passenger capacity; efficiency; passenger.

Шаталова Наталья Викторовна, кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник лаборатории проблем организации
транспортных систем,
e-mail: shatillen@mail.ru

Бородина Ольга Владимировна, научный сотрудник лаборатории
интеллектуализации транспортных систем, e-mail: borodinaov@mail.ru

Орешикина Алина Дмитриевна, младший научный сотрудник лаборатории
проблем организации транспортных систем,
e-mail: www.alinochka_03@mail.ru

Пеплер Артем Эдуардович, младший научный сотрудник лаборатории проблем
организации транспортных систем,

e-mail: artem_pepler@mail.ru

ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской
академии наук (Россия, Санкт-Петербург), 19917812,
г. Санкт-Петербург, линия Васильевского острова, 13

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ, ОРИЕНТАЦИЯ НА НОВЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ

Аннотация: Санкции, пандемия и геополитические изменения привели к фундаментальным переменам в транспортно-логистической отрасли России. В ответ на эти вызовы российская логистика переориентировалась на восточные рынки, такие как Китай, Индия и другие страны Азии. В результате появляются новые возможности для торговли и сотрудничества. В исследовании анализируется, как эти факторы действуют на рынках, рассматриваются текущие барьеры, а также прогнозируется рост в условиях новой реальности.

Ключевые слова: транспортная политика; транспортная система; цифровые технологии; транспортные коридоры; экономические интересы.

Введение

Развитие транспортной занятости является одним из ключевых направлений Евразийской экономической политики, закрепленным в Договоре о Евразийском экономическом союзе (далее – ЕАЭС) с 2014 года. Это направление включает в себя создание евразийских транспортных коридоров, координацию транспортных потоков и повышение транзитного потенциала [1]. Изменения затронули ключевые аспекты: модернизацию экономической активности, адаптацию производственных процессов и пересмотр тенденций на уровне бизнеса и государства. Контейнерные перевозки играют центральную роль в международной торговле, особенно в условиях глобализации и

экономической нестабильности. В условиях ограничения и геополитических изменений грузоперевозки помогают стабилизировать потоки товаров, обеспечивая гибкость и устойчивость процессов.

Текущие вызовы и цели

Введение санкций против России оказало значительное влияние на транспортную логистику и грузоперевозки, как внутри страны, так и в международном контексте. Эти изменения затронули различные аспекты транспортной отрасли, от инфраструктуры и операционной деятельности до экономических и стратегических решений. Санкции привели к ограничению доступа российских компаний к ряду международных маршрутов и транспортных коридоров.

В 2022 и 2023 годах резкое смещение грузопотоков в сторону Дальневосточного бассейна вызвало перегрузку портов региона. Их мощность была исчерпана, что привело к скоплению судов на рейде, увеличению времени оборота контейнеров и задержкам в работе железнодорожных сетей. Уход международных операторов, таких как Maersk и Evergreen, также негативно сказался на контейнерных отправлениях, особенно в Северо-Западном регионе России.

В настоящее время 78 % грузооборота приходится на морской и трубопроводный транспорт, что приводит к наибольшим объемам экспорта энергоносителей и остальных массовых грузов. Железнодорожный транспорт занимает 18–20 %, оставаясь ключевым для доставки крупными партиями товаров на дальние расстояния. Однако доля автомобильного транспорта составляет лишь 2 %, хотя он и представляет собой резерв для развития, особенно в условиях растущей активности в гибких и оперативных решениях для региональных и международных перевозок. Развитие автодорог может значительно увеличить пропускную способность логистической системы.

Основные проекты

В условиях быстро меняющихся тенденций и возрастающих требований к инфраструктуре логистических цепочек, на первый план выходят проекты, направленные на модернизацию и развитие транспортных коридоров. Эти инициативы не только обеспечивают устойчивый рост объемов грузоперевозок, но и способствуют укреплению экономических связей между странами-участницами ЕАЭС.

В 2021 году коллегия Евразийской экономической комиссии утвердила комплексный план по развитию евразийских транспортных коридоров и маршрутов до 2025 года.

В список входит следующий перечень транспортных коридоров и маршрутов:

- Евразийские одномодальные железнодорожные маршруты;
- Евразийский мультимодальный маршрут;

– Автомобильные дороги государств – членов Евразийского экономического союза, включенные в евразийские транспортные коридоры и маршруты [2].

Одна из ключевых целей по развитию транспортно-логистической инфраструктуры ЕАЭС – повышение конкурентоспособности транспортной инфраструктуры международного транспортного коридора (далее – МТК) «Север – Юг» и транспортно-логистических коридоров в Азово-Черноморском и Восточном направлениях. Достижению данной цели, по мнению бизнеса, может способствовать взаимодействие участников ЕАЭС по следующим направлениям:

- снятие инфраструктурных ограничений и согласованное развитие железнодорожной инфраструктуры МТК «Север – Юг» и транспортно-логистических коридоров в Азово-Черноморском и Восточном направлениях;

- совершенствование системы управления перевозочным процессом;

- повышение уровня транспортно-логистических сервисов при обеспечении перевозок массовых и высокодоходных грузов на маршрутах МТК;

- гармонизация таможенных режимов, унификация системы перевозочных документов, а также координация тарифной политики в целях расширения перевозок грузов по международным транспортным коридорам, проходящим по территории ЕАЭС и т. д. [3].

По мнению вице-премьера Хуснулина М. Ш. Байкало-Амурская магистраль (БАМ) представляет собой стратегически важный маршрут, связывающий восточные регионы страны и обеспечивающий транспортировку грузов, включая сырьевые ресурсы, к ключевым портам Дальнего Востока [3]. Развитие Восточного направления, а именно строительство полноценной второй линии представляет собой один из приоритетных проектов в сфере транспортной инфраструктуры России. Современные изменения направлены на улучшение пропускной способности, обновление подвижного состава и инфраструктуры, что значительно повысит эффективность логистики и обеспечит устойчивый рост грузопотоков в условиях глобальных вызовов и экономических изменений. Расширение железной дороги к Азово-Черноморскому бассейну, с учетом растущего пассажиропотока, тоже является немаловажным проектом.

На море ключевым проектом является развитие Северного морского пути, сдерживающим фактором выступает отсутствие инфраструктуры. Строительство инфраструктуры вызовет взрывной рост освоения новых месторождений, добычи и переработки полезных ископаемых.

Сейчас мощность дальневосточных портов составляет 255 млн тонн при плане пропускной способности 173 млн, текущий доступный профицит – около 80 млн (это мощность для универсальных, генеральных, контейнерных грузов). К 2025–2027 годам мощность портов будет уже 370 млн тонн при паспортных данных проекта Восточного полигона – 183 млн, профицит составит уже порядка 187 млн.

В условиях растущих требований к транспортной сети автомобильный транспорт становится важным дополнением к железнодорожным и морским перевозкам, обеспечивая оперативность и доступность логистики как на внутреннем, так и на международном уровнях. Развитие железнодорожного транспорта и Северного морского пути требует нескольких лет активной работы для достижения значительных результатов. В то время как эти проекты обретают долгосрочный потенциал, развитие автомобильного транспорта может обеспечить позитивные результаты в краткосрочной перспективе. Значительное расширение автодорог и улучшение логистических услуг позволит быстрее реагировать на текущий вид рынка, повышая эффективность доставки грузов и улучшая доступность для бизнеса.

Факторы развития

Развитие транспортной инфраструктуры зависит от множества различных факторов, например экономических, геополитических, а также технического прогресса и многих других сопутствующих факторов. Геополитические изменения, такие как санкции и новые внешнеторговые маршруты на Восток, ускоряют переориентацию транспортных потоков. Внедрение современных технологий, таких как цифровизация и автоматизация, помогает повысить эффективность перевозок [4]. Важную роль в этом играет государственная поддержка, которая включает инвестиции и реализацию ключевых проектов для модернизации транспортных путей и ускорения их развития. Рост инвестиции на 1 % от ВВП дает дополнительный прирост производства около 2–5 % [5].

В 2024 году товарооборот России со странами Азии вырос до 66 %, при этом доля товарооборота с Евросоюзом снизилась в 4 раза и достигла 11 %. На основании этого можно уверенно сказать, что разворот на Восток состоялся. По данным Федеральной таможенной службы, распределение товарооборота России между основными торговыми партнерами выглядит следующим образом:

- 34 % – Китай;
- 32 % – остальные страны Азии;
- 13 % – государства, входящие в Евразийский экономический союз;

- 11 % – Евросоюз;
- 10 % – остальные страны [6].

Для примера рассмотрим объем грузоперевозок по всем видам транспорта между странами Евразийского экономического союза за последние несколько лет (табл. 1).

Таблица 1
Объем грузоперевозок 2021–2023 годам, млн тонн [7]

Год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
2022	555,8	549	617,6	579	631,8	1123,4	823,4	823,4	804,8	770,9	700,8	685,9
2023	647,7	646,8	719,8	687,6	728,1	758,9	741,8	867,8	830,7	697,3	668,9	661,3
2024	648	722,5	770,8	741,4	785,6	808,9	-	-	-	-	-	-

Для анализа данных по объему грузоперевозок был построен график, отображающий динамику за несколько лет. Данные за 2024 год не полные, поскольку год, еще не завершен, что конечно же затрудняет прямое сравнение с предыдущими годами. Поэтому для прогнозирования изменений объемов на основе данных предыдущих периодов была добавлена линия тренда, которая даст более точное понимание текущих тенденций.

Линия тренда помогает выявить возможные направления развития и предсказать, каким будет итоговый объем перевозок к концу 2024 года (рис. 1).

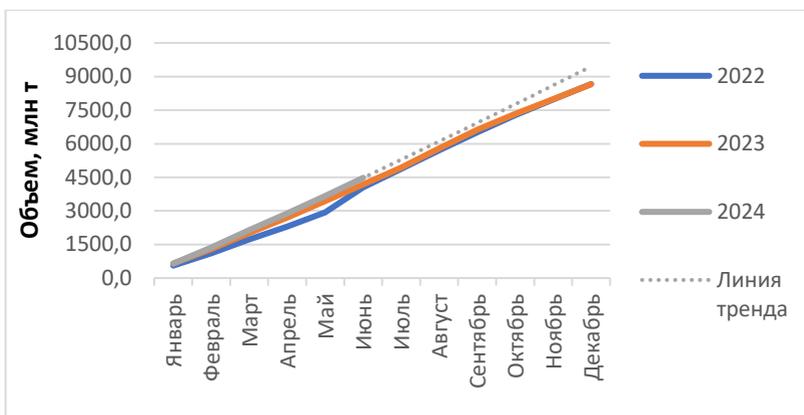


Рис.1. График объема перевезенного груза нарастающим итогом России в рамках ЕАЭС

Согласно линии тренда объем грузоперевозок за 2024 год составит 9449 млн тонн, что на 9,1 % больше по сравнению с 2023 годом.

Заключение

Несмотря на вызовы, российский рынок грузоперевозок демонстрирует рост объемов, что отражает его способность приспосабливаться к новым условиям. Однако для стабилизации логистических цепочек и дальнейшего наращивания объемов грузоперевозок необходимо развитие новых направлений, а также интеграция цифровых технологий. Перераспределение грузопотоков на менее загруженные виды транспорта позволит снизить нагрузку на основные магистрали и ускорить логистику. Это возможно за счет меньших капитальных вложений и более быстрого строительства инфраструктуры на автомобильном и речном видах транспорта, по сравнению с морскими и железнодорожными.

Для реализации подобных проектов используются как бюджетные средства, так и средства частных инвесторов. Работа в области государственно-частного партнерства по привлечению капитала является ключевой для интенсификации реализуемых проектов [8]. При этом в условиях нарастающего санкционного давления и фактического отказа крупных банков развития от реализации проектов на территории нашей страны может быть реализовано следующее решение. Использование их ресурсов для реализации проектов на территории дружественных сопредельных государств, не находящихся под санкционным давлением,

а для финансирования проектов на территории России использовать средства менее «чувствительных» институтов, таких как Евразийский банк развития.

1. Шаталова Н.В., Бородина О.В., Пеплер А.Э Транспортная политика – анализ теоретических и практических подходов // Перспективы развития транспортного комплекса: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Минск, 12–14 сентября 2023 года. – Минск: Белорусский научно-исследовательский институт транспорта "Транстехника", 2023. – С. 47-49.

2. Распоряжение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 26.10.2021 N 175 "Об утверждении перечня евразийских транспортных коридоров имаршрутов". – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_399396/16fa93e8a63d4f529c884a79976688d4074cae92/ (дата обращения 26.09.2024).

3. Логистика будущего зависит от развития инфраструктуры // Морские вести России – URL: <https://morvesti.ru/obzor/1715/106110/> (дата обращения: 15.09.2024).

4. Шаталова Н.В., Михов О.М. Теоретические аспекты интеллектуализации транспортно-логистических процессов // Технологии построения когнитивных транспортных систем: материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2021. С. 166-171.

5. Александр Шохин. Цитаты. // Росконгресс – URL: <https://roscongress.org/speakers/shokhin-aleksandr/quotes/> (дата обращения 26.09.2024).

6. ФТС: Товарооборот России со странами Азии за 10 лет увеличился с 29 % до 66 % // PortNews – URL: <https://portnews.ru/news/367388/> (дата обращения: 15.09.2024).

7. Транспорт // Евразийская экономическая комиссия – URL: https://eec.eaeunion.org/comission/department/dep_stat/union_stat/current_stat/transport/series/ (дата обращения: 17.09.2024).

8. Шаталова Н. В., Бородина О.В., Орешкина А.Д. Моделирование бизнес-процессов предприятий транспортной отрасли // Перспективы развития транспортного комплекса: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Минск, 12–14 сентября 2023 года. – Минск: Белорусский научно-исследовательский институт транспорта "Транстехника", 2023. – С. 108-110.

Shatalova Natalia, Ph.D. (Eng), Lider researcher, e-mail: shatillen@mail.ru

Borodina Olga, researcher, e-mail: borodinaov@mail.ru

Oreshkina Alina, junior researcher, e-mail: www.alinochka_03@mail.ru

Pepler Artem, junior researcher, e-mail: artem_pepler@mail.ru

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Science, 13, line 12, Vasilyevsky Ostrov, St. Petersburg, 199178, Russian Federation

RESEARCH OF GLOBAL PROCESSES IN TRANSPORT AND LOGISTICS SYSTEMS, ORIENTATION TOWARDS NEW DEVELOPMENT PATHS

Abstract: Sanctions, the pandemic and geopolitical changes have led to fundamental changes in the transport and logistics industry of Russia. In response to these challenges, Russian logistics has reoriented itself to eastern markets such as China, India and other Asian countries. As a result, new opportunities for trade and cooperation are emerging. The article analyzes how these factors affect the markets, considers current barriers and forecasts growth in the new reality.

Keywords: transport policy; transport system; digital technologies; transport corridors; economic interests.

Коваль Дмитрий Николаевич, магистр технических наук,
первый заместитель генерального директора

Миленский Валерий Семенович, кандидат технических наук,
доцент, заведующий отделом

Козлов Валерий Васильевич, инженер, старший научный сотрудник
Белорусский научно-исследовательский институт транспорта
«Транстехника» (Беларусь, Минск),
e-mail: st@niit.by, 220005, г. Минск, ул. Платонова, 22А

ТЕНДЕНЦИИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЕВРОПЕ И БЕЛАРУСИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

В статье рассматриваются отдельные тенденции функционирования транспортно-логистической деятельности в Европе и Беларуси в условиях ограничений, введенных недружественными странами в отношении юридических и физических лиц Беларуси, а также препятствий, связанных с пересечением границ. Предлагаются мероприятия, позволяющие усовершенствовать логистическую систему в Беларуси.

Ключевые слова: логистический оператор; логистический центр; международные перевозки грузов; транспортно-логистическая деятельность.

Исследование, проведенное в конце 2023 г. экспертами Transport Intelligence, указывает на то, что в 2024 г. организациям, функционирующим в области транспортно-экспедиционного обслуживания, торговли и промышленности, предстоит столкнуться с рядом вызовов, которые окажут существенное влияние на развитие транспортно-логистической системы в Европе [1]. Прогнозируется сокращение объема перевозок грузов автомобильными транспортными средствами на 4,1 %, что в реальном выражении (при неизменных ценах и обменных курсах) составит порядка 448 658 млн евро.

По данным Всемирного экономического форума и Международного валютного фонда, в 2023 г. ВВП стран ЕС возрос на 0,7 % и достиг 310,1 млрд евро. При этом рынок международных перевозок грузов автомобильным транспортом сократился на 0,6 % и составил 138,6 млрд евро [2].

По данным Евростата, импорт товаров на европейском рынке в 2023 г., включая энергетику, сырую нефть, сталь и другие товары, постепенно снижался (с 110 пунктов в 1 квартале 2023 г. до 107,6 пунктов в третьем квартале 2023 г.) [3].

Замедление темпов производства товаров в Европе стало важным фактором, повлиявшим на объемы перевозки грузов и повышение стоимости доставки автомобильным транспортом. Кроме того, в результате инфляции повысились материальные расходы перевозчиков. На 5 % увеличились расходы на техническое обслуживание транспортных средств, на 4 % – дорожные сборы, на 10,5 % – страхование.

Тенденции, наблюдаемые на рынке услуг в Европе, отрицательно влияют на функционирование транспортно-логистической деятельности в Беларуси. Например, повышение стоимости оплаты за проезд транспортных средств по автомобильным дорогам Европы может привести к увеличению затрат перевозчиков на 12 %. Кроме того, они могут столкнуться с необходимостью увеличения затрат на содержание персонала, а также на эксплуатацию транспортных средств.

В последние годы в странах Европы наблюдается острая нехватка квалифицированного персонала (водителей, механиков, менеджеров по экспедированию и бухгалтеров). Это создает предпосылки для перетекания квалифицированных специалистов из Беларуси.

В условиях изменения цепочек поставок товарной продукции, вызванных запретами и ограничениями со стороны Евросоюза, транспортно-экспедиционные организации и логистические операторы Беларуси стали работать более гибко. В тоже время ряд перевозчиков сократили свою деятельность (ТТ ООО «Транстехсервис», ЧТУП «Эркюль», ГК «Дженти-Спедишн», ООО «ИВА-Транс», СТА-Логистик, БТЛЦ). Грузоотправители экспортной продукции Беларуси стали больше использовать для перемещения своей продукции железнодорожный транспорт. Однако на этом виде транспорта остаются нерешенными ряд задач:

- отсутствуют экономические (финансовые, кредитные, налоговые) и социальные стимулы для потребителей;
- не применяется транспортная документация для перевозки грузов (контейнеров) от станции назначения до конечного потребителя соответствующая международным требованиям;
- недостаточно мест, имеющих крановое оборудование для погрузки контейнеров, с массой 40 и более тонн.

Согласно данным, собранным по статистической форме 1-логистика (Минтранс) за 2023 г. наибольший дефицит складских мощностей имеется в центральных регионах республики, особенно для хранения и обработки опасных грузов [4].

Формируемый в Республике Беларусь рынок логистических услуг, практически идентичен тенденциям, которые происходят на рынках европейских стран. При этом можно отметить, что в Беларуси активно

работают крупные международные логистические предприятия («FedEx», «DHL International Logistics», «UPS», «Aramex», «P&O Trans European», «FM-Logistic», «Kuhne & Nagel», «Weltz», «Shenker» и др.). Наблюдается большой интерес к национальной складской инфраструктуре Беларуси со стороны крупных международных промышленно-логистических организаций (Eaton Electric Sp.z.o.o. – Польша, «OKS Spezialschmierstoffe GmbH» – Германия). Структура рынка логистических операторов по направлениям логистической деятельности приведена на рисунке 1.

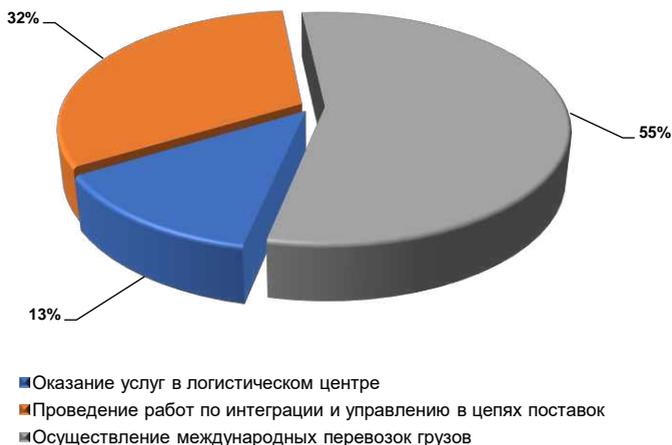


Рис. 1. Структура рынка логистических операторов по направлениям логистической деятельности

В перспективе следует ожидать значительное расширение перечня логистических услуг, представленных на национальном рынке, особенно при взаимодействии с крупными торговыми сетями. Рост спроса на логистические услуги в дальнейшем будет увеличивать разрыв между ведущими логистическими операторами и отсталыми в технологическом отношении предприятиями, так как полный комплекс логистических услуг может предлагать только тот провайдер, который способен управлять цепями поставки продукции, применяя информационные технологии. Развитие рынка логистических операторов в Беларуси будет наиболее активным в направлении рынка аутсорсинга транспортно-экспедиционной и вспомогательных транспортной деятельности. Структура участия логистических операторов на национальном рынке услуг с применением элементов аутсорсинга в 2023 г. приведена на рисунке 2.

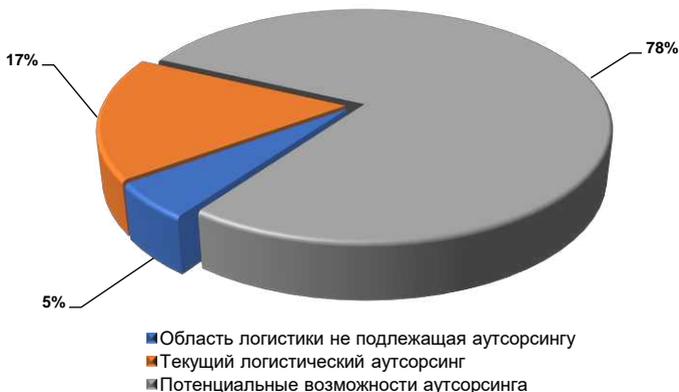


Рис. 2. Структура участия логистических операторов на национальном рынке услуг с применением элементов аутсорсинга в 2023 г.

Для цифровой трансформации транспортной, экспедиционной и логистической деятельности в Европе появился целый ряд различных типов платформ, каждая из которых предназначена для решения конкретной задачи. Более перспективным направлением в области цифровой трансформации является создание единой платформы, позволяющей объединить всех субъектов транспортно-логистической деятельности. Примерная схема взаимоотношений при работе транспортно-экспедиционных организаций в онлайн-агрегаторе приведена на рисунке 3.

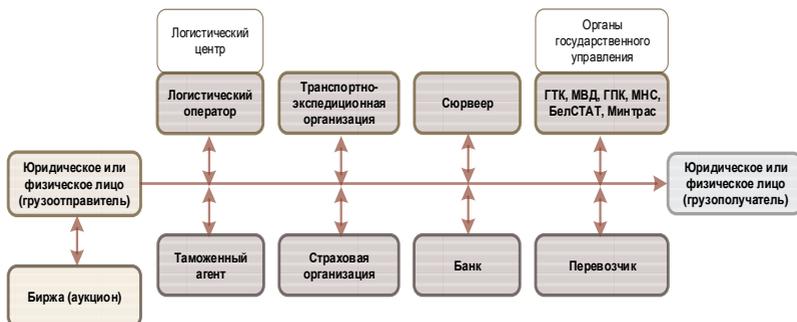


Рис. 3. Примерная схема взаимоотношений при работе транспортно-экспедиционных организаций в онлайн-агрегаторе

Первенство на национальном рынке логистического операторского аутсорсинга занимают организации, которые имеют аффилированные или дочерние организации.

Согласно информации экспертов БелНИИТ «Транстехника» и Ассоциации интермодальных перевозок и логистики (АИПЛ) в Республике Беларусь функционируют 62 логистических центра, в которых размещено складов общего пользования (складов ответственного хранения), собственных и арендованных, полученных в оперативное управление или хозяйственное ведение, включая СВХ, ТС и СвС, общей площадью более 1411,5 тыс. м², из них 108 являются складами класса «А» общей площадью более 825 тыс. м². При этом 19 логистических центров оказывали приоритетно транспортно-логистические услуги, 12 выполняют оптово-логистические (дистрибуционные, распределительные) функции, остальные сконцентрировали свои усилия на оказании складских услуг, обработке товарно-материальных ценностей для собственных нужд или сдаче в аренду площадей под производственные процессы. Структура логистических центров в разрезе их функциональности приведена на рисунке 4.

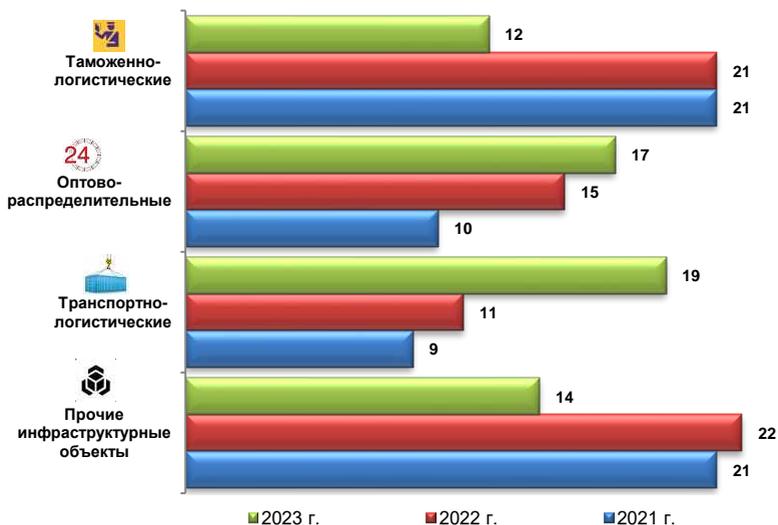


Рис. 4. Структура логистических центров в разрезе их функциональности

В части внедрения в транспортно-экспедиционную и логистическую деятельность методов и лучших практик логистического мультисорсинга представляет интерес опыт Польши. По рейтингу Международной ассоциации профессионалов аутсорсинга «The 2023 Global Outsourcing 100» Польша занимает 16-е место в мире по привлекательности для аутсорсинговых услуг [5]. Принципиальная схема функционирования мультисорсинга приведена на рисунке 5.

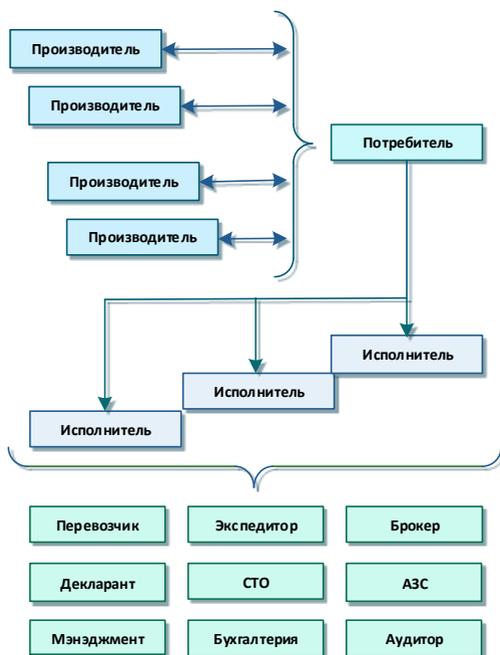


Рис. 5. Принципиальная схема функционирования мультисорсинга

В последние годы предпринимаются попытки внедрить технологию блокчейн для записи информации о транзакциях, уровне сырья и запасов, а также об обмене цепочками поставок. Эта технология может с успехом применяться и в других логистических процессах.

На практике можно выделить пять основных типов логистических провайдеров:

- логистический провайдер на основе перевозчика;
- логистический провайдер на основе логистического оператора;
- логистический провайдер на основе экспедиторской

организации;

– логистический провайдер на основе организации, занимающихся оптимизацией транспортных услуг, формированием отправок;

– логистический провайдер на основе организации, разрабатывающей программное обеспечение.

Структура провайдеров логистических услуг в разрезе типов приведена на рисунке 6.



Рис. 6. Структура провайдеров логистических услуг в разрезе типов

Структура отношений между участниками логистического рынка наглядно демонстрирует, что предприятие, владеющее имущественными активами, находится в более привлекательном статусе, нежели чисто-провайдерские организации, поскольку имеют больше возможностей для маневра на рынке услуг.

Международный опыт свидетельствует, что интегрированное логистическое обслуживание обеспечивает наибольшую эффективность как на микро-, так и на макроуровне. При этом логистические организации (операторы, провайдеры) представляют комплексные логистические услуги по продвижению и обслуживанию товарно-материальных потоков.

В Беларуси, для повышения рейтинга в области логистической деятельности, целесообразно реализовать следующие мероприятия:

– скоординировать процесс развития сети логистических центров с учетом обеспечения потребностей рынка услуг;

– продолжить внедрение роботизированных методов перемещения грузов по территории терминала логистического центра и электронную диспетчеризацию обработки груза с элементами штрихового кодирования;

– создать единую информационную систему обмена данными между участниками процесса обработки груза;

– обеспечить мониторинг перевозки груза в режиме реального времени;

– усовершенствовать систему транспортно-экспедиционного обслуживания в направлении интермодальных перевозок;

– расширить перечень услуг, предоставляемых логистическими операторами.

1. European road freight transport market forecasts for 2023, 2024 and 2027 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ti-insight.com> 5 economic challenges that await us in 2023 2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.worldports.org/5-economic-challenges-that-await-us-in-2023>. – Дата доступа: 14.02.2024.

2. World economic outlook update [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2024/01/30/_____world-economic-outlook-update-january-2024. – Дата доступа: 14.02.2024.

3. Eurozone trade: Here's why imports and exports declined in December [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.euronews.com/business/2024/02/15/eu-trade-heres-why-eurozone-imports-and-exports-declined-in-december>. – Дата доступа: 24.02.2024.

4. European logistics market [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.realestate.bnpparibas.pl/sites/poland/files/2023-04/Property%20Report%20-%20European%20Logistics%20Market.pdf>. – Дата доступа: 14.02.2024.

5. The 2023 Global Outsourcing 100 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iaop.org>. – Дата доступа: 11.03.2024.

Koval Dzmitry, master of engineering

Milenki Valery, candidate of technical sciences, associate professor

Kozlov Valeri, engineer

Belarusian research institute of transport «Transtehnika»

(Belarus, Minsk)

e-mail: st@niit.by, 220005, c. Minsk, str. Platonova, 22A

TRANSPORT AND LOGISTICS TRENDS IN EUROPE AND BELARUS: CHALLENGES AND PROSPECTS

The article examines certain trends in the functioning of transport and logistics activities in Europe and Belarus in the context of restrictions imposed by unfriendly

countries on legal entities and individuals of Belarus, as well as obstacles related to border crossing. Measures are proposed to improve the logistics system in Belarus.

Keywords: logistics operator; logistics center; international cargo transportation; transport and logistics activities.

*Рябина Диана Игоревна, студентка
Сидорова Александра Алексеевна, студентка
Белорусский государственный университет
транспорта (Беларусь, Гомель),
e-mail: ryabinadiana27@gmail.com, 246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34*

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ИННОВАЦИЙ В ОБЛАСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

В последние десятилетия транспортная отрасль значительно изменилась благодаря технологическим инновациям. В статье рассматриваются достижения в автомобильном, воздушном и железнодорожном транспорте, а также в системах управления. Беларусь активно внедряет электромобили, беспилотные технологии и интеллектуальные транспортные системы, модернизирует железнодорожную и авиационную инфраструктуру. Эти инновации способствуют экономическому росту, улучшению экологии и повышению безопасности.

Ключевые слова: инновации в транспорте; электромобили; беспилотные технологии; интеллектуальные транспортные системы; модернизация инфраструктуры; экологичность; Беларусь.

В последние десятилетия транспортная отрасль претерпела значительные изменения, вызванные стремительным развитием технологий. Инновации в этой области направлены на повышение эффективности, безопасности и экологичности транспортных средств и систем. В этой статье рассматриваются ключевые разработки в области автомобильного, воздушного и железнодорожного транспорта, а также систем и технологий управления.

Современные автомобили становятся все более интеллектуальными и экологичными. Электрические, автономные и подключенные автомобили больше не являются научной фантастикой, а становятся частью повседневной жизни. В то же время в области воздушного транспорта разрабатываются электрические самолеты и гиперзвуковые летательные аппараты, которые, как ожидается, произведут революцию в авиаперевозках. Железные дороги с магнитной левитацией и концепции гиперпетли открывают новые горизонты в области высокоскоростного транспорта.

Кроме того, важную роль в развитии транспортной отрасли играют системы и технологии управления. Интеллектуальные транспортные системы (ITS), блокчейн в логистике и водородные топливные элементы становятся неотъемлемой частью современных транспортных решений.

Эти инновации направлены на улучшение управления движением, повышение прозрачности логистической цепочки и снижение воздействия на окружающую среду.

Республика Беларусь расположена на пересечении важных европейских транспортных коридоров и активно интегрируется в мировую экономику, уделяя приоритетное внимание развитию своей транспортной системы. Беларусь стремится к созданию современной, эффективной и безопасной транспортной инфраструктуры, способной удовлетворить растущие потребности экономики и населения страны.

Цель данного обзора – систематизировать информацию о последних инновациях в области транспортных средств, систем и технологий, внедряемых в Беларуси. В статье рассматриваются основные направления развития транспортного сектора, включая автомобильный и железнодорожный транспорт, городской общественный транспорт, авиацию и водный транспорт. Анализируется текущее состояние каждого из этих секторов и их развитие.

Транспортная система – один из важнейших факторов экономического роста и социального развития любой страны. Инновации в транспортном секторе могут повысить эффективность перевозок, снизить затраты, улучшить экологическую обстановку и повысить уровень безопасности.

Белорусское автомобилестроение, традиционно известное своими грузовиками и спецтехникой, активно осваивает передовые технологии и внедряет инновации. Рассмотрим ключевые направления развития:

1. Электротранспорт: курс на экологичность и энергоэффективность.

Стремительное развитие электротранспорта – общемировой тренд, и Беларусь не остается в стороне. В этом направлении выделяются следующие аспекты:

- Электробусы собственного производства. Минский автомобильный завод (МАЗ) наладил серийное производство электробусов, которые уже курсируют по улицам белорусских городов. Эти машины не только экологичны, но и экономичны в эксплуатации, что делает их привлекательным вариантом для общественного транспорта.

- Развитие зарядной инфраструктуры. Для массового внедрения электромобилей критически важна развитая сеть зарядных станций. В Беларуси эта задача решается на государственном уровне: устанавливаются станции в городах, на автомагистралях, парковках торговых центров.

- Государственная поддержка. Чтобы стимулировать спрос на электромобили, правительство Беларуси предоставляет ряд льгот: налоговые послабления при покупке, бесплатная парковка, льготные тарифы на электроэнергию.

2. Беспилотные технологии: взгляд в будущее.

Беспилотные транспортные средства – это уже не фантастика, а ближайшее будущее. Беларусь активно включилась в гонку технологий в этой области:

- Разрабатывает беспилотные платформы. Белорусские инженеры и IT-специалисты разрабатывают собственные платформы для беспилотных автомобилей, которые могут быть адаптированы под различные задачи: грузоперевозки, сельское хозяйство, общественный транспорт.

- Тестирует в реальных условиях. В Беларуси созданы полигоны для тестирования беспилотных автомобилей в условиях, приближенных к реальным. Это позволяет совершенствовать технологии и готовить законодательную базу для их внедрения.

3. Интеллектуальные транспортные системы (ИТС): умные технологии для дорог.

Интеллектуальные транспортные системы – это комплекс решений, которые делают движение более безопасным, эффективным и комфортным. В этом направлении выделяются следующие аспекты:

- Управление дорожным движением. Внедряются интеллектуальные системы управления светофорами, которые адаптируются к транспортным потокам в режиме реального времени, что позволяет сократить количество пробок и время в пути.

- Мониторинг транспорта. Системы GPS/ГЛОНАСС мониторинга используются для отслеживания движения общественного транспорта, грузовых и пассажирских перевозок. Это повышает безопасность, оптимизирует логистику и позволяет контролировать соблюдение графика движения.

Железнодорожный транспорт всегда играл важную роль в экономике Беларуси, обеспечивая перевозку грузов и пассажиров. В современных условиях, чтобы оставаться конкурентоспособным и отвечать растущим требованиям, железнодорожная отрасль страны активно внедряет инновации.

1. Модернизация железнодорожной инфраструктуры: путь к скорости и комфорту.

Обновление инфраструктуры – это фундамент для развития железнодорожного транспорта.

- Реконструкция железнодорожных путей. Проводится замена устаревших участков пути на современные, способные выдерживать более высокие скорости и нагрузки. Это повышает безопасность движения и сокращает время в пути.

- Модернизация станций и вокзалов. Создаются комфортные условия для пассажиров: реконструируются платформы, залы ожидания, внедряются электронные системы информирования и навигации.

- Цифровизация управления движением. Внедряются автоматизированные системы управления движением поездов, что повышает пропускную способность железных дорог и безопасность перевозок.

2. Высокоскоростное движение: сближая города и страны.

Развитие высокоскоростного железнодорожного сообщения – это один из приоритетов транспортной стратегии Беларуси.

- Строительство новых линий. Реализуются проекты по строительству высокоскоростных железнодорожных магистралей, которые свяжут крупные города Беларуси с соседними странами.

- Обновление подвижного состава. Закупаются современные скоростные поезда, обеспечивающие комфорт и безопасность пассажиров на высоких скоростях.

- Интеграция в международную сеть. Развитие высокоскоростного движения открывает новые возможности для международных пассажирских и грузовых перевозок, делая Беларусь важным транспортным узлом на карте Европы.

3. Цифровые технологии: удобство и эффективность.

Цифровизация трансформирует железнодорожную отрасль, делая ее более клиентоориентированной и эффективной.

- Электронные билеты и онлайн-бронирование. Пассажиры могут приобрести билеты на поезда через интернет, выбрать удобные места и получить всю необходимую информацию о поездке онлайн.

- Информационные системы для пассажиров. На вокзалах и в поездах внедряются информационные системы, предоставляющие пассажирам актуальные данные о расписании, маршрутах, услугах на борту.

- Интеллектуальная логистика. Цифровые платформы оптимизируют грузовые перевозки, отслеживают местонахождение грузов в режиме реального времени и автоматизируют многие процессы. Хотя Беларусь и не является мировым лидером в авиастроении, страна не стоит на месте, внедряя инновации и стремясь к модернизации своей авиационной отрасли.

4. Модернизация аэропортов: комфорт и новые возможности.

Развитие авиационной отрасли невозможно без создания современной аэропортовой инфраструктуры. В Беларуси реализуются проекты по модернизации аэропортов, направленные на повышение их пропускной способности и уровня комфорта для пассажиров.

- Национальный аэропорт Минск. Главный аэропорт страны постоянно развивается. Проведена реконструкция взлетно-посадочных полос, что позволяет принимать самолеты всех типов. Ведется работа по расширению и модернизации терминалов, внедряются новые технологии для ускорения процессов регистрации и досмотра пассажиров.

- Региональные аэропорты. В регионах также проводится работа по модернизации аэропортов. Например, в аэропорту Бреста реконструирована взлетно-посадочная полоса, что позволило начать прием более крупных самолетов и открыть новые международные рейсы.

5. Беспилотные технологии: от мониторинга до сельского хозяйства.

Беларусь активно развивает беспилотные авиационные технологии, которые находят применение в различных сферах.

- Производство беспилотников. В стране работают предприятия, занимающиеся разработкой и производством беспилотных летательных аппаратов различного назначения.

- Сельское хозяйство. Дроны активно используются в сельском хозяйстве для мониторинга состояния посевов, опрыскивания растений, аэрофотосъемки.

- Мониторинг и наблюдение. Беспилотники применяются для мониторинга лесных массивов, линий электропередач, трубопроводов, а также для проведения аэрофотосъемки и создания цифровых моделей местности.

Водный транспорт в Беларуси имеет давнюю историю и важное стратегическое значение для экономики и экологии страны. В настоящее время в Республике Беларусь функционирует около 2,1 тыс. км внутренних водных путей, по которым осуществляется судоходство.

6. Модернизация водной инфраструктуры: путь к эффективности и безопасности.

Обновление инфраструктуры – это основа для развития водного транспорта.

- Реконструкция водных путей. Проводится углубление и расширение судоходных каналов, что позволяет увеличить пропускную способность и безопасность судоходства.

- Модернизация портов и причалов. Создаются современные условия для обработки грузов и обслуживания пассажиров:

реконструируются причалы, внедряются автоматизированные системы управления грузопотоками.

- Цифровизация управления движением. Внедряются системы мониторинга и управления движением судов, что повышает эффективность и безопасность перевозок.

7. Развитие международного судоходства: новые возможности для торговли

Развитие международного судоходства – один из приоритетов транспортной стратегии Беларуси.

- Строительство новых водных путей. Реализуются проекты по строительству и модернизации водных путей, связывающих Беларусь с соседними странами.

- Обновление флота. Закупаются современные суда, обеспечивающие комфорт и безопасность перевозок на международных маршрутах.

- Интеграция в международную сеть. Развитие международного судоходства открывает новые возможности для торговли и экономического сотрудничества, делая Беларусь важным транспортным узлом на карте Европы.

8. Цифровые технологии: удобство и эффективность.

Цифровизация трансформирует водный транспорт, делая его более клиентоориентированным и эффективным.

- Электронные системы бронирования и оплаты. Пассажиры и грузоотправители могут бронировать места и оплачивать услуги через интернет, получая всю необходимую информацию онлайн.

- Информационные системы для пассажиров и грузоотправителей. В портах и на судах внедряются информационные системы, предоставляющие актуальные данные о расписании, маршрутах и услугах.

- Интеллектуальная логистика. Цифровые платформы оптимизируют грузовые перевозки, отслеживают местонахождение грузов в режиме реального времени и автоматизируют многие процессы.

Беларусь активно внедряет инновации в транспортный сектор для создания современной, эффективной и экологичной транспортной системы. Электромобили, беспилотные технологии, интеллектуальные транспортные системы и модернизация транспортной инфраструктуры – ключевые направления развития белорусского транспортного сектора. Эти инновации положительно влияют на экономику страны, способствуют созданию новых рабочих мест, улучшают экологическую обстановку и повышают качество жизни граждан.

1. Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gknt.gov.by/>. – Дата доступа: 12.09.2024.

2. О реализации программы по развитию электротранспорта в Беларуси [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pravo.by/novosti/obshchestvenno-politicheskie-i-v-oblasti-prava/>. – Дата доступа: 12.09.2024.

3. Стратегия инновационного развития транспортного комплекса Республики Беларусь [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gknt.gov.by/>. – Дата доступа: 12.09.2024.

Ryabina Diana, student

Sidorova Alexandra, student

Belarusian State University of Transport (Belarus, Gomel),

e-mail: bsut@bsut.by, 246653, Gomel, Kirova St., 34

REVIEW OF MODERN INNOVATIONS IN VEHICLES, TRANSPORT SYSTEMS AND TECHNOLOGIES

In recent decades, the transport industry has undergone significant changes due to technological innovations. The article examines achievements in automotive, air, and rail transport, as well as in management systems. Belarus is actively implementing electric vehicles, autonomous technologies, and intelligent transport systems, and is modernizing rail and aviation infrastructure. These innovations contribute to economic growth, environmental improvement, and increased safety.

Keywords: innovations in transport; electric vehicles; autonomous technologies; intelligent transport systems; infrastructure modernization; environmental sustainability; Belarus.

Якубович Сергей Петрович, заместитель генерального директора – ученый секретарь, магистр технических наук

Гольдман Геннадий Эммануилович, старший научный сотрудник

Белорусский научно-исследовательский

институт транспорта «Транстехника» (Беларусь, Минск),

e-mail: autozd@niit.by, 220005, г. Минск, ул. Платонова, 22А

ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ПОЛИТИКИ, НАПРАВЛЕННОЙ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОЙ ГОРОДСКОЙ МОБИЛЬНОСТИ

Рассмотрены основные аспекты международного и отечественного опыта проведения транспортной политики, направленной на обеспечение устойчивой городской мобильности.

Ключевые слова: устойчивое развитие; транспортная политика; мобильность; транспорт общего пользования; транспортная инфраструктура; личные легковые автомобили; велосипеды; средства персональной мобильности.

В современных условиях, которые характеризуются наличием глобального энергетического и экономического кризиса, международными организациями проводится работа по установлению таких моделей экономического роста, которые бы способствовали устойчивому мировому развитию, то есть без ущерба для экологии. Одним из наиболее значимых результатов проведения работы в этом направлении на глобальном уровне является Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 г., которая поддержана 193 государствами – членами Организации Объединенных Наций (далее – ООН) в сентябре 2015 г. В этом документе на уровне ООН поставлено 17 целей, направленных на то, чтобы избавить человечество от нищеты, сохранить планету для будущих поколений и построить мирное и открытое общество, обеспечив тем самым достойные условия жизни для всех [1]. Постановка указанных целей предполагает реализацию, как на наднациональном уровне, так и на уровне отдельных государств политики, предусматривающей комплекс, мер по оптимизации управления во всех ключевых отраслях экономики, включая транспортную отрасль. Следует отметить, что в современных условиях под устойчивым развитием транспорта и транспортной инфраструктуры, которые образуют устойчивую транспортную систему или транспортный комплекс (далее – транспортная система), подразумевается не только обеспечение перемещений транспортных средств и населения [2]. Это

обусловлено тем, что устойчивая мобильность является важнейшей составляющей реализации Цели устойчивого развития (ЦУР) ООН № 11, предусматривающей обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и устойчивости развития городов и населенных пунктов. Поэтому для достижения ЦУР № 11 предусматривается, в частности, решать задачи по внедрению устойчивых транспортных систем (задача 11.2), уменьшению негативного воздействия на окружающую среду (задача 11.6) и развитию общественных пространств (задача 11.7) [2]. При этом меры по обеспечению устойчивой городской мобильности направлены не только на достижение ЦУР № 11, но и призваны положительно влиять на реализацию всех остальных ЦУР. Например, внедрение экологически чистых транспортных средств способствует укреплению здоровья населения (влияние на ЦУР № 3). Создание инфраструктуры для движения велосипедов и средств персональной мобильности и стимулирование жителей городов к использованию таких средств передвижения вместо личных автомобилей или внедрение бесплатного проезда в общественном транспорте (далее – транспорт общего пользования) снижают транспортные издержки населения, следовательно, вносят вклад в достижение целей по ликвидации нищеты (ЦУР № 1) и уменьшению неравенства (ЦУР № 10), бесперебойное функционирование транспорта способствует снижению издержек в экономике (ЦУР № 2) и т. д. Таким образом, обеспечение устойчивой городской мобильности – это комплекс мер в области транспортной политики, способствующих достижению целей устойчивого развития в целом [2]. Следовательно, исходя из необходимости в обеспечении устойчивой городской мобильности, меняются и подходы к оценке эффективности транспортной политики. Так, наряду с оценкой эффективности мер, связанных с обеспечением непосредственно транспортной деятельности, оценивается косвенный эффект от мер, направленных на обеспечение положительного влияния, оказываемого транспортом на экологию, здравоохранение, городскую среду и иные социальные вопросы.

Принятая ООН повестка в области устойчивого развития полностью согласуется с повесткой Европейского союза (далее – ЕС), направленной, прежде всего, на: снижение вредного воздействия транспорта на окружающую среду, обеспечение безопасности дорожного движения, качество предоставляемых услуг, комплексное развитие и эффективное использование коммуникаций для всех видов передвижений.

Данные положения транспортной политики ЕС прописаны в 1992 г. в, так называемой, «Белой книге», представляющей собой, по сути, стратегию Европейской транспортной политики на период

до 2010 г. (далее – Белая книга¹ 2010 г.) [3]. В Белой книге 2010 г. была сформулирована главная задача транспортной политики в области перевозок пассажиров, которая состояла в реализации конституционного права человека на обеспечение возможности надежного и комфортного передвижения. Вышеуказанная задача решалась, главным образом, за счет мер государственного регулирования вопросов комплексного развития и эффективного использования транспортной инфраструктуры, поскольку применение такого подхода позволяет в той или иной мере улучшить экологию, повысить безопасность движения, а также обеспечить эффективность и качество услуг по перевозкам пассажиров, выполняемых всеми видами транспорта общего пользования.

В качестве показательных примеров применения мер государственного регулирования по успешному воплощению в жизнь главной задачи, поставленной Белой книгой 2010 г., представляется целесообразным отметить некоторые аспекты опыта Нидерландов, Германии и Франции. Так, например, правительством Нидерландов приняты меры по повышению пропускной способности существующей дорожной сети, прежде всего, за счет применения фискальных методов, стимулирующих население меньше пользоваться личными легковыми автомобилями, особенно в наиболее напряженные часы суток. К таким методам следует отнести, в первую очередь, повышение акцизов на топливо при одновременном снижении дорожных сборов. Причем, на покрытие убытков от дорожных сборов перераспределяются все дополнительные средства, полученные вследствие повышения цены на топливо. Таким образом, тот житель Нидерландов, который реже пользуется своим автомобилем, будет на этом экономить. Вместе с тем, нельзя не отметить, что данные меры отнюдь не повлияли на качество жизни населения, так как значительные бюджетные средства направлялись и на развитие транспорта общего пользования, и на стимулирование населения больше пользоваться велосипедами и средствами персональной мобильности, что в конечном итоге поспособствовало, как снижению количества вредных выбросов в атмосферу, так и более рациональному использованию городской транспортной инфраструктуры. С этой же целью в Нидерландах за счет налоговых льгот оказывается материальная поддержка и субъектам хозяйствования, поощряющим своих рабочих и служащих при поездках на работу и с работы совместно использовать легковые автомобили либо пользоваться общественным транспортом.

¹Белая книга – официальное сообщение в письменном виде, обычно этот термин применяется в США, Великобритании, Ирландии и других англоговорящих странах, а также в рамках ЕС (https://ru.wikipedia.org/wiki/Белая_книга).

А, например, в Германии ставка дорожного налога варьируется в зависимости от количества пассажиров, следующих одновременно в одном автомобиле. На стимулирование населения к уменьшению использования личных легковых автомобилей в самые напряженные часы суток направлено внедрение с 2001 г. системы взимания платы за проезд (при помощи электронных средств) в зависимости от времени суток. В некоторых европейских странах жители получают компенсацию за отказ от езды на автомобиле (Франция) или платят налоги за выбросы углекислого газа (Германия) [4].

Важная роль в стимулировании населения к уменьшению использования личных легковых автомобилей в самые напряженные часы суток отводится мерам по рациональному размещению и использованию парковок. С этой целью применяются следующие меры организационного характера и экономического стимулирования, направленные на оптимизацию парковочного пространства [5, 6]:

- предпочтение отдается внеуличным парковкам, а не парковкам на проезжей части;

- вводятся ограничения или запреты на расширение парковочного пространства (особенно в центральных районах), а также применяется практика сокращения уличных парковок пропорционально увеличению внеуличных парковок в данном районе;

- устанавливаются лимиты на строительство паркингов в новых домах, в зависимости от их удаленности от остановочных пунктов транспорта общего пользования;

- применяется практика запретов на строительство паркингов в новых домах, находящихся на расстоянии до 400 м от остановочных пунктов транспорта общего пользования;

- вводятся ограничения или запреты на устройство парковок в пешеходных зонах;

- устанавливаются физические ограждения (в виде тумб, шлагбаумов) для парковки автомобилей на тротуарах, пешеходных и велосипедных дорожках, общественных местах;

- устраиваются «перехватывающие» парковки в крупных транспортно-пересадочных узлах;

- применяется практика обустройства парковок на узких улицах в шахматном порядке, что заставляет водителей снижать скорость и двигаться зигзагами;

- вводятся прогрессивные тарифы на пользование парковочными местами возле крупных узлов транспортного тяготения и уличными парковками в зависимости от времени суток и района города;

- устанавливаются различные условия пользования парковочными местами по месту жительства для местных жителей и посторонних;

– применяется резервирование гарантированных свободных мест на парковочных площадках;

– внедряются удобные системы оплаты за пользования парковочными местами (например, с помощью мобильных приложений);

– устанавливаются ограничения или запреты на парковку в центральных районах автомобилям с низкими экологическими характеристиками;

– используются системы информирования водителей о наличии свободных парковочных мест;

– применяются интеллектуальные системы контроля и взимания платы за парковку.

Еще более тесно увязана с ЦУР новая стратегия транспортной политики, принятая ЕС в 2011 г. на период до 2050 г., так называемая, Белая книга «Транспорт-2050: План создания единого европейского транспортного пространства – стремление к достижению конкурентной и ресурсосберегающей транспортной системы» (далее – Белая книга 2050 г.).

В Белой книге 2050 г. поставлены цели по:

– созданию единого транспортного рынка и повышению уровня мобильности всех категорий населения, в том числе людей, имеющих физические ограничения;

– сокращению на 60 % выбросов от транспорта в атмосферу;

– освобождению центров городов от бензиновых автомобилей;

– обеспечению нулевой смертности от дорожно-транспортных происшествий в пределах городских агломераций.

В качестве основного механизма по достижению этих целей в Белой книге 2050 г. закреплена задача по разработке и реализации Планов устойчивой мобильности (Sustainable Urban Mobility Plan или SUMP), как составной и неотъемлемой части системы городского планирования. При этом важно отметить, что основополагающие принципы организации и выполнения работ по разработке Планов устойчивой мобильности были ранее сформулированы в ряде документов Еврокомиссии, таких как, доклад от 11.02.2004 «Towards a thematic strategy on the urban environment» («О стратегии развития городской среды») (далее – доклад ЕК 2004 г.) [7] и Зеленая книга² ЕК от 25.09.2007

²Зеленая книга – это предварительный правительственный отчет и консультационный документ (в Соединенном Королевстве, странах Содружества, Гонконге, США и ЕС), содержащий предложения об изменении политики, и предназначенный для обсуждения (проект концепции государственной политики по определенному вопросу). (https://ru.wikipedia.org/wiki/Зеленая_книга, https://alphapedia.ru/w/Green_paper).

«Green Paper «Towards a new culture for urban mobility» («На пути к новой культуре городской мобильности») (далее – Зеленая книга ЕК 2007 г.) [8]. В докладе ЕК 2004 г. были сформулированы предложения по распределению полномочий по государственному регулированию транспортной деятельности между национальными органами управления транспортом и местными органами власти. В соответствии с вышеуказанным порядком распределения полномочий, в государствах – членах ЕС полномочия по установлению правовых основ регионального и местного планирования закрепляются за национальными органами управления транспортом, которые должны подготавливать рекомендации по разработке планов устойчивой мобильности, контролировать качество реализации таких планов, а также их соответствие целям национальной транспортной политики. На местные органы власти в государствах – членах ЕС возлагаются полномочия по реализации транспортной политики в части, касающейся разработки и реализации планов устойчивой мобильности на подведомственной территории. Важно также отметить, что в докладе ЕК 2004 г. [7] было сосредоточено внимание на необходимости применения комплексного подхода, который состоит в обязательной координации планов устойчивой мобильности на подведомственной территории с планами в сфере градостроительства, землепользования и охраны окружающей среды [3].

В Зеленой книге ЕК 2007 г. [8] понятие «устойчивая городская мобильность» уточнено в связи с необходимостью оптимизации использования разных видов транспорта и переходом к интермодальному принципу перевозки пассажиров, который представляет собой, по сути, рациональное совершение перемещений, как посредством пользования услугами транспорта общего пользования, так и посредством использования личных автомобилей (мотоциклов, велосипедов и средств персональной мобильности) или ходьбой [3].

Стратегические подходы к обеспечению транспортной мобильности, сформулированные в Белой книге 2050 г., актуализированы в 2016 г. в принятой ЕК Стратегии мобильности с низким уровнем выбросов (A European Strategy for Low-Emission Mobility [COM(2016) 501]) (далее – Стратегия ЕК 2016 г.) [9]. В Стратегии ЕК 2016 г., с учетом широкого внедрения инновационных систем взимания оплаты за проезд и парковку, отмечена необходимость в использовании баз данных, формируемых такими системами, для разработки мероприятий по совершенствованию управления дорожным движением и развитию маршрутной сети. Помимо того, в Стратегии ЕК 2016 г., определены такие направления решения задачи по обеспечению устойчивой городской мобильности, как создание безбарьерной среды для инвалидов, создание условий для пешеходного

движения, движения с использованием велосипедов и средств персональной мобильности, обеспечение приоритетного развития и функционирования транспорта общего пользования.

Показательными примерами реализации стратегии транспортной политики ЕС на период до 2050 г. являются планы устойчивой мобильности, разработанные для таких крупных городов, как Вена, Барселона, Берлин. Изучение опыта реализации таких планов показало, что их цель состояла в создании условий, стимулирующих население к удовлетворению своих потребностей населения в перемещениях наиболее экологически чистыми способами (пешком, посредством использования средств персональной мобильности, а также услуг транспорта общего пользования). При этом достижение данной цели предусматривалось не столько за счет реализации мероприятий по оптимизации работы транспорта общего пользования и совершенствованию организации дорожного движения, сколько за счет мероприятий градостроительного характера по изменению планировочной структуры для формирования более компактных пешеходных зон с наличием удобного доступа к услугам транспорта общего пользования, а также к инфраструктуре, позволяющей осуществлять поездки посредством использования велосипедов и средств персональной мобильности.

Изучение отечественного опыта проведения транспортной политики показало, что исторически улучшение транспортного обслуживания городского населения и повышение эффективности использования пассажирских транспортных средств в СССР достигалось посредством реализации планов по комплексному развитию транспорта общего пользования в виде, так называемых, комплексных транспортных схем. Комплексные транспортные схемы разрабатывались на основе всестороннего анализа системы городских перевозок пассажиров транспортом общего пользования, определения перспектив ее развития, обоснования и внедрения комплекса взаимосвязанных по срокам и ресурсам мероприятий по совершенствованию условий для обеспечения бесперебойного и эффективного функционирования такой системы [10]. К примеру, исходя из предписаний, содержащихся в письме Министерства автомобильного транспорта РСФСР от 22 июня 1984 г. № АВ-14/949 «Об утверждении и практическом использовании Руководства по организации пассажирских перевозок в малых и средних городах» [10], проведение анализа системы городских перевозок пассажиров в городах с населением свыше 250 тысяч жителей должно было осуществляться в рамках разработки комплексных транспортных схем, которые разрабатывались во исполнение постановления Совета Министров СССР от 26 декабря 1967 г. № 1152 «О мерах по улучшению

обслуживания населения городским пассажирским транспортом». Разработчиками комплексных транспортных схем являлись научно-исследовательские и проектные организации, компетентные в вопросах градостроительства (в том числе в вопросах разработки генеральных планов), подведомственные или Государственному комитету Совета Министров СССР по делам строительства, или Государственным комитетам по делам строительства при Советах Министров союзных республик. Для малых и средних городов анализ системы городских перевозок пассажиров должен был проводиться научно-исследовательскими организациями, компетентными в вопросах организации перевозок пассажиров и подведомственных Министерством автомобильного транспорта союзных республик с периодичностью не реже одного раза в 5 лет, как правило, в рамках мероприятий программ или планов развития перевозок пассажиров автобусами [10].

Данный подход в полной мере соответствовал политике по совершенствованию организации транспортного обслуживания населения в РСФСР, приоритет в которой закономерно отводился развитию перевозок пассажиров в регулярном сообщении транспортном общего пользования, поскольку обеспеченность населения личными легковыми автомобилями в то время была незначительной (например, в 1970 г. обеспеченность населения РСФСР и БССР личными легковыми автомобилями составляла 6 шт./1000 чел. и 4 шт./1000 чел. соответственно [11]). По этой причине политика по совершенствованию организации транспортного обслуживания населения в РСФСР была направлена на решение главной задачи автотранспортных предприятий и организаций, закрепленной частью первой пункта 3 Устава автомобильного транспорта РСФСР, утвержденного Постановлением Совета Министров РСФСР от 8 января 1969 г. № 12 (далее – Устав автомобильного транспорта РСФСР), которая заключалась, прежде всего, в полном удовлетворении потребностей народного хозяйства и населения в автомобильных перевозках [12]. Соответственно изучение потребностей населения в автомобильных перевозках в регулярном сообщении являлось одним из важнейших условий для ее решения. Исходя из этого, Правилами организации пассажирских перевозок на автомобильном транспорте, утвержденными Приказом Министерства автомобильного транспорта РСФСР от 31 декабря 1981 г. № 200 (далее – Правила организации пассажирских перевозок в РСФСР), вопросы обследования и изучения пассажирских потоков позиционировались в качестве неотъемлемой части процесса организации перевозок пассажиров, а материалы таких обследований должны были использоваться автотранспортными предприятиями в качестве основы для разработки рациональных маршрутных схем, предусматривающих,

при необходимости, открытие новых и изменение направления существующих маршрутов; выбор типа и определение количества подвижного состава на маршрутах (абзацы второй и третий пункта 5 Правил организации пассажирских перевозок в РСФСР) [13]. Помимо того, для обеспечения изучения потребностей населения в автомобильных перевозках Правилами организации пассажирских перевозок в РСФСР были закреплены требования к видам обследований пассажиропотоков (пункт 36) и периодичности их проведения (сплошных на всей маршрутной сети – не реже одного раза в три года, выборочных на отдельных маршрутах – не реже двух раз в год, а на вновь открытых маршрутах – после трех-четырёх месяцев регулярной работы автобусов) (пункт 37), методам проведения обследований пассажиропотоков (пункты 38–39). Правила организации пассажирских перевозок в РСФСР содержали также Методические указания по совершенствованию транспортного обслуживания населения городов в часы «пик» (приложение 11) [13].

Несмотря на отсутствие в СССР общесоюзного органа государственного управления в области автомобильного транспорта, во всех союзных республиках транспортная политика формировалась хотя и самостоятельно с учетом местных условий, но руководствуясь едиными принципами, прописанными в Уставах автомобильного транспорта, которые разрабатывались на основе Устава Министерства автомобильного транспорта РСФСР, использовавшегося в качестве образца (модели). Так, например, по аналогии с частью первой пункта 3 Устава автомобильного транспорта РСФСР, одной из важнейших составляющих главной задачи автотранспортных предприятий, находящихся на территории Белорусской ССР, согласно части первой пункта 3 Устава автомобильного транспорта Белорусской ССР, утвержденного Постановлением Совета Министров БССР от 24 июля 1969 г. № 256, являлось полное удовлетворение потребностей народного хозяйства и населения в автомобильных перевозках [14]. Для обеспечения решения этой задачи, согласно подпункту 13.1 пункта 13 Положения о Министерстве автомобильного транспорта Белорусской ССР, утвержденного Постановлением Совета Министров БССР от 13 апреля 1971 г. № 108 (далее – положение о Минавтотрансе БССР), Министерству автомобильного транспорта БССР были предоставлены полномочия по изучению потребностей народного хозяйства и населения в перевозках пассажиров автомобильным транспортом на территории республики [15]. В рамках реализации данных полномочий Министерством автомобильного транспорта БССР принимались соответствующие меры правового регулирования. Так,

например, согласно пункту 2 основных мероприятий по совершенствованию организации пассажирских перевозок, утвержденных Приказом министра автомобильного транспорта БССР от 16 февраля 1977 г. № 24-Ц «О мерах по дальнейшему улучшению обслуживания населения пассажирским транспортом», начальникам облавтоуправлений и Минского городского управления автобусного транспорта предписывалось с периодичностью 1 раз в 2 года проводить мероприятия по изучению пассажиропотоков с целью выявления фактического состояния обслуживания пассажиров на каждом маршруте по часам суток, в рабочие и выходные дни [16]. Кроме того, в План научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ Министерства автомобильного транспорта БССР включались научно-исследовательские работы по тематике, связанной с совершенствованием транспортного обслуживания городов и районов республики. По результатам обследований пассажиропотоков, выполнявшимся в рамках вышеуказанных научно-исследовательских работ, подготавливались и впоследствии реализовывались мероприятия по оптимизации маршрутных сетей, сокращению непроизводительных пробегов, повышению качества и безопасности перевозок пассажиров. В отличие от Министерства автомобильного транспорта БССР у Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь отсутствуют полномочия по организации перевозок пассажиров в городах (по аналогии с полномочиями, установленными абзацем вторым подпункта 13.2 пункта 13 Положения о Минавтотрансе БССР), а также отсутствуют и полномочия по изучению потребностей населения в городских перевозках пассажиров (по аналогии с полномочиями, установленными подпунктом 13.1 пункта 13 Положения о Минавтотрансе БССР) [15]. Полномочия на осуществление этой работы предоставлены местным исполнительным и распорядительным органам (абзац тридцатый статьи 41 Закона Республики Беларусь от 4 января 2010 г. № 108-З «О местном управлении и самоуправлении в Республике Беларусь» [17], абзац второй части первой статьи 12 Закона Республики Беларусь от 14 августа 2007 г. № 278-З «Об автомобильном транспорте и автомобильных перевозках» [18] и абзац третий части первой статьи 9 Закона Республики Беларусь от 5 мая 2014 г. № 141-З «О городском электрическом транспорте и метрополитене» [19]). Отдельные функции, касающиеся содержания работ по реализации вышеуказанных полномочий, закреплены в части второй статьи 23 статьи 12 Закона Республики Беларусь «Об автомобильном транспорте и автомобильных перевозках» [18] и части третьей статьи 12 Закона Республики Беларусь «О городском электрическом транспорте и метрополитене» [19] в форме услуг оператора, и включают в себя (обобщенно):

– изучение пассажиропотоков на маршрутах автомобильных перевозок пассажиров в регулярном сообщении, а также на маршрутах перевозок пассажиров городским электрическим транспортом в регулярном сообщении и (или) метрополитеном и внесение при необходимости изменений в расписания либо интервалы движения транспортных средств;

– определение объема транспортной работы и объема перевозок автомобильных перевозок пассажиров в регулярном сообщении, а также перевозок пассажиров городским электрическим транспортом в регулярном сообщении и (или) метрополитеном;

– обследование состояния дорог, улиц и проездов городов (населенных пунктов), пассажирских терминалов и остановочных пунктов на маршрутах автомобильных перевозок пассажиров в регулярном сообщении, а также на маршрутах перевозок пассажиров городским электрическим транспортом в регулярном сообщении;

– формирование маршрутов автомобильных перевозок пассажиров в регулярном сообщении, а также маршрутов перевозок пассажиров городским электрическим транспортом в регулярном сообщении на определенной территории в соответствии с потребностями населения в таких перевозках;

– координацию расписаний либо интервалов движения транспортных средств автомобильного транспорта, городского электрического транспорта и (или) транспортных средств метрополитена по маршрутам автомобильных перевозок пассажиров, а также по маршрутам перевозок пассажиров городским электрическим транспортом в регулярном сообщении и (или) метрополитеном.

Методические материалы, касающиеся порядка проведения работ по организации перевозок пассажиров в регулярном сообщении, входящих в услуги оператора, содержатся в справочных и учебных пособиях по транспортному планированию, но не закреплены в качестве официальных рекомендаций Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь.

Как было отмечено выше, вопросы, связанные с обеспечением транспортного обслуживания городов, ранее входили не только в компетенцию Министерства автомобильного транспорта БССР, но и Государственного комитета по делам строительства при Совете Министров БССР (далее – Госстрой БССР). Обусловлено это было тем, что одной из задач Госстроя БССР являлось обеспечение градостроительной деятельности, включая выполнение функций заказчика генеральных планов городов. В рамках выполнения этих функций в полномочия Госстроя БССР входило методическое обеспечение работ по проектированию сетей пассажирского транспорта,

которые в обязательном порядке осуществлялись при подготовке генеральных планов городов, детальных планов отдельных городских районов, комплексных транспортных схем и иных градостроительных проектов. Для методического обеспечения данных проектных работ устанавливались республиканские строительные нормы (РСН), утверждаемые Госстроем БССР. Показательным примером такого нормативного документа является РСН 51-81 Инструкция по проектированию сетей пассажирского транспорта в городах Белорусской ССР [20]. Данным документом предусматривались как нормируемые количественные показатели и критерии, используемые при проектировании сетей пассажирского транспорта, так и методические положения (инструкции) по порядку проведения таких проектных работ.

Следует отметить, что и на современном этапе развития Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь в соответствии с подпунктом 4.1. пункта 4 Положения о Министерстве архитектуры и строительства Республики Беларусь, утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 31 июля 2006 г. № 973 (далее – Положение о Минстройархитектуры), обеспечивает проведение государственной политики в области градостроительной деятельности, а также «выступает заказчиком по разработке градостроительных проектов общего планирования (государственной схемы комплексной территориальной организации Республики Беларусь, схем комплексной территориальной организации областей, районов, генеральных планов областных центров, генеральных планов городов областного подчинения и городов-спутников, за исключением городов-спутников г. Минска), градостроительных проектов специального планирования на республиканском уровне, градостроительных проектов территорий особого государственного регулирования» (подпункт 5.38 пункта 5 Положения о Минстройархитектуры) [21]. В соответствии с этими полномочиями приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 31 октября 1997 г. № 462 были утверждены строительные нормы СНБ 3.03.02-97 «Улицы и дороги городов, поселков и сельских населенных пунктов» [22], для практической реализации которых впоследствии были утверждены методические пособия по проектированию сетей городского пассажирского транспорта [23], проектированию сети улиц и дорог городов, поселков и сельских населенных пунктов [24], проведению обследований транспортных потоков и прогнозированию нагрузки сети городских улиц и дорог [25]. Помимо того, с учетом современных тенденций по развитию велосипедного движения постановлением Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 27 декабря 2012 г. № 39

утверждены Методические рекомендации по проектированию велодорожек в населенных пунктах [26].

Важно отметить, что в настоящее время понятие «комплексная транспортная схема» в законодательстве Республики Беларусь не применяется. В то же время в пункте 1 статьи 117 Кодекса Республики Беларусь об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности от 17 июля 2023 г. № 289-3 (далее – Кодекс об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности) закреплено, что «в целях обеспечения эффективных транспортных связей на межселенных территориях, с населенными пунктами, со всеми частями территории населенного пункта, а также доступа к местам работы, отдыха и обслуживания физических лиц при проектировании и развитии населенного пункта предусматривается единая система транспортной инфраструктуры, включающая республиканскую и местные системы транспортной инфраструктуры», а создание такой системы, согласно пункту 2 статьи 117 Кодекса об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности, осуществляется в рамках градостроительных проектов общего планирования и разрабатываемых на их основе градостроительных проектов специального планирования [27]. При этом под транспортной инфраструктурой понимается «совокупность транспортных коммуникаций и сооружений, предназначенных для движения транспортных средств, пешеходов, перемещения пассажиров, багажа и грузов, в том числе продукции, обеспечения эксплуатации, хранения, технического обслуживания и ремонта транспортных средств» (подпункт 1.90 пункта 1 статьи 1 Кодекса об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности) [27]. Таким образом, исходя из анализа вышеуказанных предписаний Кодекса об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности, проектирование транспортных коммуникаций и сооружений является обязательной составной градостроительных проектов общего планирования, в том числе генеральных планов городов.

Поскольку Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь является заказчиком генеральных планов областных центров, генеральных планов городов областного подчинения и городов-спутников, за исключением городов-спутников г. Минска (подпункт 4.1. пункта 4 Положения о Минстройархитектуры), то заказчиком генерального плана г. Минска является Минский горисполкомом, а заказчиками генеральных планов населенных пунктов (кроме областных центров, г. Минска) – местные исполнительные и распорядительные органы [21]. Однако несмотря на то, что заказчиком генеральных планов областных центров, генеральных планов городов

областного подчинения и городов-спутников, за исключением городов-спутников г. Минска, является Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, проведение данной работы не обходится без участия областных исполнительных комитетов. Подтверждением тому является наличие у них полномочий на внесение в Совет Министров Республики Беларусь на утверждение генеральных планов областных центров (подпункт 5.1 пункта 5 статьи 24 Кодекса об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности) [27].

Обобщая результаты изучения отечественного опыта проведения транспортной политики, можно сделать вывод о том, что наиболее широкими полномочиями по проведению транспортной политики, направленной на обеспечение устойчивой городской мобильности обладают местные исполнительные и распорядительные органы областного территориального уровня. По этой причине местные исполнительные и распорядительные органы областного территориального уровня, как наиболее заинтересованные в обеспечении бесперебойного функционирования системы городского пассажирского транспорта, в комплексе с созданием правовых, градостроительных, экологических и иных условий для удобного и безопасного проживания городского населения, должны выступать заказчиками разработки планов устойчивой городской мобильности.

1. Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН от 25 сентября 2015 года 70/1. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. [Электронный ресурс] / Организация объединенных наций. Официальный сайт. – Режим доступа: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/92/PDF/N1529192.pdf?OpenElement>. – Дата доступа 10.08.2023.

2. Комаров, В.М. Стратегии устойчивой мобильности: лучшие мировые практики [Электронный ресурс] / Комаров В.М., Акимова В. В // Экономическая политика. – 2021. – № 1. – С. 82–103. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/strategii-ustoychivoy-mobilnosti-luchshie-mirovye-prakt>. – Дата доступа 10.08.2023.

3. Леончик, В.П. Устойчивая мобильность в городах, удобных для жизни. Глобальные вызовы и новые подходы /В. П. Леончик, О. Е. Долинина. – Минск: Фонд им. Фридриха Эберта, 2019. – С. 5–15.

4. Ачох, Ю.Р. Концепция устойчивого развития и формирования «зеленой экономики» [Электронный ресурс] / Ачох Ю.Р. // Московский экономический журнал. – 2022. № 10. – С. 232–240. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-ustoychivogo-razvitiya-i-formirovaniya-zelyonoy-ekonomiki/viewer>. – Дата доступа 10.08.2023.

5. Maršanić R. Planning Model of Optimal Parking Area Capacity / R. Maršanić, Z. Zenzerović, E. Mrnjavac // Promet – Traffic&Transportation. – 2010. – Vol. 22, N 6. – P. 449–457.

6. Arnott R. Modeling parking / R. Arnott, J. Rowse // Journal of Urban Economics. – 1999. – Vol. 45, N 1. – P. 97–124.

7. «Towards a thematic strategy on the urban environment», Brussels, 11.02.2004, COM (2004) 60 final [Электронный ресурс] // European sources. Информационный сайт. – Режим доступа: <https://www.europeansources.info/record/towards-a-strategy-on-the-urban-environment-eurocities-statement/>. – Дата доступа 11.08.2023.

8. Green Paper «Towards a new culture for urban mobility» [Электронный ресурс] // European Commission. Официальный сайт. – Режим доступа: https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/clean-transport/urban-mobility/green-paper-urban-mobility_en. – Дата доступа 11.08.2023.

9. A European Strategy for Low-Emission Mobility [Электронный ресурс] // EUR-Lex. Официальный сайт. – Режим доступа: <https://eur-lex.europa.eu/> – Дата доступа 11.08.2023.

10. Руководство по организации пассажирских перевозок в малых и средних городах / исполнители Г. А. Гуревич, Л. И. Свердлин, Р. В. Тхайцуква ; Государственный научно-исследовательский институт автомобильного транспорта (НИИАТ). – М.: НИИАТ, 1984. – 85 с.

11. Транспорт и связь СССР: Статистический сборник / Гос. ком. СССР по статистике, Информ.-изд. центр. – М.: Финансы и статистика, 1990. – 238 с.

12. Устав автомобильного транспорта РСФСР. М., «Транспорт», 1970, – 35 с.

13. Об утверждении Правил организации пассажирских перевозок на автомобильном транспорте [Электронный ресурс] приказ Министерства автомобильного транспорта РСФСР, 31 дек. 1981 г., № 200 // Контур Норматив. Информационный сайт. – Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=13537>. – Дата доступа 14.08.2023.

14. Сборник приказов постановлений коллегии, инструкций и указаний Министерства автомобильного транспорта БССР. Минск, Польша, 1979, ч. 1, С. 10 – 42.

15. Сборник приказов постановлений коллегии, инструкций и указаний Министерства автомобильного транспорта БССР. Минск, Польша, 1979, ч. 1, С. 3 – 10.

16. Сборник приказов постановлений коллегии, инструкций и указаний Министерства автомобильного транспорта БССР. Минск, Польша, 1979, ч. 2, С. 86 – 89.

17. О местном управлении и самоуправлении в Республике Беларусь [Электронный ресурс] с изм. и доп. от 18.12.2019 № 273-З и от 31.12.2021 № 141-З: Закон Респ. Беларусь от 4 янв. 2010 г., № 108-З : принят Палатой представителей 11 дек. 2009 г. : одобр. Советом Респ. 17 дек. 2009 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

18. Об автомобильном транспорте и автомобильных перевозках [Электронный ресурс] с изм. и доп. от 17.07.2017 № 50-З и от 18.07.2022 № 196-З: Закон Респ. Беларусь от 14 авг. 2007 г., № 278-З : принят Палатой представителей

14 июля 2007 г. : одобр. Советом Респ. 29 июля 2007 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

19. О городском электрическом транспорте и метрополитене [Электронный ресурс] с изм. и доп. от 09.01.2018 № 91-3 и от 09.01.2019 № 169-3 : Закон Респ. Беларусь от 5 мая 2014 г., № 141-3 : принят Палатой представителей 10 апр. 2014 г. : одобр. Советом Респ. 22 апр. 2014 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

20. Инструкция по проектированию сетей пассажирского транспорта в городах Белорусской ССР : РСН 51-81 / Госстрой БССР : [Срок введ. в действие 01.07.82]. – Минск : Белцентрнотинформ, 1982. – 63 с.

21. Вопросы Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 31 июля 2006 г., № 973 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

22. СНБ 3.03.02-97. Улицы и дороги городов, поселков и сельских населенных пунктов : Строительные нормы Республики Беларусь: дата введения 1998-01-01 / Минстройархитектуры Республики Беларусь. – Изд. официальное. – Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь , 1998. – 32 с.

23. Пособие ПЗ-01 к СНБ 3.03.02-97. Проектирование сетей городского пассажирского транспорта : Пособие к строительным нормам Республики Беларусь: дата введения 2002-07-01 / Минстройархитектуры Республики Беларусь. – Изд. официальное. – Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь , 2002. – 64 с.

24. Пособие П1-99 к СНБ 3.03.02-97. Сеть улиц и дорог городов, поселков и сельских населенных пунктов : Пособие к строительным нормам Республики Беларусь: дата введения 1998-01-01 / Минстройархитектуры Республики Беларусь. – Изд. официальное. – Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь , 1998. – 64 с.

25. Пособие П2-99 к СНБ 3.03.02-97. Обследование транспортных потоков и прогнозирование нагрузки сети городских улиц и дорог : Пособие к строительным нормам Республики Беларусь: дата введения 1998-01-01 / Минстройархитектуры Республики Беларусь. – Изд. официальное. – Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь , 1998. – 58 с.

26. Методические рекомендации по проектированию велодорожек в населенных пунктах, утвержденные постановлением Министерства строительства и архитектуры Республики Беларусь, 27 дек. 2012 г., № 39 [Электронный ресурс] : // Yandex.By. Информационный сайт – Режим доступа: <https://docviewer.yandex.by/view/1130000014775632/?page=D>. – Дата доступа: 14.08.2023.

27. Кодекс Республики Беларусь об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности [Электронный ресурс] : 17 июля 2023 г. № 289-3 : принят Палатой представителей 28 июня 2023 г. : одобр. Советом Респ. 30 июня

2023 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

*Yakubovich Sergey, Deputy General Director – Scientific Secretary,
Master of Technical Sciences*

Goldman Gennadi, Senior Research Associate
*Belarusian Research Institute of Transport «Transtekhnika»,
e-mail: autozd@niit.by, Platonova str., 22A, Minsk, 220005, Belarus*

EXPERIENCE IN IMPLEMENTING TRANSPORT POLICIES AIMED AT ENSURING SUSTAINABLE URBAN MOBILITY

The main aspects of international and national experience in the implementation of transport policy aimed at ensuring sustainable urban mobility are discussed.

Keywords: sustainable development; transport policy; mobility; public transport; transport infrastructure; cars; bicycles; means of personal mobility.

*Костюк Юрий Константинович, Государственное учреждение
Транспортная инспекция Минтранса Республики Беларусь
(Беларусь, Минск),
e-mail: kostiykYK@mtkrbti.by, 220088, г. Минск, ул. Смоленская, 15*

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ОБЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЯ ПЕРЕВОЗОК ПассаЖИРОВ В НЕРЕГУЛЯРНОМ СООБЩЕНИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Рассмотрены результаты проведения контроля за соблюдением автомобильными перевозчиками законодательства в области транспортной деятельности за 2017–2023 годы, а также основные нововведения в правовое регулирование общественных отношений в области организации и выполнения автомобильных перевозок пассажиров в нерегулярном сообщении в части, касающейся порядка обеспечения формирования и функционирования государственного информационного ресурса «Реестр автомобильных перевозок пассажиров в нерегулярном сообщении».

Ключевые слова: контроль; автомобильные перевозки пассажиров в нерегулярном сообщении; законодательство; реестр; сведения; административная процедура.

Анализ результатов проведения контроля за соблюдением автомобильными перевозчиками законодательства в области транспортной деятельности за 2017–2023 годы показал, что после отмены в 2017 году лицензирования автомобильных перевозок пассажиров в нерегулярном сообщении, в том числе автомобилями-такси (далее – автомобильные перевозки пассажиров в нерегулярном сообщении), количество выявляемых нарушений законодательства (в расчете на каждое проверенное пассажирское транспортное средство), увеличилось в 30 раз с 0,03 в 2018 году до 0,9 в 2023 году. Результаты данного анализа также показали, что основными причинами и условиями, способствующими такому существенному увеличению количества допускаемых нарушений законодательства в области транспортной деятельности, явились пробелы в законодательстве, обеспечивающие его исполнение.

С целью устранения вышеуказанных пробелов в законодательстве, а также для обеспечения безопасности автомобильных перевозок, создания условий для добросовестной конкуренции и повышения

качества оказываемых услуг, Президентом Республики Беларусь 25 января 2024 года был подписан Указ «Об автомобильных перевозках пассажиров» (далее – Указ № 32) [1], ряд положений которого вступил в силу со дня его подписания. Основным нововведением законодательства, предусмотренным Указом № 32, является создание государственного информационного ресурса «Реестр автомобильных перевозок пассажиров в нерегулярном сообщении» (далее – реестр), который предназначен для ведения учета, а также предоставления сведений о диспетчерах, перевозчиках, транспортных средствах и водителях, способных предоставлять услуги в области транспортной деятельности без нарушения требований законодательства. Важно отметить, что для стимулирования перевозчиков и диспетчеров в активном наполнении реестра на начальном этапе его формирования, в соответствии с абзацами четвертым и пятым пункта 11 Указа № 32, включение сведений в реестр в период с 1 августа по 31 октября 2024 года предусмотрено без взимания государственной пошлины [1]. Принятие такого рода мер обусловлено тем, что, согласно требованиям подпункта 2.1 пункта 2 и абзаца пятого пункта 11 Указа № 32, с 1 ноября 2024 года будет являться незаконной транспортная деятельность и деятельность водителей без включения предусмотренных законодательством сведений в реестр, в период приостановления нахождения в реестре таких сведений, а также передача заказов на автомобильную перевозку пассажиров в нерегулярном сообщении автомобильным перевозчикам и водителям, сведения о которых отсутствуют в реестре [1]. Еще одним важным нововведением законодательства, предусмотренным подпунктом 2.4 пункта 2 Указа № 32, является требование к иностранным диспетчерам об обязательном создании ими юридического лица на территории Республики Беларусь, что позволит улучшить контроль и надзор за деятельностью диспетчеров, а также обеспечить соблюдение ими требований законодательства в области автомобильного транспорта и автомобильных перевозок [1].

Важно отметить, что для обеспечения эффективного применения норм Указа № 32 на практике, принято постановление Совета Министров Республики Беларусь от 1 августа 2024 г. № 565 «О реализации Указа Президента Республики Беларусь от 25 января 2024 г. № 32» (далее – постановление № 565) [2], которым, в частности, утверждены:

- изменения в Правила автомобильных перевозок пассажиров, утвержденные постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 30 июня 2008 г. № 972;

- дополнения в единый перечень административных процедур, осуществляемых в отношении субъектов хозяйствования, утвержденный

постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 24 сентября 2021 г. № 548;

– дополнения в приложение к постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 26 апреля 2024 г. № 322 «Об административных процедурах, осуществляемых в электронной форме»;

– положение о реестре автомобильных перевозок пассажиров в нерегулярном сообщении (далее – положение о реестре);

– положение о порядке предоставления перевозчиком, диспетчером перевозок пассажиров в нерегулярном сообщении, диспетчером такси доступа к используемым в своей деятельности информационным системам и ресурсам.

Согласно положению о реестре [2], его формирование и ведение осуществляется Транспортной инспекцией посредством использования цифровых технологий и в соответствии с Законом Республики Беларусь от 28 октября 2008 г. № 433-З «Об основах административных процедур» [3]. Работа с реестром каждого перевозчика и диспетчера осуществляется через личный кабинет посредством прикрепления электронных копий документов, содержащих сведения о перевозчиках, водителях, диспетчерах, транспортных средствах. Полный перечень таких сведений также закреплен в положении о реестре. Помимо того, в соответствии с пунктом 30 положения о реестре, созданы возможности для пассажиров в режиме онлайн проверять находятся ли сведения о диспетчере, автомобильном перевозчике, его водителе и транспортном средстве в реестре, что позволит пассажирам, как потребителям, удостоверяться в безопасности предоставляемых им услуг.

Рассмотрим порядок осуществления административной процедуры по включению сведений в реестр более подробно (рис. 1).

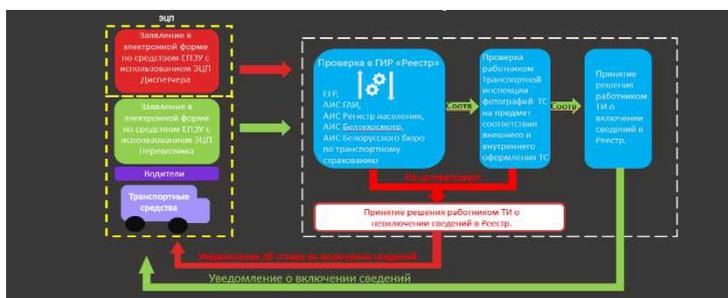


Рис. 1. Принципиальная схема осуществления административной процедуры по включению сведений в реестр

Как видно из схемы, представленной на рисунке 1, диспетчер, а также автомобильный перевозчик, используя электронно-цифровую подпись (далее – ЭЦП), регистрируют сведения в реестре путем заполнения электронного заявления. Поданные ими сведения проверяются программным обеспечением реестра. После чего сведения, указанные в электронном заявлении, дополняются данными различных государственных информационных ресурсов, необходимыми для принятия решения о соответствии диспетчеров, автомобильных перевозчиков, их транспортных средств и водителей нормам законодательства. На заключительном этапе проведения административной процедуры по включению сведений в реестр работником Транспортной инспекции рассматриваются фотографии внутреннего и внешнего оформления транспортного средства на предмет его соответствия требованиям, предъявляемым законодательством.

Впоследствии контроль актуальности включенной в реестр информации производится в автоматическом режиме, не реже одного раза в сутки посредством взаимодействия реестра с иными информационными системами и ресурсами.

К сведениям, включаемым в реестр, относятся:

– в отношении диспетчера (рис. 2): УНП, наименование юридического лица, контактные данные (контактный телефон, e-mail), место нахождения диспетчера, режим работы, используемые товарные знаки и знаки обслуживания, сведения о государственной регистрации используемых для передачи заказов информационных систем и ресурсов, номера телефонов, используемые для приема и передачи заказов, сведения о заключенных договорах об оказании услуг диспетчера автомобильных перевозок пассажиров в нерегулярном сообщении, договорах об оказании услуг диспетчера такси;

– в отношении перевозчика (рис. 3): УНП, наименование юридического лица, фамилия, имя, отчество (при наличии) индивидуального предпринимателя, контактные данные (контактный телефон, e-mail), место нахождения перевозчика, режим работы, используемые товарные знаки и знаки обслуживания, сведения о государственной регистрации используемых для приема заказов информационных систем и ресурсов, номера телефонов, используемые для приема заказов, информация о договорах на получение диспетчерских услуг, сведения о проведении предрейсовых и иных медицинских обследований водителей транспортных средств, сведения о проведении контроля технического состояния транспортных средств перед выездом на линию, сведения об обязательном страховании гражданской ответственности автомобильного перевозчика перед пассажирами, информация о водителях и транспортных средствах;

УИП - [redacted]
 Название юридического лица - [redacted]

Контактные данные

Номер телефона [redacted]
 E-mail [redacted]
 Место нахождения юридического лица [redacted]

Режим работы

пн	09:00 - 18:00	обед(прямые)	13:00 - 14:00
вт	09:00 - 18:00	обед(прямые)	13:00 - 14:00
ср	09:00 - 18:00	обед(прямые)	13:00 - 14:00
чт	09:00 - 18:00	обед(прямые)	13:00 - 14:00
пт	09:00 - 18:00	обед(прямые)	13:00 - 14:00
сб	выходной		
вс	выходной		

Используемые знаки обслуживания, товарные знаки

Сведения о государственной регистрации в Государственном реестре информационных систем и Государственном реестре информационных ресурсов, используемых для приема и передачи заказов информационных систем и ресурсов

Идентификатор информационной системы, ресурса	Номер идентификации государственной регистрации	Дата государственной регистрации
[redacted]	[redacted]	[redacted]

Номера телефонов, используемые для приема и передачи заказов [redacted]

Сведения о заключенных(ых) договорах(ах) об оказании услуг диспетчера автомобильных перевозок пассажиров в направлении сообщений, договоров(ах) об оказании услуг

УИП перевозчика	Номер договора	Дата заключения вклада (даты)	Срок действия договора
[redacted]	4	2024-05-01	2024-12-31
[redacted]	122	2024-09-01	2024-12-31
[redacted]	114	2024-05-01	2024-12-31

Рис. 2. Пример отображения в реестре сведений в отношении диспетчера

УИП юридического лица - [redacted]
 Название юридического лица - [redacted]

Контактные данные

Номер телефона [redacted]
 Адрес электронной почты [redacted]
 Фактический адрес нахождения органа управления юридического лица [redacted]
 Режим работы

пн	10:00 - 18:00
вт	10:00 - 18:00
ср	10:00 - 18:00
чт	10:00 - 18:00
пт	10:00 - 18:00
сб	выходной
вс	выходной

Сведения в отношении используемой для самостоятельного приема и передачи заказов информационной системы и ресурсов

Номера телефонов, используемые для приема и передачи заказов [redacted]
 Используемые знаки обслуживания, товарные знаки [redacted]

Сведения об организации услуг диспетчера автомобильных перевозок

Самостоятельно Да
 Сторонним предприятием по договору об оказании услуг Нет

Сторонним предприятием по договору об оказании услуг: [redacted]

Сведения о заключенных договорах об оказании услуг по проведению контроля технического состояния транспортных средств перед выездом на линию

УИП сторонней организации(ИП)	Номер договора	Дата заключения договора	Срок действия договора
[redacted]	[redacted]	2020-04-03	2025-12-31

Сведения об обязательном страховании гражданской ответственности автомобильного перевозчика перед пассажирами

УИП страховой организации [redacted]
 Номер договора [redacted]
 Дата заключения договора 2023-09-16
 Дата окончания срока действия договора 2024-09-16

Информация о водителе

ФИО	Дата регистрации	Статус
[redacted]	09-10-2024	Активен
[redacted]	05-08-2024	Активен

Информация о транспортных средствах

Номер автомобиля	Дата регистрации	Статус
[redacted]	[redacted]	Активен

Сторонним предприятием по договору об оказании услуг:

УИП диспетчера	Номер договора	Дата заключения договора	Срок действия договора
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

Сторонним предприятием по договору об оказании услуг: [redacted]

Сведения по проведению предвыесовых и иных медицинских обследований водителей механических транспортных средств

Самостоятельно Нет
 Сторонним предприятием по договору об оказании услуг Да

Сведения о заключенных договорах об оказании услуг по проведению предвыесовых и иных медицинских обследований водителей механических транспортных средств

УИП сторонней организации(ИП)	Номер договора	Дата заключения договора	Срок действия договора
[redacted]	127	2018-12-19	2025-12-31

Сведения по проведению контроля технического состояния транспортных средств перед выездом на линию

Самостоятельно Нет
 Сторонним предприятием по договору об оказании услуг Да

Рис. 3. Пример отображения в реестре сведений в отношении перевозчика

– в отношении транспортного средства (рис. 4): регистрационный знак, идентификационный номер кузова (шасси), категория, класс (при наличии) транспортного средства, фотографии транспортного средства оформленного в соответствии с предъявляемыми требованиями (4 ракурса (по одной фотографии с каждой стороны), 2 ракурса внутреннего оформления салона транспортного средства, в том числе с размещенным в нем техническим средством видеофиксации), номер, дата заключения, срок действия, стороны договора, предоставляющего право пользования транспортным средством (в случае, если автомобильный перевозчик не является собственником транспортного средства), виды выполняемых автомобильных перевозок пассажиров в нерегулярном сообщении;



Рис. 4. Пример отображения в реестре сведений в отношении транспортного средства

– в отношении водителя (рис. 5): фамилия, собственное имя, отчество (если таковое имеется), идентификационный номер, рабочие или используемые с согласия водителя личные контактные данные (номер телефона, e-mail), номер, кем и когда выдана, срок действия медицинской справки о состоянии здоровья, подтверждающей годность к управлению механическими транспортными средствами, номер, кем и когда выдан документ об обучении, подтверждающий освоение содержания образовательной программы обучающихся курсов (при выполнении автомобильных перевозок пассажиров автомобилями-такси), серия, номер, кем и когда выдано свидетельство о повышении квалификации водителей механических транспортных средств, за исключением случаев, когда с даты получения водителем водительского удостоверения соответствующей категории не прошло

пяти лет, дата заключения, срок действия трудового договора, стороны трудового договора.

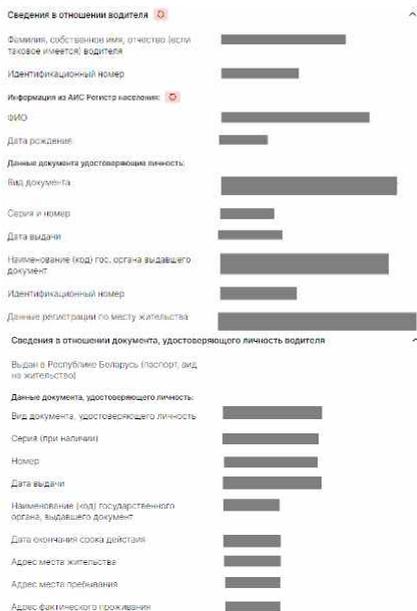


Рис. 5. Пример отображения в реестре сведений в отношении водителя

Важной особенностью программного обеспечения реестра является наличие возможности круглосуточного доступа к сведениям, содержащимся в реестре. Это особенно важно для обеспечения взаимодействия диспетчера, перевозчика и водителя при организации и выполнении автомобильных перевозок пассажиров в нерегулярном сообщении, в том числе автомобилями-такси. Принципиальная схема взаимодействия автомобильного перевозчика с диспетчером при организации и выполнении автомобильных перевозок пассажиров в нерегулярном сообщении посредством использования программного обеспечения реестра представлена на рисунке 6.

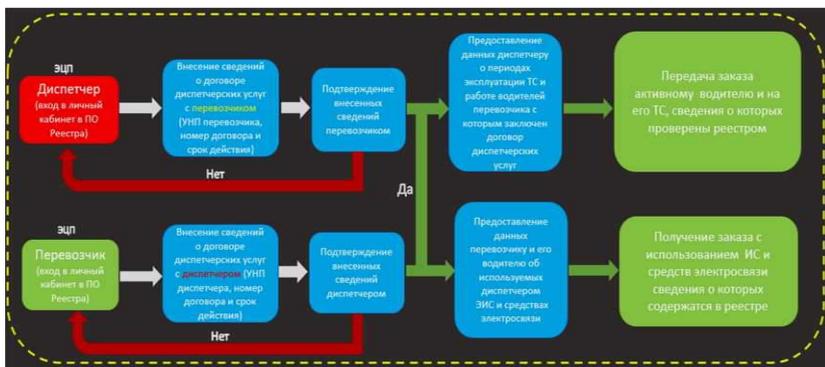


Рис. 6. Принципиальная схема взаимодействия автомобильного перевозчика с диспетчером посредством использования программного обеспечения реестра

Как видно из схемы, представленной на рисунке 6, посредством использования ЭЦП диспетчер и перевозчик могут получать в реестре актуальную информацию, как о своей деятельности, так и о деятельности партнеров (или, иначе говоря, контролировать в реестре свой статус и статус своих партнеров). Обязательным условием для получения доступа к сведениям партнера, необходимым для приема (передачи) заказов, является внесение в реестр данных о заключенных договорах об оказании услуг диспетчера автомобильных перевозок в нерегулярном сообщении (УНП партнера, номер и срок действия договора), как диспетчером, так и автомобильным перевозчиком. Выполнение этого условия расценивается, как подтверждение факта заключения договора об оказании услуг диспетчера автомобильных перевозок в нерегулярном сообщении обеими его сторонами (диспетчером и автомобильным перевозчиком). После чего диспетчер получает доступ к сведениям реестра о режиме работы водителей и периодах эксплуатации транспортных средств автомобильного перевозчика, а автомобильный перевозчик и его водители – к сведениям реестра о диспетчере, электронных системах и средствах электросвязи, используемых им для приема (передачи) заказов. При этом важно отметить, что алгоритм программного обеспечения реестра составлен таким образом, чтобы в автоматическом режиме не позволять присваивать периоды активности в отношении транспортных средств и водителей, несоответствующих требованиям законодательства.

Осуществление контроля за приемом/передачей заказов алгоритмом программного обеспечением реестра также предусмотрено в автоматическом режиме. Для проведения такого контроля диспетчер, а



Рис. 8. Принципиальная схема приема и передачи заказов на перевозку пассажиров посредством API

Необходимость в обеспечении таких функциональных возможностей программного обеспечения реестра обусловлена тем, что с 1 ноября 2024 года диспетчерам запрещается передача заказов на перевозку пассажиров автомобильным перевозчикам, не включившим сведения в реестр. По этой причине для диспетчеров предусмотрена возможность оперативного получения информации о наличии вышеуказанных сведений в Реестре посредством API¹. Получение информации из Реестра посредством API осуществляется в следующем порядке.

После формирования пассажиром в электронной системе диспетчерской службы заказа на перевозку предварительная информация о нем поступает к водителю. При последующем поступлении от водителя в электронную систему диспетчера данных о приеме заказа, электронной информационной системой диспетчера направляется запрос в программное обеспечение реестра о соответствии автомобильного перевозчика, его транспортного средства и водителя требованиям законодательства (рис. 8).

В случае наличия в Реестре таких сведений электронная информационная система диспетчера обеспечивает регистрацию приема заказа водителем, а также уведомляет пассажира о перевозчике, транспортном средстве и водителе, которым передан заказ (рис. 8). Обобщая вышеизложенное, можно сделать вывод о том, что применение цифровых технологий для обеспечения формирования и

¹API – это программный интерфейс, то есть описание способов взаимодействия одной компьютерной программы с другими (<https://ru.wikipedia.org/wiki/API>).

функционирования реестра будет способствовать снижению количества нарушений законодательства в области автомобильных перевозок пассажиров, а также повышению безопасности и качества транспортных услуг.

1. Об автомобильных перевозках пассажиров [Электронный ресурс] : Указ Президента Респ. Беларусь, 25 янв. 2024 г., № 32 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2024.

2. О реализации Указа Президента Республики Беларусь от 25 января 2024 г. № 32 [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 1 августа 2024 г., № 565 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2024.

3. Об основах административных процедур [Электронный ресурс] с изм. и доп. от 07.12.2023 № 314-3: Закон Респ. Беларусь от 28 окт. 2008 г., № 433-3 : принят Палатой представителей 2 окт. 2008 г. : одобр. Советом Респ. 9 окт. 2008 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2024.

*Kostyuk Yuri, State Institution Transport Inspectorate
of the Ministry of Transport of the Republic of Belarus
(Belarus, Minsk),*

e-mail: kostiykYK@mtkrbti.by, 220088, г. Минск, ул. Смоленская, 15

ON IMPROVING THE LEGAL REGULATION OF PUBLIC RELATIONS IN THE FIELD OF ORGANIZATION AND PERFORMANCE OF PASSENGER TRANSPORTATION IN IRREGULAR TRAFFIC USING DIGITAL TECHNOLOGIES

The results of monitoring compliance by automobile carriers with legislation in the field of transport activities for 2017–2023, as well as the main innovations in the legal regulation of public relations in the field of organization and performance of automobile passenger transportation in irregular traffic in terms of the procedure for ensuring the formation and functioning of the state information resource "Register of automobile passenger transportation in irregular traffic" are considered.

Keywords: control; automobile transportation of passengers in irregular traffic; legislation; register; information; administrative procedure.

*Миленский Валерий Семенович, кандидат технических наук,
доцент, заведующий отделом*

*Козлов Валерий Васильевич, старший научный сотрудник
Белорусский научно-исследовательский институт транспорта
«Транстехника» (Беларусь, Минск),
e-mail: st@niit.by, 220005, г. Минск, ул. Платонова, 22А*

ИЗМЕНЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ ГРУЗОПОТОКОВ НА ЕВРО- АЗИАТСКОМ КОНТИНЕНТЕ С УЧЕТОМ НОВОЙ СИТУАЦИИ В ГЕОПОЛИТИКЕ

В статье приводятся факторы, которые повлияли на изменение геополитики на Евро-Азиатском континенте. Приводятся схемы маршрутов международных перевозок грузов и пассажиров. Описаны международные транспортные коридоры и приведена градация маршрутов перевозки по ним. Спрогнозированы перспективы увеличения грузопотоков в рамках морских перевозок через российские порты. Приведена структурная схема Национальной цифровой транспортно-логистической платформы России.

Ключевые слова: грузопоток; международный маршрут перевозки грузов; международный мультимодальный маршрут; международные перевозки грузов; сервис; цифровая платформа.

Одной из задач в области транспортной и логистической деятельности является организация процесса перемещения грузов и пассажиров с минимальными затратами материальных и финансовых средств. В международном сообщении маршруты перевозки прокладываются в рамках международных транспортных коридоров. Схема основных международных маршрутов, проходящих по международным транспортным коридорам (далее, если не указано иное, – международный маршрут), в направлении Китай – Европа и среднее время перевозки грузов по ним приведены на рисунке 1.

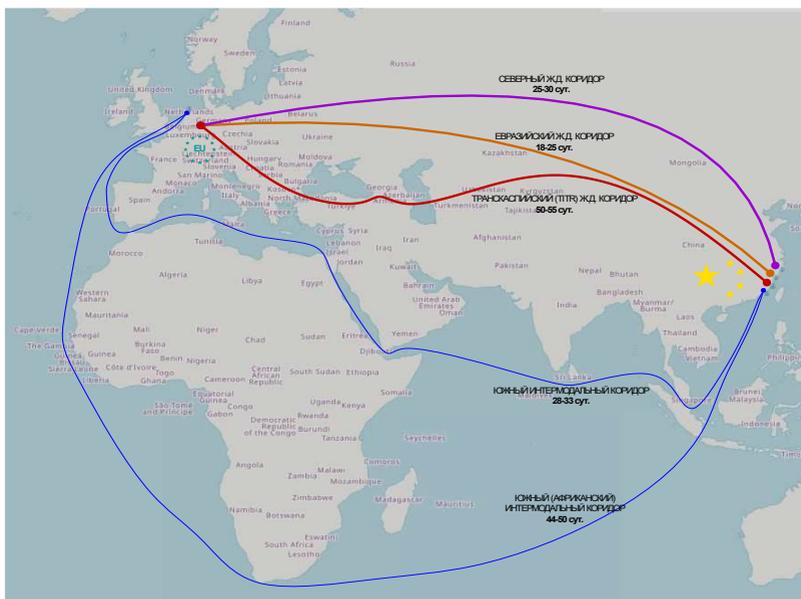


Рис. 1. Схема основных международных маршрутов в направлении Китай – Европа и среднее время перевозки грузов по ним

Важными факторами, повлиявшими на функционирование транспортно-логистической деятельности, стали санкции, введенные США и ЕС в отношении субъектов хозяйствования и отдельных физических лиц Беларуси и России, а также ответные меры, которые, в частности, предусматривают ограничения на перемещение по территории Беларуси и России грузовых транспортных средств, зарегистрированных в государствах – членах ЕС. В силу этих обстоятельств, субъектами хозяйствования предприняты меры по изменению маршрутов перемещения грузов и пассажиров без учета эффективности этих процессов. Переориентация экспортно-импортных потоков изменила и структуру цепей поставок, определив тренд на мультимодальность. При этом значительно возросла роль морских перевозок.

В настоящее время можно выделить три мультимодальных транспортных маршрута, соединяющих Азию с Европой:

- «северный», включающий маршруты, пролегающие по территориям Китая, Казахстана, России;
- «центральный», пролегающий из Китая через Казахстан, Каспийское море, Южный Кавказ и Турцию;

– «южный», пролегающий из Китая через Казахстан и Иран.

Схема основных международных коридоров ОСЖД (транскаспийские и южные ветви) между странами ЕС и странами Средней Азии в направлении Китая приведена на рисунке 2.

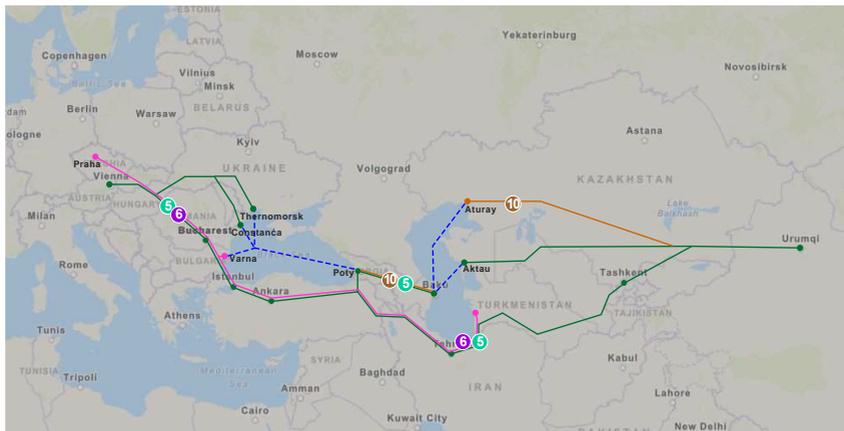


Рис. 2. Схема основных международных коридоров ОСЖД (транскаспийские и южные ветви) между странами ЕС и странами Средней Азии в направлении Китая

Одним из мультимодальных маршрутов на евроазиатском пространстве, является маршрут, проходящий по международному мультимодальному транспортному коридору «Север – Юг», который включает в себя три основных маршрута:

- «транскаспийский», соединяющий порты Каспийского моря с Ираном и Туркменистаном;
- «западный», обеспечивающий быструю доставку грузов между Россией, Азербайджаном и Ираном, на основе применения автомобильного и железнодорожного транспорта;
- «восточный», проходящий через Казахстан, Узбекистан и Туркменистан с выходом на железнодорожную сеть Ирана.

Динамика объемов перевозок грузов (экспорт) в тыс. т по МТК «Север – Юг», приведена на рисунке 3 [1].

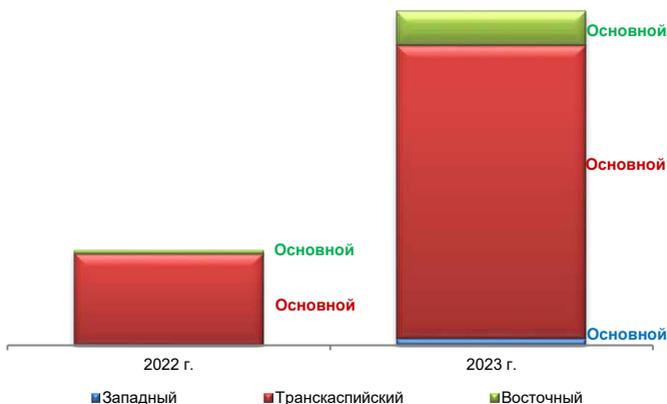


Рис. 3. Динамика объемов перевозок грузов (экспорт) в тыс. т по МТК «Север – Юг» в разрезе маршрутов

По данным Астраханского международного форума «МТК Север – Юг – новая концепция. Проактивная стратегия» увеличение объемов перевозок по этому коридору к 2030 г. может составить более 20,5 млн т. Однако в структуре грузопотоков это составит только порядка 4,0 % от всего объема перевозок по всем международным транспортным коридорам России. Структура распределения грузопотоков в разрезе морских бассейнов Российской Федерации и прогноз их развития на период до 2030 г. приведена на рисунке 4 [2].



Рис. 4. Структура распределения грузопотоков в разрезе морских бассейнов Российской Федерации и прогноз их развития на период до 2030 г.

Для удовлетворения современных требований в части обработки грузов, в том числе в портах Астрахань и Оля, Минтранс России с 1 мая 2024 г. проводится эксперимент с электронным документооборотом для перевозчиков всех видов транспорта [3]. В процессе реализации проекта планируется апробировать сервисы Национальной цифровой транспортно-логистической платформы, которая создана для повышения эффективности перевозок грузов. Структурная схема Национальной цифровой транспортно-логистической платформы России приведена на рисунке 5.

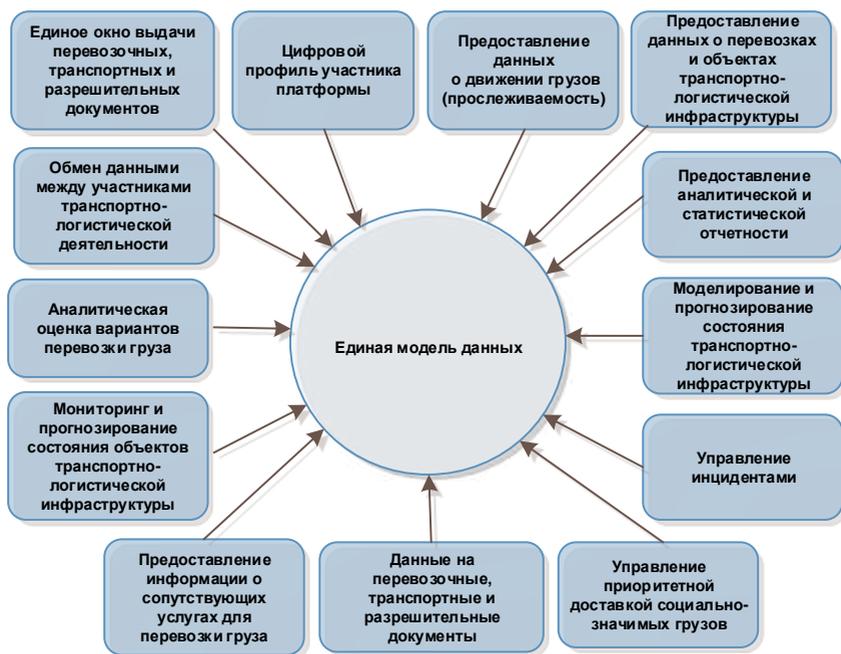


Рис. 5. Структурная схема Национальной цифровой транспортно-логистической платформы России

Оценивая тенденцию изменения основных грузопотоков на евроазиатском пространстве в период с 2020 г. по 2023 г., можно отметить, что значительную роль в их формировании сыграл железнодорожный транспорт. В 2023 г. объем перевозок по Транскаспийскому международному транспортному маршруту возрос на 88 % и составил 2,66 млн т [4].

Железнодорожный коридор через Беларусь в направлении Китай – Европа сохраняет высокий спрос, несмотря на задержки отправления из Китая на стыках колеи. Срок доставки товаров от китайского терминала до Милашевичей (Польша) составлял 20 дней, в «Сухой порт Дуйсбург» – 24.

В 2023 г. по всем наземным транспортным железнодорожным коридорам в сообщении Китай – Европа проследовало более 17,5 тыс. контейнерных поездов, что на 6 % больше уровня 2022 г. [5].

Дальнейшее увеличение объемов перевозки грузов в направлении стран Азии потребует проведение работ по увеличению пропускной способности в узких местах международных транспортных коридоров. В 2022 г. между Казахстаном, Азербайджаном, Грузией и Турцией подписан многосторонний «Меморандум по устранению «узких мест» и развитию Среднего коридора к 2027 году» [6].

Государственный оператор железнодорожных грузовых перевозок Румынии CFR Marfa и KTZ Express 20 июня 2024 г. подписали меморандум о сотрудничестве по развитию транспортных услуг по Транскаспийскому международному транспортному маршруту, включая планы по развитию грузовых перевозок через порт Констанца, который сможет обрабатывать товары, поступающие из этих регионов или предназначенные для них.

Европейская Комиссия ЕС 12 июня 2024 г. запустила координационную платформу Транскаспийского транспортного коридора, которая расширит функциональность коридора и превратит его в мультимодальный и конкурентоспособный маршрут, соединяющий Европу и Азию.

Для совершенствования «среднего коридора» национальная железнодорожная компания Казахстана «Казахстан Темир Жолы», Грузинские и Азербайджанские железные дороги, Администрации портов Каспия, 26 октября 2023 г. в Тбилиси подписали соглашение о создании совместного предприятия для развития мультимодальных перевозок «Middle Corridor Multimodal Ltd», которое будет предоставлять услуги по принципу «одного окна», гарантировать сроки доставки и проводить скоординированную политику развития мультимодального сервиса по маршруту Китай – Европа / Турция – Китай.

Привлечение дополнительных грузопотоков на международные транспортные коридоры, проходящие через Беларусь, позволит более рационально использовать резервы пропускной и провозной способности отечественных транспортных коммуникаций, снизить затраты на выполнение внутренних и международных перевозок, ускорить интеграцию транспортной системы Беларуси в мировую.

1. С Востока на Запад и с Севера на Юг: будущее Евразийского транспортного каркаса. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://eabr.org/press/releases/s-vostoka-na-zapad-i-s-severa-na-yug-budushchee-evraziyskogo-transportnogo-karkasa-/?sphrase_id=202345. – Дата доступа: 27.06.2024.

2. Электронная презентация «Проактивная стратегия развития МТК «Север-Юг». Для обеспечения логистики». Никитина М.А., к. э. н. Астраханский международный форум «МТК Север-Юг – новая концепция» (10.10.2023 г, г. Астрахань, Россия).

3. Постановление Правительства Российской Федерации от 3 июля 2024 г. № 908 «О проведении на территории Российской Федерации эксперимента по созданию, апробации и внедрению информационной «Национальная цифровая транспортно-логистическая платформа» для оформления перевозок грузов». Roadmap for eliminating trade bottlenecks and developing the Middle Corridor for 2022-2027, dated November 25, 2022 [<https://middlecorridor.com>].

4. Перевозки грузов по Транскаспийскому маршруту [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://news.ati.su/news/2024/01/24/perevozki-gruzov-po-transkaspijskomu-marshrutu-v-2023-godu-vyrosli-v-19-raza-362372>. – Дата доступа: 24.09.2024 г.

5. Объем перевозок контейнерных грузов в сообщении Китай – Европа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tks.ru/logistics/2024/04/16/0001>. – Дата доступа: 24.09.2024 г.

6. «КАСПИЙСКИЙ ВЕСТНИК» <https://casp-geo.ru/kazakhstan-uvlechit-gruzopotok-cherez-srednij-koridor-do-10-mln-tonn-k-2027-godu>. Дата доступа: 09.10.2024 г.

Milenki Valery, candidate of technical sciences, associate professor

Kozlov Valeri, engineer

Belarusian research institute of transport «Transtechnika»

(Belarus, Minsk),

e-mail: st@niit.by, 220005, c. Minsk, str. Platonova, 22A

CHANGE OF CARGO FLOW DIRECTIONS ON THE EURO-ASIAN CONTINENT TAKING INTO ACCOUNT THE NEW SITUATION IN GEOPOLITICS

The article cites the factors that influenced the change in geopolitics on the Euro-Asian continent. Schemes of routes for international transportation of goods and passengers are given. International transport corridors are described and the gradation of transportation routes along them is given. The prospects for increasing cargo flows within the framework of sea transportation through Russian ports are predicted. The structural diagram of the National Digital Transport and Logistics Platform of Russia is presented.

Keywords: cargo traffic; international cargo transportation route; international multimodal route; international cargo transportation; service; digital platform.

Коваль Дмитрий Николаевич, магистр технических наук,
первый заместитель генерального директора

Миленский Валерий Семенович, кандидат технических наук,
доцент, заведующий отделом

Козлов Валерий Васильевич, инженер, старший научный сотрудник
Белорусский научно-исследовательский институт транспорта
«Транстехника» (Беларусь, Минск),
e-mail: st@niit.by, 220005, г. Минск, ул. Платонова, 22А

ОСНОВНЫЕ МЕРЫ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПЕРЕВОЗОК ЭКСПОРТНОЙ ПРОДУКЦИИ БЕЛАРУСИ

В статье приведены варианты доставки белорусской экспортной продукции через морские порты России. Описаны недостатки, которые снижают эффективность работы перевозчиков в связи с неустроенностью припортовой инфраструктуры для железнодорожного или автомобильного транспорта. Предлагаются меры, способствующие совершенствованию перевозок экспортной продукции Беларуси.

Ключевые слова: международная перевозка грузов; морской порт; мультимодальный транспортный коридор; сухой порт; экспортная продукция.

В последние годы в Республике Беларусь уделяют внимание не только производству товарной продукции на экспорт, но и маршрутам ее доставки. Введенные ЕС и США секторальные и персональные санкции, вынудили субъектов хозяйствования переориентировать внешнюю торговлю на другие регионы: страны ЕАЭС, Азии, Дальнего и Ближнего Востока.

В сложившейся ситуации в 2023 г. объем взаимной торговли между странами ЕАЭС составил 83,85 млрд долл. США, в том числе Армения – 1,13 (1,3 %), Беларусь – 21,45 (25,6 %), Казахстан – 9,13 (10,9 %), Кыргызстан – 1,07 (1,3 %), Россия – 51,07 (60,9 %) [1]. Структура взаимной торговли в 2023 г. между странами ЕАЭС приведена на рисунке 1.

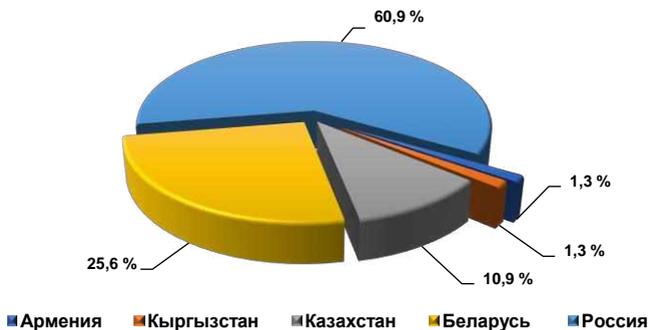


Рис. 1. Структура взаимной торговли в 2023 г. между странами ЕАЭС

Основные направления и объемы экспортной продукции из Беларуси через морские порты России за 6 месяцев 2024 г. приведены на рисунке 2.

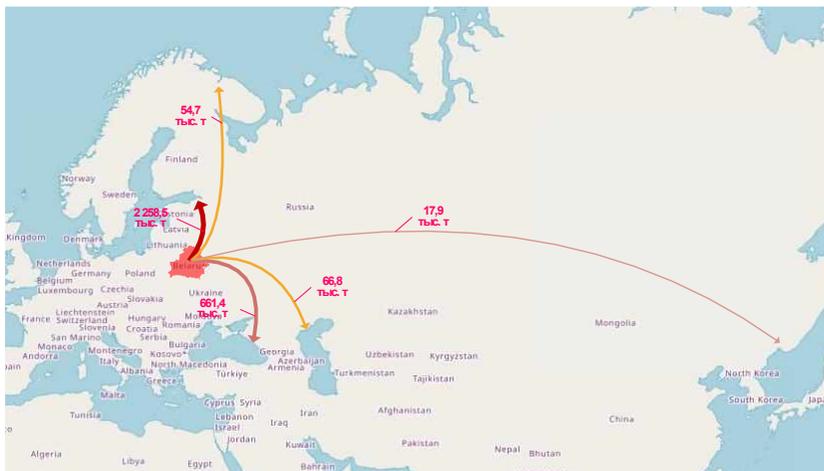


Рис. 2. Основные направления и объемы экспортной продукции из Беларуси через морские порты России за 6 месяцев 2024 г.

В течение ряда лет до 2020 г. наибольшим приоритетом в экспорте белорусских грузов пользовались порты Балтийского бассейна (порядка 73,8 % от их общего объема). В настоящее время в Республике Беларусь

прорабатывается вопрос организации перевалки экспортных грузов, через порты Финского залива на территории Санкт-Петербурга и области, в частности через глубоководный порт ММПК «Бронка». Однако для реализации проекта потребуется модернизация и строительство железнодорожных путей по маршруту ст. Завережье – ст. Новоскольники – ст. Дно – ст. Батецкая – ст. Луга – ст. Гатчина – ст. Веймарн – ст. Котлы – ст. Бронка протяженностью 635 км. Схема железнодорожного транспортного коридора Беларусь – ММПК «Бронка» приведена на рисунке 3 [2].

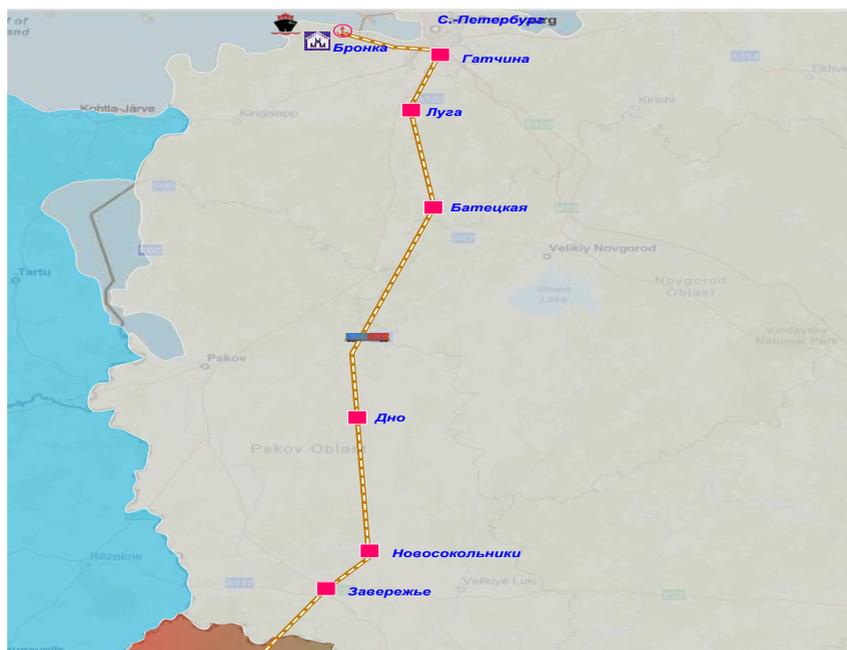


Рис. 3. Схема железнодорожного транспортного коридора Беларусь – ММПК «Бронка»

Часть экспортной продукции Беларуси обрабатывается в Мурманском морском порту. За 6 месяцев 2024 г. через этот порт перемещено более 54 тыс. т грузов с использованием потенциала Северного морского пути. Данное направление может быть перспективным для белорусских экспортеров, так как в рамках Транспортной стратегии России до 2030 г. предусмотрено развитие

Арктической зоны, включая модернизацию портов Мурманск, Архангельск, Индига, Диксон, Певек, Сабетта, Дудинка и Тикси [3]. При этом необходимо учитывать, что по данным Всемирной метеорологической организации морской порт Мурманск к 2030–2050 гг. может перестать быть незамерзающим из-за разрушения Атлантической меридиональной оборотной циркуляции. [4]. Схема перевозок грузов с использованием Северного морского пути России приведена на рисунке 4.

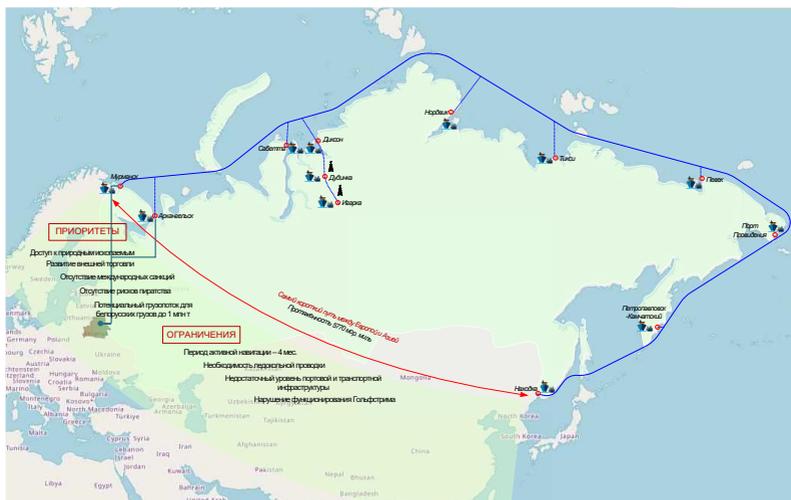


Рис. 4. Схема перевозок грузов с использованием Северного морского пути России

В первом полугодии 2024 г. по данным Ассоциации морских торговых портов России, грузооборот морских портов Азово-Черноморского бассейна составил 139,9 млн т (–12,2 млн т или –8,0 % от аналогичного периода 2023 г.), через порты Новороссийск, Кавказ, Ростов-на-Дону, Азов, Тамань, Туапсе [5].

Наибольшую долю в грузообороте в настоящее время занимает торговый порт Новороссийск (порядка 70 %). Структура номенклатуры грузов, обработанных в морских портах Азово-Черноморского бассейна за первое полугодие 2024 г. (млн т) приведена на рисунке 5.

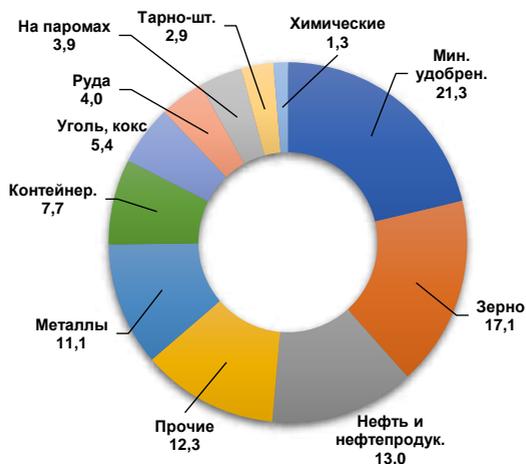


Рис. 5. Структура номенклатуры грузов, обработанных в морских портах Азово-Черноморского бассейна за первое полугодие 2024 г. (млн т)

Из общего объема обработанных грузов экспорт составил 110,7 млн т, импорт – 6,5. Грузооборот в разрезе морских портов Азово-Черноморского бассейна в первом полугодии 2024 г. (млн т) приведен на рисунке 6.

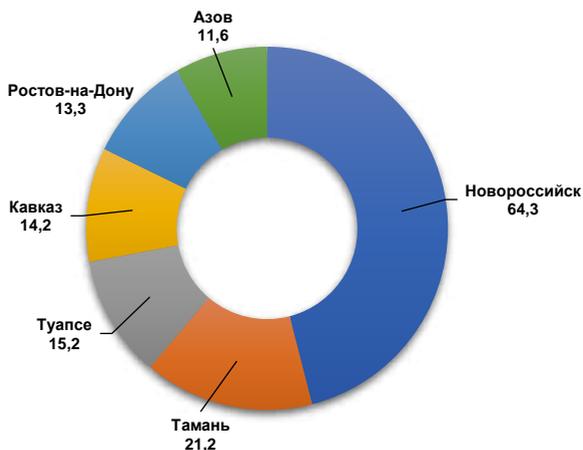


Рис. 6. Грузооборот в разрезе морских портов Азово-Черноморского бассейна в первом полугодии 2024 г. (млн т)

Схема маршрутов перевозки белорусской экспортной продукции в направлении портов Азово-Черноморского бассейна приведена на рисунке 7.

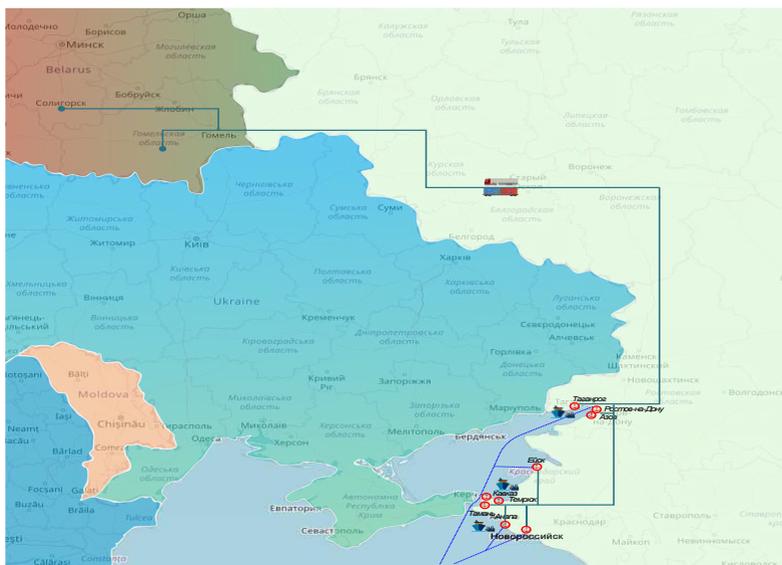


Рис. 7. Схема маршрутов перевозки белорусской экспортной продукции в направлении портов Азово-Черноморского бассейна

В процессе анализа перемещения белорусских экспортных грузов через российские морские порты Черноморско-Азовского бассейна, выявлены следующие проблемы:

- отсутствуют принятые в мировой практике налоговые и таможенные преференции;
- неразвита логистическая припортовая инфраструктура для перевозок железнодорожным или автомобильным транспортом;
- режим работы пунктов пропуска не соответствует мировой практике;
- несовершенная нормативная правовая база, в части земельных и имущественных отношений.

Одним из перспективных мультимодальных транспортных направлений является маршрут на Грузию и Турцию, в частности через порты Батуми (объем обработанного груза в 2023 г. составил 13,9 млн т), Алиага (7 млн т), Коджаэли (6,94 млн т), Искендерун (4,92 млн т),

Стамбул (4,31 млн т), Самсун (4,16 млн т). Схема маршрутов перевозки экспортных грузов из Беларуси через порты Грузии и Турции приведена на рисунке 8.

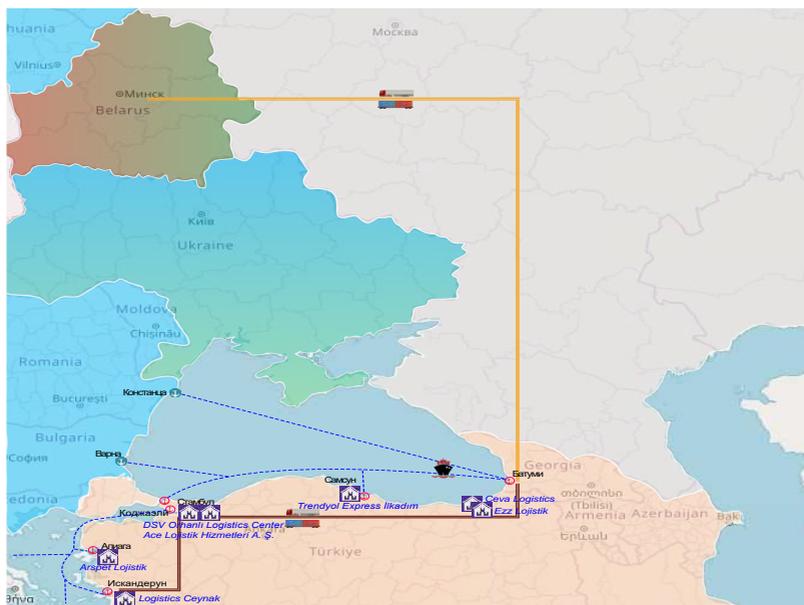


Рис. 8. Схема маршрутов перевозки экспортных грузов из Беларуси через порты Грузии и Турции

Предприятие FESCO отправляет суда из Новороссийска и Батуми в Стамбул в рамках сервиса Black Sea Ferry Service. Предприятие «Рускон» осуществляет перевалку грузов из Новороссийска в Турцию [6]. Взаимодействие с ними упрощает процессы доставки экспортных грузов через перечисленные порты.

Для совершенствования перевозок экспортной продукции Беларуси целесообразно реализовать следующие мероприятия:

- подготовить предложение Правительству России о расширении акционерного присутствия Беларуси в морских портах Бронка или Усть-Луга;
- проработать вопрос строительства «сухого порта» в районе белорусско-российского пограничного перехода Езерище – Косенково;
- проработать вопрос на уровне органов государственного управления в области транспорта России и Беларуси о формировании

совместных логистических проектов, представляющих обоюдный интерес для экономик двух стран;

– продолжить работу по открытию торговых домов, официальных дилеров, представительств в Казахстане, Узбекистане, Армении, Грузии, Турции.

Реализация перечисленных мер позволит сократить затраты на перемещение экспортной продукции Беларуси и снимет отдельные барьеры, которые возникают на ее пути.

1. Статистика ЕАЭС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/integr_i_makroec/dep_stat/tradestat/tables/extra/Pages/2023/01.aspx. – Дата доступа: 14.02.2024.

2. Белорусские грузы осваивают российские порты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://1520international.com/content/2024/iyul-2024/belarusian-cargoes-are-exploring-russian-routes>. – Дата доступа: 14.02.2024.

3. «Транспортная Стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года», утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 г. № 3363-р.

4. What is the Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC)? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://oceanservice.noaa.gov/facts/amoc.html>. – Дата доступа: 14.02.2024.

5. Ассоциация морских торговых портов России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.morport.com/rus/content/statistika>. – Дата доступа: 14.02.2024.

6. List of Top Logistics Companies in Turkey [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.trackingdocket.com/shipping-companies-in-turkey>. – Дата доступа: 14.02.2024.

Koval Dzmitry, master of engineering

Milenki Valery, candidate of technical sciences, associate professor

Kozlov Valeri, engineer

Belarusian research institute of transport «Transtehnika» (Belarus, Minsk),

e-mail: st@niit.by, 220005, c. Minsk, str. Platonova, 22A

MAIN MEASURES TO IMPROVE TRANSPORTATION OF BELARUSIAN EXPORT PRODUCTS

The article provides options for the delivery of Belarusian export products through the seaports of Russia. Disadvantages are described that reduce the efficiency of carriers due to the unsettled port infrastructure for railway and road transport. Measures are proposed to improve the transportation of export products of Belarus.

Keywords: international cargo transportation; sea port; multimodal transport corridor; dry port; export products.

*Ермашкевич Дмитрий Брониславович, кандидат технических наук,
старший научный сотрудник*

Гольман Геннадий Эммануилович, старший научный сотрудник

*Исупов Андрей Анатольевич, магистр техники и технологии
заместитель заведующего отделом исследований*

в области автомобильного транспорта

Белорусский научно-исследовательский институт транспорта

«Транстехника» (Беларусь, Минск),

e-mail: autozd@niit.by, 220005, г. Минск, ул. Платонова, 22А

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РЫНКА УСЛУГ ПО МЕЖДУГОРОДНЫМ ПЕРЕВОЗКАМ ПАССАЖИРОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ МЕР ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Рассмотрены основные тенденции развития рынка услуг по междугородным перевозкам пассажиров автомобильным транспортом в Республике Беларусь под воздействием мер государственного правового регулирования, принятых в данной области. Проведен выборочный мониторинг деятельности перевозчиков, выполняющих междугородные автомобильные перевозки пассажиров в регулярном сообщении, и перевозчиков, выполняющих такие перевозки под видом нерегулярных. По результатам определено распределение оценочных показателей их деятельности по 13 междугородным маршрутам.

Ключевые слова: междугородные автомобильные перевозки пассажиров; автомобильные перевозки пассажиров в регулярном сообщении; нерегулярные автомобильные перевозки; мониторинг; регулярные автомобильные перевозки пассажиров под видом нерегулярных; государственное правовое регулирование.

Безопасное и устойчивое функционирование и развитие наиболее массовых видов пассажирского транспорта общего пользования (в т. ч. и пассажирского автомобильного транспорта общего пользования), призванных своевременно и качественно обеспечивать потребности населения в перемещениях, является важнейшим условием социально-экономической стабильности жизни общества, а значит и основной целью государственного регулирования транспортной деятельности в области перевозок пассажиров.

Пассажирский автомобильный транспорт общего пользования является важнейшим элементом жизнеобеспечения. Его услуги, несмотря на широкое распространение личного автомобильного транспорта, не теряют социальной значимости. Подтверждением тому являются данные

статистики за текущий год, которые свидетельствуют о росте востребованности услуг в области перевозок пассажиров автомобильным транспортом в Республике Беларусь. За первое полугодие объем автомобильных перевозок вырос к уровню прошлого года на 4 %, а пассажирооборот – на 16 %. Причем значительный рост спроса в этот период наблюдался на междугородных перевозках, где их объем вырос на 27 %, а пассажирооборот – на 30 %.

Однако, наметившаяся положительная динамика роста не является показателем полного решения проблем в области пассажирского автомобильного транспорта. Очевидно, что такие услуги с одной стороны должны обеспечивать комфорт при поездке и ценовую доступность для потребителей, с другой стороны – эффективность деятельности для исполнителей, но, прежде всего, они должны оказываться безопасно для пассажиров и с соблюдением установленного расписания движения. Эти параметры взаимосвязаны. Обеспечение безопасности перевозок пассажиров и регулярности их выполнения являются основными общественными приоритетами.

Это обуславливает необходимость проведения единой государственной политики и формирования нормативно-правовой базы в области перевозок пассажиров автомобильным и другими видами транспорта, направленной на обеспечение безопасности транспортной деятельности и устойчивости ее осуществления. В свою очередь безопасность и устойчивость транспортной деятельности в области перевозок пассажиров зависят от соблюдения всеми субъектами такой деятельности требований к персоналу, подвижному составу, инфраструктуре и транспортным технологиям, а также от демографических, социально-экономических и иных факторов спроса на транспортные услуги.

Примером системности принимаемых мер государственного правового регулирования в данной области является принятие Указа Президента Республики Беларусь от 25 марта 2024 г. № 32 «Об автомобильных перевозках пассажиров» (далее – Указ № 32), а также постановления Совета Министров Республики Беларусь от 1 августа 2024 г. № 565 «О реализации Указа Президента Республики Беларусь от 25 января 2024 г. № 32», которым утвержден, по сути, пакет нормативных документов, обеспечивающих реализацию норм Указа № 32 на практике [1, 2].

Цель Указа № 32 состоит в обеспечении устойчивого выполнения автомобильных перевозок пассажиров и разрешении проблем, связанных с недобросовестной конкуренцией на этом сегменте рынка транспортных услуг. Для достижения этой цели Указом № 32 определены правовые условия осуществления деятельности по оказанию услуг по выполнению

автомобильных перевозок пассажиров в нерегулярном сообщении, предусматривающие, прежде всего, создание государственного информационного ресурса «Реестр автомобильных перевозок пассажиров в нерегулярном сообщении» (далее – Реестр). Включению в Реестр подлежат сведения об автомобильных перевозчиках, осуществляющих автомобильные перевозки пассажиров в нерегулярном сообщении, об используемых такими перевозчиками транспортных средствах, о привлекаемых ими для работы водителей, а также о диспетчерах автомобильных перевозок пассажиров в нерегулярном сообщении. Таким образом, согласно нормативным предписаниям подпункта 2.1 пункта 2 и абзаца пятого пункта 11 Указа № 32, с 1 ноября 2024 г. является незаконной и запрещается транспортная деятельность и деятельность водителей в сфере автомобильных перевозок пассажиров в нерегулярном сообщении без включения в Реестр вышеуказанных сведений об автомобильных перевозчиках, транспортных средствах, водителях, диспетчерах автомобильных перевозок пассажиров в нерегулярном сообщении, а также в период приостановления нахождения в Реестре таких сведений [1].

Применение мер государственного регулирования, закрепленных Указом № 32 и документами, принятыми в его развитие, в конечном итоге позволит обеспечить, как экономические интересы государства, так и здоровье и жизнь пассажиров.

Как известно, до принятия Указа № 32 официальные перевозчики¹ испытывали острую конкуренцию со стороны перевозчиков, которые нелегально осуществляли свою деятельность, т.е. выполняли регулярные автомобильные перевозки пассажиров под видом нерегулярных. При этом, многие нелегальные перевозчики формально соблюдали ряд требований законодательства, оформляя необходимые документы, подтверждающие выполнение перевозки на основании договора фрахтования, а также организовывали предварительное бронирование мест в автобусах с использованием средств электросвязи и глобальной компьютерной сети Интернет, широко и успешно применяли политику низких цен, рекламу и иные маркетинговые методы, направленные на создание доминирующего положения на рынке. Что привело к практически полному доминированию нелегальных перевозчиков на отдельных маршрутах. При этом нелегальные перевозчики зачастую выполняли перевозки с нарушением требований безопасности, занижали

¹Официальный перевозчик – автомобильные перевозчики пассажиров всех форм собственности, выполняющие междугородные автомобильные перевозки пассажиров в регулярном сообщении по согласованным с операторами автомобильных перевозок пассажиров маршрутам.

выручку, фонд заработной платы, выплачивая зарплату водителям «в конвертах», применяли схемы дробления бизнеса и иные способы ухода от налогов [3, 4].

Меры воздействия в виде штрафов, имевшиеся в распоряжении контролирующих органов в этой ситуации, оказались малоэффективными, что не позволяло должным образом пресечь нарушения законодательства. Однако в 2024 г., благодаря принятию Указа № 32, при проведении контрольных мероприятий государственным учреждением «Транспортная инспекция Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь» (далее – Транспортная инспекция) стало возможным применение нового правового механизма изъятия транспортного средства (как орудия совершения административного правонарушения) до решения суда. Также при этом исключается возможность получения дохода от незаконной предпринимательской деятельности на период ведения административного процесса. В связи с чем, нелегальным перевозчикам стало невыгодно работать в данном статусе. По информации Транспортной инспекции² в январе – августе 2024 г. за осуществление незаконной предпринимательской деятельности изъято 333 транспортных средства, из них 75 осуществляли автомобильные пассажирские перевозки в междугородном сообщении, из которых 47 автобусов категории М₂³.

Однако, согласно экспертной оценке порядка 400–500 перевозчиков, имеющих действующие лицензии на перевозки пассажиров автомобильным транспортом, можно отнести к перевозчикам, которые выполняют нерегулярные автомобильные перевозки пассажиров и регулярные автомобильные перевозки пассажиров под видом нерегулярных [5].

Для обобщенной оценки объемов регулярных автомобильных перевозок пассажиров, выполняемых под видом нерегулярных, деятельности официальных перевозчиков и перевозчиков, выполняющих регулярные автомобильные перевозки пассажиров под видом нерегулярных, на рынке междугородных автомобильных

²Из доклада заместителя начальника государственного учреждения «Транспортная инспекция Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь» Куликовского Д.Г. на тему: «Контроль при выполнении перевозок пассажиров автобусами: формы, методы и результативность» на круглом столе «Автомобильные перевозки пассажиров: порядок, безопасность, доступность, конкуренция – курс на повышение качества услуг», проведенном в рамках Международного специализированного форума «Белорусская транспортная неделя – 2024» (11.09.2024, г. Минск).

³Автобусы категории М₂ – автобусы, разрешенная максимальная масса которых не превышает 5000 кг.

перевозок пассажиров, а также оценки реакции указанных субъектов этого рынка на нерегулярных, на рынке междугородных автомобильных перевозок пассажиров, а также оценки реакции указанных субъектов этого рынка на принятие Указа № 32, БелНИИТ «Транстехника» в 2023 г. и январе – июне 2024 г. проводился выборочный мониторинг междугородных автомобильных перевозок пассажиров (далее – выборочный мониторинг) посредством сбора, обработки и анализа оперативной информации, размещенной на интернет-сайтах, принадлежащих непосредственно перевозчикам или компаниям, позиционирующим себя в качестве «агрегаторов»⁴.

Для проведения исследований было отобрано 13 маршрутов, начальным остановочным пунктом которых является г. Минск, а конечным – областной центр, либо крупный населенный пункт в любой из областей республики, кроме Минской. По этому принципу были отобраны следующие маршруты: Минск – Брест, Минск – Барановичи, Минск – Пинск, Минск – Витебск, Минск – Новополоцк, Минск – Гомель, Минск – Мозырь, Минск – Светлогорск, Минск – Гродно, Минск – Лида, Минск – Волковыск, Минск – Могилев и Минск – Бобруйск.

Выборочный мониторинг проводился с использованием методики, разработанной в отделе исследований в области автомобильного транспорта БелНИИТ «Транстехника», и учитывающей специфику функционирования интернет-сайтов (далее – методика), с последующей обработкой полученных результатов посредством использования табличного процессора Microsoft Excel. Подробное описание методики приведено в источниках [3, 4]. Это, в свою очередь, позволило рассчитать распределение общих (в прямом и обратном направлениях) оценочных показателей (общие объем перевозок, пассажирооборот и объем доходов) выполнения междугородных автомобильных перевозок пассажиров в регулярном сообщении, а также выполнения таких перевозок под видом нерегулярных, как в целом, так и по отдельности в разрезе 13 междугородных маршрутов.

Распределение общего объема перевозок и пассажирооборота, а также общего объема доходов при выполнении междугородных автомобильных перевозок пассажиров в регулярном сообщении и выполнении таких перевозок под видом нерегулярных по результатам мониторинга за январь – июнь 2023 и 2024 гг. по всем рассматриваемым маршрутам представлено на рисунке 1.

⁴Агрегатор – сервис, который собирает данные из разных источников (чаще всего – информацию о товарах и услугах разных компаний) или же соединяет заказчиков и исполнителей услуг.

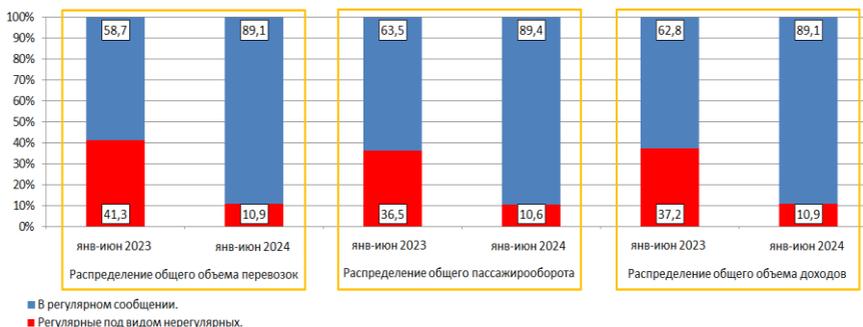


Рис. 1. Распределение общего объема перевозок и пассажирооборота, а также общего объема доходов при выполнении междугородных автомобильных перевозок пассажиров в регулярном сообщении и выполнении таких перевозок под видом нерегулярных по результатам мониторинга за январь – июнь 2023 и 2024 гг. по всем рассматриваемым маршрутам

Сравнительный анализ представленных на рисунке 1 оценочных показателей выполнения междугородных автомобильных перевозок пассажиров в регулярном сообщении и выполнения таких перевозок под видом нерегулярных по 13 междугородным маршрутам за январь – июнь 2023 и 2024 гг. показывает, что в январе – июне 2024 г. на долю перевозок в регулярном сообщении приходится 89,1 % (на 30,4 процентного пункта больше, чем за аналогичный период 2023 г.) в общем объеме перевозок, 89,4 % (на 25,9 п. п. больше, чем за аналогичный период 2023 г.) в общем пассажирообороте и 89,1 % (на 30,4 п. п. больше, чем за аналогичный период 2023 г.) в общем объеме доходов. В январе – июне 2024 г. доли регулярных междугородных автомобильных перевозок пассажиров под видом нерегулярных в общем объеме перевозок, пассажирообороте и объеме доходов соответственно составляют 10,9 %, 10,6 % и 10,9 % (что соответственно на 30,4 п. п., 25,9 п. п. и 26,3 п. п. меньше, чем за аналогичный период 2023 г.).

Увеличение долей оценочных показателей перевозок в регулярном сообщении январе – июне 2024 г. по сравнению с аналогичным периодом 2023 г. обусловлено продолжающейся тенденцией роста количества официальных перевозчиков, которую можно объяснить повышением эффективности транспортного контроля и действием Указа № 32.

Распределение общего объема перевозок при выполнении междугородных автомобильных перевозок пассажиров в регулярном сообщении и выполнении таких перевозок под видом нерегулярных за

январь – июнь 2023 и 2024 гг. в разрезе 13 междугородных маршрутов приведено на рисунке 2. Распределение других рассчитанных оценочных показателей (общие пассажирооборот и объем доходов) имеют значения, сопоставимые с величинами распределения долей общего объема перевозок [5].

Анализ данных, приведенных на рисунке 2, показывает, что в январе – июне 2024 г. только на двух междугородных маршрутах (Минск – Брест и Минск – Светлогорск) из 13, более 50 % от общего объема перевозок занимали регулярные междугородные автомобильные перевозки пассажиров, выполняемые под видом нерегулярных. За аналогичный период 2023 г. таких маршрутов было шесть (Минск – Брест, Минск – Новополоцк, Минск – Светлогорск, Минск – Волковыск, Минск – Могилев и Минск – Бобруйск).

При этом в январе – июне 2024 г. по маршрутам Минск – Брест, Минск – Пинск, Минск – Витебск, Минск – Мозырь, Минск – Светлогорск и Минск – Гродно отмечается незначительное увеличение, а по маршрутам Минск – Барановичи, Минск – Новополоцк, Минск – Волковыск, Минск – Могилев и Минск – Бобруйск – значительное увеличение долей оценочных показателей при выполнении перевозок в регулярном сообщении по сравнению данными за аналогичный период 2023 г. [5].

Это объясняется тем, что, как отмечалось выше, ряд перевозчиков, выполняющих ранее регулярные автомобильные перевозки пассажиров под видом нерегулярных, учитывая меры государственного регулирования, установленные Указом № 32, легализовались и стали официально выполнять перевозки в регулярном сообщении по данным маршрутам.

Однако, в ходе выборочного мониторинга, в деятельности некоторых официальных перевозчиков частной формы собственности были выявлены типовые нарушения условий договора об организации автомобильных перевозок пассажиров в регулярном сообщении [3, 4]. Одним из таких нарушений является организация дополнительных рейсов, которые представляются перевозчиками как регулярные (из-за отсутствия информации о согласовании перевозчиками времени отправления (прибытия) автобусов с начальных (конечных) остановочных пунктов маршрута с операторами пассажирских перевозок, такие рейсы в ходе выборочного мониторинга были отнесены к нерегулярным).

На маршруте Минск – Гомель в январе – июне 2024 г. отмечается незначительное увеличение долей оценочных показателей при выполнении регулярных перевозок под видом нерегулярных, по сравнению с данными мониторинга за 2023 г., а на двух упомянутых

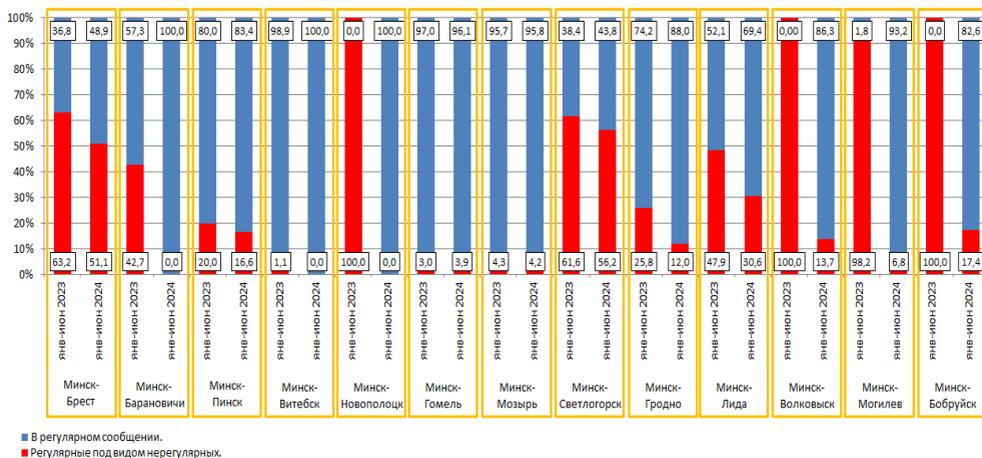


Рис. 2. Распределение общего объема перевозок при выполнении междугородных автомобильных перевозок пассажиров в регулярном сообщении и выполнении таких перевозок под видом нерегулярных по результатам мониторинга за январь – июнь 2023 и 2024 гг. в разрезе 13 междугородных маршрутов

выше маршрутах (Минск – Брест и Минск – Светлогорск) и в январе – июне 2024 г. сохраняются значительные значения таких долей [5].

Обобщая вышеизложенное, следует отметить, что результаты выборочного мониторинга носят оценочный характер. Тем не менее, они отражают положительную тенденцию по легализации деятельности автомобильных перевозчиков, выполнявших регулярные автомобильные перевозки пассажиров под видом нерегулярных, что подтверждает эффективность мер государственного правового регулирования, принятых в этой сфере, а также мероприятий, проводимых органами транспортного контроля.

Также следует отметить необходимость совершенствования порядка информирования пассажиров о деятельности официальных перевозчиков. Для этих целей областные исполнительные комитеты либо уполномоченные ими операторы автомобильных перевозок пассажиров публикуют перечни автомобильных перевозчиков, которым предоставлено право на выполнение междугородных межобластных автомобильных перевозок пассажиров в регулярном сообщении (далее – перечень регулярных перевозчиков). Немаловажным условием информирования пассажиров является своевременное опубликование

операторами пассажирских перевозок перечней регулярных перевозчиков, содержащих подробную информацию о пассажирских перевозчиках и обслуживаемых ими маршрутах. Анализ показал, что такие перечни регулярных перевозчиков опубликованы в сети Интернет всеми операторами пассажирских перевозок. Однако, рядом операторов несвоевременно актуализируется информация, содержащаяся в перечне регулярных перевозчиков. Кроме того, информация о перевозчиках, содержащаяся в перечнях регулярных перевозчиков, не всегда является достаточно полной. Для устранения этих недостатков в информировании пассажиров представляется целесообразным закрепить в законодательстве минимально необходимые требования к содержанию информации о перевозчиках в перечне регулярных перевозчиков, а также к периодичности актуализации такой информации [5].

1. Об автомобильных перевозках пассажиров [Электронный ресурс] : Указ Президента Респ. Беларусь, 25 янв. 2024 г., № 32 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2024.

2. О реализации Указа Президента Республики Беларусь от 25 января 2024 г. № 32 [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 1 августа 2024 г., № 565 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2024.

3. Проведение анализа рынка автомобильных перевозок пассажиров и разработка предложений по совершенствованию условий транспортной деятельности: отчет о НИР (промежуточ.) / БелНИИТ «Транстехника»; рук. С. П. Якубович. – Минск, 2023. – 179 с. – № ГР НИОКТР 20212692.

4. Ермашкевич, Д.Б., Гольдман Г.Э., Якубович С.П. Мониторинг междугородных автомобильных перевозок пассажиров в Республике Беларусь [Электронный ресурс] // Перспективы развития транспортного комплекса: сборник статей / Белорус. науч.-исслед. ин-т трансп. «Транстехника» ; редкол.: В.С. Миленький и др. ; рец.: А.С. Гурский, С.А. Аземша. – Минск : БелНИИТ «Транстехника», 2023. Режим доступа: https://transtekhnika.by/upload/news_files/%D0%A1%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA.pdf. – Дата доступа: 26.09.2024.

5. Проведение анализа рынка автомобильных перевозок пассажиров и разработка предложений по совершенствованию условий транспортной деятельности: отчет о НИР (промежуточ.) / БелНИИТ «Транстехника»; рук. С. П. Якубович. – Минск, 2024. – 217 с. – № ГР НИОКТР 20212692.

*Yermashkevich Dzmitry, Ph.D. in Engineering, Senior Research Associate
Goldman Gennadi, Senior Research Associate*

*Isupov Andrei, Deputy Head of the Department of Research in the field of road
Transport, Master of Engineering and Technology
Belarusian Research Institute of Transport «Transtekhnika»,
e-mail: autozd@niit.by, Platonova str., 22A, Minsk, 220005, Belarus*

THE MAIN TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF THE MARKET FOR INTERCITY PASSENGER TRANSPORTATION BY ROAD IN THE REPUBLIC OF BELARUS UNDER THE INFLUENCE OF STATE LEGAL REGULATION MEASURES

The main trends in the development of the market for intercity passenger transportation by road in the Republic of Belarus under the influence of state legal regulation measures adopted in this area are considered. Selective monitoring of the activities of carriers performing intercity automobile transportation of passengers in regular traffic and carriers performing such transportation under the guise of irregular ones has been carried out. Based on the results, the distribution of estimated indicators of their activities on 13 intercity routes was determined.

Keywords: intercity automobile passenger transportation; automobile transportation of passengers in regular traffic; irregular automobile transportation; monitoring; regular automobile transportation of passengers under the guise of irregular; state legal regulation.

*Мейсак Евгений Александрович, Белорусская железная дорога
(Беларусь, Минск), инженер*

e-mail: zmeysak@mail.ru, 222210, г. Смолевичи, ул. Вокзальная, 8

*Кузнецов Владимир Гаврилович, Белорусский государственный университет
транспорта (Беларусь, Гомель), кандидат технических наук, доцент*

e-mail: kvg55@yandex.by, 246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ И ПРОПУСКА КОНСОЛИДИРОВАННЫХ МАРШРУТНЫХ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПОЕЗДОВ В ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

Представлена модель формирования контейнерных поездов на станции концентрации контейнерных потоков на основе множества плановых корреспонденций грузоотправителей Республики Беларусь. Определены базовые процессы на железнодорожной инфраструктуре от станции зарождения контейнеропотока до станции его назначения, представлена блок-схема выбора способа организации контейнерных поездов (блок поездов) исходя из параметров грузопотока и технических возможностей транспортных коридоров, транспортно-логистических центров на маршруте следования.

Ключевые слова: транспортные коридоры; железнодорожный транспорт; перевозочный процесс; железнодорожные станции; трансформация контейнеропотока; контейнерный поезд; технологическая модель; технологические операции.

Эффективность перевозки грузов в контейнерах на принципах их консолидации в контейнерные маршрутные грузовые поезда (КМКП) [1, 2] определяется исходя из обеспечения заявок отправителей на перевозку грузов в контейнерах $\{\Gamma_{sj}^{3,K}\}$ и формирования технологической модели, которая обеспечивает соблюдение установленных сроков доставки $T_{д,доп}^{пп}$, согласованного расписания проследования контейнерного потока в поездах на процессах подвода к станции концентрации и следования в организованных контейнерных поездах $T_{гдп}^{кп}(n_{pq}^{кп})$, определенного перевозчиками на маршруте следования и приемлемых эксплуатационных затрат $E_3^{кп}$ всех участников перевозочного процесса:

$$E_3^{кп} = \sum_{j=1}^{k_{упп}} E_{3j}^{кп}, T_D^{кп} \leq T_{д,доп}^{пп};$$
$$T_{гдп}^{кп}(n_{pq}^{кп}) = [T_{рмр}^{пп}, \{T_{уч}^{пп}\}, \{T_{тс}^{кп}\}, \{T_{уч}^{кп}\}, \{T_{тс}^{тлц}\}, T_{рмр}^{кп}]. \quad (1)$$

Для формирования технологической модели организации КМКП необходимо установить грузовую базу, достаточную для формирования КМКП, сетевую дорожную модель доставки вагонов с контейнерами на станцию концентрации, сетевую модель пропуска на маршруте следования с обслуживанием на сетевых транспортно-логистических центрах (ТЛЦ) по операциям обмена групп (составов) КМКП [3, 4].

Под **потенциальной грузовой базой** КМКП понимается объем продукции предприятий различного профиля, которые отправляют свою продукцию в контейнерах железнодорожным транспортом на экспорт по устойчивым транспортным коридорам. Республика Беларусь (РБ) обладает достаточной номенклатурой грузов, которые являются потенциальными для перевозки: калийные удобрения, продовольственные товары, продукция лесной и пищевой промышленности, машины и оборудование, а также продукция химической и фармацевтической промышленности. Часть грузопотока уже имеет практику отправки в контейнерных маршрутах [1, 2, 3]. Однако много предприятий, объем продукции которых позволяет отправлять грузы повагонными отправками, т. к. партии грузов по объему незначительны для организации собственных поездных формирований. К таким грузам относятся соль поваренная, сахар, строительные грузы, цемент, продукты перемола, промышленные товары народного потребления и ряд других. Такие грузопотоки можно организовывать в КМКП, существенно сократив эксплуатационные затраты на доставку.

Для определения величины грузовой базы для контейнерных перевозок необходимо консолидировать заявки грузоотправителей, экспортирующих свою продукцию, по транспортным коридорам:

$$\Gamma_s^{\text{КП}}(T) = \sum \Gamma_{sj}^{\text{К}}(T), \quad (2)$$

где $\Gamma_{sj}^{\text{К}}$ – грузопоток в контейнерах j -ого грузоотправителя, перемещаемый по s -ому транспортному коридору.

Потенциальные экспортно-ориентированные хозяйствующие субъекты размещены географически по достаточно большому множеству административно-территориальных единиц всех регионов. Поэтому для консолидации их грузопотоков необходимо устанавливать центры их концентрации (накопления, объединения, в каждом регионе: ТЛЦ с

наличием железнодорожной инфраструктуры, железнодорожные станции с контейнерными площадками (КП) и т. п.

Оценку возможности формирования КМКП необходимо проводить на основе заявленных корреспонденций грузопотока (ГУ-12), которая формируется в среде АС «Месплан». При этом следует учитывать такие параметры: объемы транспортного потока, распределение образования транспортного потока в сети; вектор перемещения корреспонденций в транспортной сети; регулярность образования контейнеропотока по времени (сутки, декада, месяц) и другие.

Формирование модели транспортной сети для доставки грузопотоков в контейнерах на экспорт (рис. 1). Построение модели маршрутной сети для организации КМКП включает решение следующих задач:

- определения перечня станций открытых для выполнения грузовых операций с контейнерами и фитинговыми вагонами (ПС);
- определение перечня опорных станций в РМР (ОС);
- формирование зоны обслуживания предприятий станциями погрузки;
- формирование зоны транспортного обслуживания опорной технической станцией (ОС) прикрепленных (ПС);
- выбор числа и расположения станций концентрации вагонопотока с контейнерами (ТСК);
- определение числа сетевых ТЛЦ, на которых целесообразно проводить обмен групп (составов) в КМКП и технических станций обслуживания (ТСО), взаимодействующей с сетевым ТЛЦ.

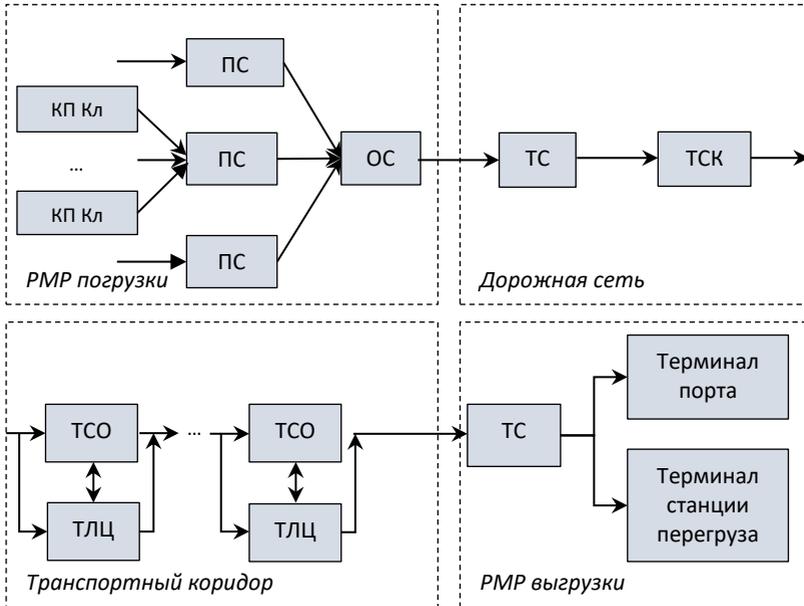


Рис. 1. Сетевое представление формирования и пропуска консолидированных контейнерных поездов в транспортных коридорах

БЧ располагает транспортной инфраструктурой, которая может быть использована в технологии формирования консолидированных маршрутов: 24 технических станции (часть из них объединенные станции); 228 станций осуществляют грузовые операции, 6 предприятий по терминальной обработке грузов, 52 грузовых терминала, 16 контейнерных терминалов по переработке большегрузных контейнеров, из которых станции Брест-Северный, Колядичи, Витебск, Орша, Барановичи, Лида, Пинск имеют возможность перерабатывать 20-ти и 40-футовые контейнеры. Для выполнения погрузочно-разгрузочных работ и перегруза БЧ имеет 4 механизированных дистанции погрузочно-разгрузочных работ, предприятия УП «Минскжелдортранс» и УП «Гомельжелдортранс», которые оснащены необходимыми механизмами [2].

Анализ распределения потенциальных предприятий и объемов их продукции, отправляемой в контейнерах на экспорт, показывает, что на

БЧ можно рассматривать несколько железнодорожных направлений [2, 5], на которых образуются устойчивые контейнеропотоки в международном сообщении:

– участие в реализации китайской инициативы «Один пояс, один путь» с предложениями по доставке белорусской продукции:

- ✓ контейнерные сервисы в АТР через порты дальнего Востока;
- ✓ контейнерные сервисы в Китай через сухопутные железнодорожные переходы РФ;
- ✓ контейнерные сервисы в Китай через сухопутные железнодорожные переходы Казахстана;

– участие в реализации международного транспортного проекта Север-ЮГ (Запад-Восток) с предложениями по доставке белорусской продукции:

- ✓ контейнерные сервисы в северном направлении через порты Санкт-Петербургского узла, Мурманска;
- ✓ контейнерные сервисы в южном направлении через порты Черного моря РФ;
- ✓ контейнерные сервисы в южном направлении через порты Каспийского моря РФ;
- ✓ контейнерные сервисы в южном направлении через сухопутные железнодорожные переходы Туркмении и Азербайджана (в южный регион Азии).

Для разработки технологической модели формирования и пропуска в сети КМКП необходимо установить базовые параметры контейнерного поезда (блок-поезда).

Формирование контейнерных поездов на станции концентрации может осуществляться следующими способами [1, 6, 7]:

– отправительские контейнерные маршруты – предприятиями, обладающим объемом перевозимых грузов в контейнерах, достаточным для формирования контейнерных поездов (минимум 57 условных вагонов);

– контейнерные маршруты интегратора организации перевозок (экспедитора, логистического оператора, интермодального оператора), которые консолидируют партии вагонов с контейнерами по установленным периодам времени и организуют перемещение в транспортных коридорах с работой на сетевых ТЛЦ по обмену групп (составов);

– контейнерные маршруты перевозчика (по согласованию с грузоотправителями, экспедиторами и иными участниками организации контейнерных перевозок); образование маршрута из маломощных струй

за счет консолидации множества отправителей и погрузки в установленные периоды времени.

В связи с ограничениями в пропускной способности железных дорог на Восточном полигоне транспортного коридора Запад-Восток (Красноярской, Восточно-Сибирской, Забайкальской, Дальневосточной и иных железных дорог) в ГДП ОАО «РЖД» планирует поэтапный переход к минимальной длине контейнерного состава от 57 до 71 условного вагона. При дефиците пропускной способности Восточного полигона отправление более коротких, как правило, более легковесных контейнерных поездов приводит к неполному использованию мощности локомотива, полезной длины станционных путей и к невыполнению целевых параметров пропуска грузопотока [8, 9].

Исключение сделано для отдельных международных поездов, определенных в протоколах совещаний железнодорожных администраций. Такой подход показывает актуальность формирования консолидированных контейнерных поездов (КМКП) и заключения договоров на формирование таких поездов с контейнерными операторами, которые должны объединять грузовую базу грузоотправителей. Для маршрутов, следующих в международном сообщении (Запада – Восток, Север-Юг) может быть реализована технология пополнения контейнерных поездов в пути следования группой вагонов на сетевых ТЛЦ с контейнерными терминалами.

Параметры КМКП (формулы (3) – (8)) моделируются исходя из возможных технико-эксплуатационных и технологических условий пропуска таких поездов на всем маршруте следования (рис. 2) [1, 8, 9]. Формируется полигон продвижения КМКП от станции формирования до станции назначения, устанавливается станция концентрации и станции размещения сетевых ТЛЦ на маршруте.

Ходовая скорость контейнерных поездов варьируется в диапазоне $(v_x^{min}, \dots, v_x^{max})$, при этом нижняя граница скорости определяется ходовой скоростью грузового поезда установленной в ГДП длины, а верхняя допустимыми скоростями по техническому состоянию подвижного состава и инфраструктуры на всем маршруте следования КМКП (L_{pq}^{kp} , где p – станция формирования поезда; q – станция назначения поезда).

Количество сетевых ТЛЦ на маршруте следования варьируются в диапазоне $(K_{тлц}^{min}, \dots, K_{тлц}^{max})$ с учетом наличия крупных контейнерных хабов на транспортных коридорах по маршруту следования поезда,

способных формировать группы (составы) для прицепки к КМКП (или производить обмен групп или составов).

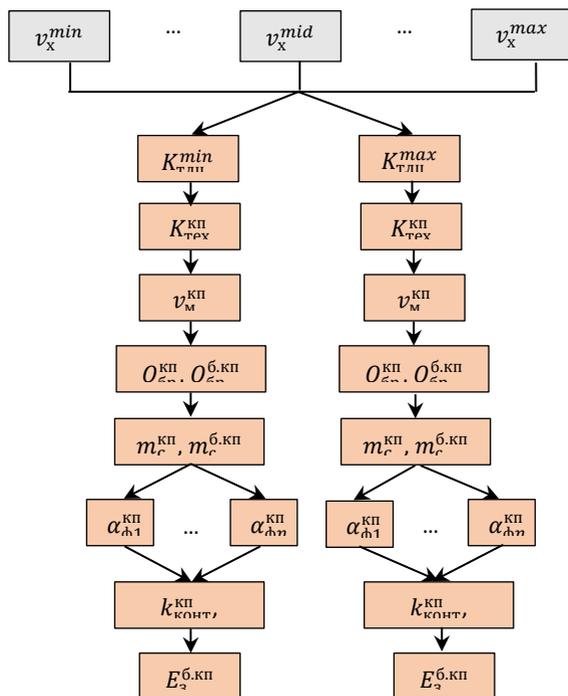


Рис. 2. Блок-схема выбора способа организации контейнерных блок-поездов на маршруте

Количество технических станций ($K_{Тех}^{кп}$) устанавливается исходя из системы эксплуатации поездных локомотивов и бригад (параметры $\{L_{y.o.}^{п.л.}\}$ – участки обращения поездных локомотивов на маршруте следования; $\{L_{y.p.}^{бр}\}$ – участки работы локомотивных бригад на маршруте следования), системой технического и коммерческого осмотров составов поездов в пути следования (параметры $\{L_{пто}^{кп}, L_{пко}^{кп}\}$ – вагонные плечи на маршруте следования), а также наличия пунктов таможенного досмотра, пограничного контроля и иных.

Маршрутная скорость ($v_M^{кп}$) на маршруте следования контейнерных поездов моделируется исходя из количества технических

станций ($K_{\text{тех}}^{\text{кп}}$) и сетевых ТЛЦ ($K_{\text{тлц}}^{\text{кп}}$), а также загрузки технических станций ($\gamma_{\text{тех}}^{\text{кп}}$), сетевых ТЛЦ ($\gamma_{\text{тлц}}^{\text{кп}}$) и железнодорожных участков ($\gamma_{\text{гдп}}^{\text{кп}}$):

$$v_{\text{м}}^{\text{кп}} = f(K_{\text{тех}}^{\text{кп}}, K_{\text{тлц}}^{\text{кп}}, \gamma_{\text{тех}}^{\text{кп}}, \gamma_{\text{тлц}}^{\text{кп}}, \gamma_{\text{гдп}}^{\text{кп}}).$$

Маршрутная скорость определяется исходя из установленных норм времени на выполнение технологических операций на объектах инфраструктуры:

$$v_{\text{м}} = \frac{L_{\text{pq}}^{\text{кп}}}{\sum T_{\text{тех}}^{\text{кп}} + \sum T_{\text{тлц}}^{\text{кп}} + \sum T_{\text{уч}}^{\text{кп}}}, \quad (3)$$

где $\sum T_{\text{тех}}^{\text{кп}}, \sum T_{\text{тлц}}^{\text{кп}}, \sum T_{\text{уч}}^{\text{кп}}$ – соответственно затраты времени на выполнение операций на технических станциях, сетевых ТЛЦ, железнодорожных участках на маршруте следования ($L_{\text{pq}}^{\text{кп}}$).

Значения массы состава контейнерного поезда $Q_{\text{бр}}^{\text{кп}}$ и блок-поезда $Q_{\text{бр}}^{\text{б.кп}}$ проверяется по тяговым расчетам на участках маршрута следования в соответствии с технической спецификацией железнодорожных участков, установленной железнодорожной администрацией [6].

Предельное число вагонов в составе КМКП определяться исходя из обеспечения двух условий:

- 1) использование полезной длины приемоотправочных путей:

$$m_{\text{кп}} = \frac{L_{\text{поп}} - (L_{\text{лок}} + 10)}{\bar{l}_{\text{фп}}}, \quad (4)$$

где $L_{\text{поп}}$ – длина приемо-отправочных путей на опорных станциях РМР технических станциях в пути следования, м; $L_{\text{лок}} + 10$ дополнительное расстояние на размещение поездного локомотива на пути у светофора, м; $\bar{l}_{\text{фп}}$ – средневзвешенная условная длина фитинговой платформы:

$$\bar{l}_{\text{фп}} = \alpha_{40} l_{40} + \alpha_{60} l_{60} + \alpha_{80} l_{80}, \quad (5)$$

где $\alpha_{40}, \alpha_{60}, \alpha_{80}$ – доля соответственно 40, 60 и 80-футовых фитинговых платформ в рабочем парке контейнерного оператора, предоставленных для перевозки грузов в контейнерном поезде; l_{40}, l_{60}, l_{80} – условная длина соответственно 40, 60 и 80-футовых фитинговых платформ;

- 2) по силе тяги поездного локомотива состав поезда в вагонах:

$$m = \frac{Q_{\text{бр}}^{\text{кп}}}{q_{\text{фп}}}. \quad (6)$$

Расчетная средняя масса брутто одной фитинговой платформы $\bar{q}_{\text{фп}}$ рассчитывается с учетом структуры контейнеров для перевозки заявленных грузов:

$$\bar{q}_{\text{фп}} = \alpha_{40}q_{40} + \alpha_{60}q_{60} + \alpha_{80}q_{80}, \quad (7)$$

где q_{40}, q_{60}, q_{80} – средняя масса брутто контейнеров, размещаемых соответственно на 40, 60 и 80-футовых фитинговых платформах, т.

Расчет вместимости КМКП поезда в ДФЭ:

$$K_{\text{кп}} = m_{40}k_{40} + m_{60}k_{60} + m_{80}k_{80}, \quad (8)$$

где m_{40}, m_{60}, m_{80} – количество вагонов соответственно 40, 60 и 80-футовых фитинговых платформ в составе поезда, вагонов; k_{40}, k_{60}, k_{80} – вместимость соответственно одной 40, 60 и 80-футовой фитинговой платформы в контейнерах ДФЭ.

Расходы при организации перевозки КМКП учитывают совокупность затрат [1, 10], которые возникают по всей транспортно-логистической цепи контейнерных перевозок: $E_{\text{хр}}^{\text{кп}}$ – расходы, связанные с хранением партии контейнеров с грузами у отправителей, на терминалах ТЛЦ и т. п.; $E_{\text{нк}}^{\text{кп}}$ – расходы, вызываемые простоем партии контейнеров на контейнерном пункте станции; $E_{\text{нв}}, E_{\text{тех}}^{\text{кп}}, E_{\text{тлц}}^{\text{кп}}$ – расходы, связанные с простоем вагона на станциях при продвижении контейнеров до станции концентрации, на технических станциях в пути следования КМКП, а также на технических станциях размещения сетевых ТЛЦ; $E_{\text{дв}}^{\text{кп}}$ – расходы, связанные с нахождением КМКП в движении (с учетом затрат на содержание локомотивов и бригад); $E_{\text{гр}}^{\text{кп}}$ – расходы на перевозку грузов в контейнерах; $E_{\text{огт}}^{\text{кп}}$ – расходы, связанные с простоем грузовых поездов при обгоне их КМКП; $E_{\text{пв}}^{\text{кп}}$ – расходы, связанные с погрузкой, выгрузкой и перегрузкой контейнеров; $E_{\text{дост}}^{\text{кп}}$ – расходы, связанные с временем доставки грузов в контейнерах; $E_{\text{м}}^{\text{кп}}$ – расходы на маневровую работу по формированию КМКП (блок-поездов), изменению составов в пути следования на сетевых ТЛЦ.

При моделировании вариантов ходовой скорости КМКП за исходную величину принимают ходовую скорость $V_{\text{х}}^{\text{кп}}$ грузового поезда и постепенно ее повышают на $\Delta V_{\text{х}}$ (от 5 до 10 км/ч): $V_{\text{х}}^{\text{кп}} = V_{\text{х}}^{\text{кп}} + \Delta V_{\text{х}}$. При этом устанавливается ограничение: $V_{\text{х}}^{\text{кп}} \leq V_{\text{х}}^{\text{кп}} \leq 0,9V_{\text{л}}$, где $V_{\text{л}}$ – допустимая скорость локомотива, км/ч.

Расчет по вариантам производится до выполнения условия $\sum E_{j+1}^{\text{кп}} \geq \sum E_j^{\text{кп}}$. При соблюдении указанного условия расходы $\sum E_j^{\text{кп}}$ являются минимальными. Расчетная скорость контейнерного поезда может быть исходной для оценки возможностей пропуска на маршруте следования.

Моделирование вариантов состава КМКП проводится в зависимости от принятой для него скорости. Расходы определяются последовательно от вместимости поезда $m_1^{\text{кп}}(K_1^{\text{кп}})$, соответствующей установленной минимальной норме в соответствии с соглашениями в международных перевозках ($\sum E_1^{\text{кп}}$). Затем пошагово проводится моделирование путем увеличения величины состава. Такие расчеты проводятся до тех пор, пока не будет выполнено условие: $\sum E_{i+1}^{\text{кп}} \geq \sum E_i^{\text{кп}}$. Вместимость поезда, при которой $\sum E_i^{\text{кп}}$ минимальна, является оптимальной. При каждом шаге расчета длина поезда сравнивается с длиной станционных путей и тяговыми возможностями поездного локомотива.

Представленная технологическая модель, алгоритм и методика выбора параметров контейнерных поездов (блок-поездов) на железнодорожной инфраструктуре РБ позволяют консолидировать грузовую базу множества отправителей и обеспечить пропуск консолидированного контейнеропотока в специализированных поездах на значительных полигонах (Запад-Восток, Север-Юг). Эффективность таких перевозок повышается за счет включения в технологическую модель сетевых ТЛЦ, расположенных на маршруте следования КМКП. Технология назначения КМКП может быть включена в ЕТПП транспортных коридоров, стать основой для повышения взаимодействия множества участников перевозочного процесса и позволяет обеспечить необходимый социально-экономический синергетический эффект на товаро-транспортном рынке РБ.

1. Контейнерная транспортная система / Л. А. Коган, Ю.Т. Козлов, М.Д. Ситник и др.: Под ред. Л. А. Когана. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1991. – 254 с.
2. Сладкевич А.Н. Инновационные решения по организации логистических схем доставки экспортных грузов/ Тихомировские чтения: наука и современная практика технологии перевозочного процесса: Третья Междунар. научн.-практ. конф. (20,21 октября 2022 г., Гомель, Республика Беларусь). – Гомель: БелГУТ, 2022. – С. 29–36.
3. Еловой И.А. Развитие железнодорожных контейнерных перевозок в Республике Беларусь / И. А. Еловой, Е. В. Малиновский, С. А. Петрачков // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: наука и транспорт. – 2018. – № 1(36). – С. 58–60.

4. Русак А.Ю. Технологии перевозок сельскохозяйственной продукции с использованием специальных поездных сервисов / А.Ю. Русак, В.Г. Кузнецов // Перспективы развития транспортного комплекса [Электронный ресурс] : Сборник статей/ Белорус. научн. исслед. ин-т «Транстехника». – Минск : БелНИИТ «Транстехника», 2023. – С. 96–101.

5. Миленский В.С. Сопряжение МТК «Север – Юг» с региональными и евразийскими коридорами / В.С. Миленский, В.В. Козлов //Перспективы развития транспортного комплекса [Электронный ресурс] : Сборник статей/ Белорус. научн. исслед. ин-т «Транстехника». – Минск : БелНИИТ «Транстехника», 2023. – С. 25–30.

6. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте: учебник для вузов ж. д. транспорта / П.С. Грунтов, Ю.В. Дьяков, А.М. Макарович; под общ. ред. П.С. Грунтова. – М.: Транспорт, 1994. – 543 с.

7. Балаев Р.Г. Методология формирования транспортных логистических цепей / А.С. Балалаев, Р.Г. Леонтьев // - Хабаровск. Изд-во ДВГУПС, 2009 – 201 с.

8. Кочнева Д.И. Модель планирования маршрутных контейнерных поездов с грузовыми операциями в пути следования //Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 4. – С. 46–55.

9. Кириллова А.Г. Мультимодальные контейнерные и контейнерные перевозки / А. Г. Кириллова. – М.: ВИНТИ РАН, 2011. – 260 с.

10. Паршина Р. Н. Методы оценки эффективности реальных инвестиций в развитие контейнерной транспортной системы / Р. Н. Паршина // Транспортное дело России. – 2012. – № 4. – С. 91–94.

*Meisak Evgeny, Belarusian Railway (Republic of Belarus, Minsk), engineer
e-mail: zmeyasak@mail.ru, 222210, Smolevichi, Vokzalnaya str., 8*

*Kuznetsov Vladimir, Belarusian State University of Transport (Republic of Belarus, Gomel), Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
e-mail: kvg55@yandex.by, 246653, Gomel, Kirova str., 34*

TECHNOLOGICAL MODEL OF FORMATION AND PASSAGE OF CONTAINER BLOCK TRAINS IN THE TRANSPORT NETWORK

A model of the formation of container trains at the concentration station of container flows based on a set of planned correlations of shippers of the Republic of Belarus is presented. The basic processes on the railway infrastructure from the station of origin of the container traffic to the station of its destination are defined, a block diagram of the choice of the method of organizing container trains (block trains) is presented based on the parameters of cargo flow and the technical capabilities of transport corridors, transport and logistics centers along the route.

Keywords: transport corridors; railway transport; transportation process; railway stations; transformation of the traffic flow; container train; technological model; technological operations.

*Мейсак Евгений Александрович, Белорусская железная дорога
(Беларусь, Минск), инженер*

e-mail: zmeysak@mail.ru, 222210, г. Смолевичи, ул. Вокзальная, 8

*Кузнецов Владимир Гаврилович, Белорусский государственный университет
транспорта (Беларусь, Гомель), кандидат технических наук, доцент*

e-mail: kvg55@yandex.by, 246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34

ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПОЕЗДОВ В МЕЖДУНАРОДНОМ СООБЩЕНИИ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ КОНСОЛИДАЦИИ ПОТОКОВ

Рассмотрены инновационные технологии развития контейнерных перевозок на железнодорожном транспорте в международном сообщении за счет организации работы станции консолидации контейнерных потоков и формирования контейнерных поездов. Определены основные транспортно-логистические схемы перевозок на железной дороге, процессы эксплуатационной работы, параметры организации и пропуска контейнерных поездов в международном сообщении по транспортным коридорам, переработки в транспортно-логистических центрах.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт; железнодорожные станции; грузовая база; консолидация вагонов; контейнерный поезд; блок-поезд; транспортные коридоры; логистические центры; перевозочный процесс.

Перевозки грузов железнодорожным транспортом в Республике Беларусь (РБ) в значительной степени осуществляются в международном сообщении (более 60 % от общего объема). Такие транспортные условия отражают экспортоориентированный характер развития экономики РБ и устойчивые торговые связи предприятий на внешних товарных рынках. Основными драйверами перевозок железнодорожным транспортом является продукция предприятий строительной, лесной, нефтеперерабатывающей, сельскохозяйственной и химической отраслей, востребованная на внешних рынках сбыта [1].

Белорусская железная дорога (БЧ) совместно с множеством участников перевозочного процесса расширяет применение новых технологий по созданию устойчивых транспортно-логистических схем доставки и реализации их в Единой технологии перевозочного процесса (ЕТПП) железной дороги, а также в международных соглашениях в рамках ЕАЭС и иных транспортных объединений. Одним из приоритетных и постоянного развивающихся способов доставки продукции с участием железной дороги является перевозка грузов в

контейнерах. Контейнеропоток на БЧ устойчивый и в 2024 прогнозируется на уровне 1,5 млн контейнеров в двадцатифутовом эквиваленте (ДФЭ). Большая часть контейнерного потока организована в международном сообщении в контейнерных поездах. Такой способ организации контейнерных перевозок позволяет наиболее эффективно использовать инфраструктуру и реализовать приемлемые для всех участников технологии перевозки как по времени доставки, так и по эксплуатационным затратам [2, 3, 4].

Национальный перевозчик в лице БЧ совместно с участниками контейнерного бизнеса развивает технологию контейнерных перевозок в рамках международных транспортных коридоров «Север – Юг» и «Восток – Запад» с задействованием инфраструктуры портов Российской Федерации и других стран, транспортно-логистических центров, расположенных на маршрутах доставки, пограничных переходов [5, 6].

Основными железнодорожными станциями зарождения контейнеропотока в РБ являются Брест-Северный и Колядичи, которые формируют контейнерные поезда на регулярной основе в соответствии с международными соглашениями. Однако, отправление грузов в контейнерах постоянно увеличивается как по географии расположения мест погрузки на территории РБ, так и по грузоотправителям. В связи с небольшими партиями грузов на экспорт процесс накопления вагонов с контейнерами на состав занимает длительное время и требует дополнительных затрат.

Предлагается технология формирования на станции концентрации вагонопотока **консолидированного маршрутного контейнерного поезда (КМКП)**, следующего в установленном в заявках грузоотправителей направлении (маршруте следования).

Под **консолидированным контейнерным поездом** понимается – состав грузового поезда, сформированный на технической (грузовой) станции железной дороги, выступающей в качестве станции концентрации, на основе объединения групп вагонов (разных грузоотправителей), доставленных на станцию концентрации по согласованному дорожному плану формирования (ПФ) и графику движения (ГДП) в установленные периоды времени.

Как правило, маршруты следования контейнерных поездов проходят по транспортным коридорам, на которых имеются транспортно-логистические центры, перерабатывающие контейнеропоток в регионе их обслуживания. При отправлении контейнерного поезда в международном сообщении необходимо обеспечить набор,

установленных в НПА, требований к составу и условиям его продвижения (величина состава в вагонах, вес поезда, скорость движения; согласованное сквозное расписание на маршруте следования, электронные системы безопасности, безбумажный документооборот, номенклатура перевозимого груза и т. п.) [5, 7].

Наличие крупных (сетевых) контейнерных хабов на маршруте следования консолидированного контейнерного поезда позволяет формировать блок-поезд из групп (с установленными параметрами) с их обменом в пути следования на путях контейнерных терминалов сетевых транспортно-логистических центров (ТЛЦ) или на станциях, обслуживающих эти ТЛЦ.

Модель организации контейнерного поезда (блок-поезда) на железной дороге включает ряд процессов [2, 8], требующих особых условий организации и управления (рис. 1). К базовым процессам можно отнести:

- процесс образования контейнеропотока на железнодорожных станциях района местной работы (РМР): выполнение грузовых операций, в том числе на контейнерных пунктах (КП) мест общего и необщего пользования; обслуживание мест выполнения грузовых операций; развоз-вывоз вагонов со станций выполнения грузовых операций на опорную техническую станцию РМР; переработка вагонопотока в РМР и формирование поездов в соответствии с ПФ на станцию концентрации контейнеропотока;

- процесс организации вагонопотоков на железной дороге от РМР до станции концентрации контейнеропотока в грузовые поезда: переработка местных поездов на опорной станции РМР, формирование грузовых поездов в соответствии с дорожным ПФ (ДПФ), организация движения поездов по участкам железной дороги; комплекс операций обслуживания составов грузовых поездов на технических станциях (ТС); переработка вагонопотока на технических станциях в соответствии с ДПФ;

- процесс поездообразования консолидированных маршрутных контейнерных поездов или блок-поездов (КМКП) на станции концентрации: переработка грузовых поездов ДПФ, накопление составов контейнерных поездов; формирование КМКП в соответствии с международным ПФ (МФП); формирование контейнерных блок-поездов в соответствии с МФП и соглашениями;

- процесс организации движения КМКП в железнодорожной сети до станции размещения ТЛЦ: организация движения поездов по участкам

сети; комплекс операций обслуживания составов поездов на технических станциях (пограничных станциях);

- процесс перестроения КМКП на станции размещения ТЛЦ: выполнение операций обмена групп (составов) на сетевом ТЛЦ (железнодорожной станции);

- процесс организации движения КМКП в железнодорожной сети от станции размещения ТЛЦ до РМР выгрузки (перегрузки): организация движения поездов по участкам в сети; комплекс операций обслуживания составов поездов на технических станциях (пограничных станциях);

- процесс организации выгрузки на станциях РМР: переработка вагонопотока в РМР выгрузки; развоз вагонов с опорной станции РМР на станции (терминалы) выполнения грузовых операций; обслуживание мест выполнения грузовых операций; выполнение грузовых операций.

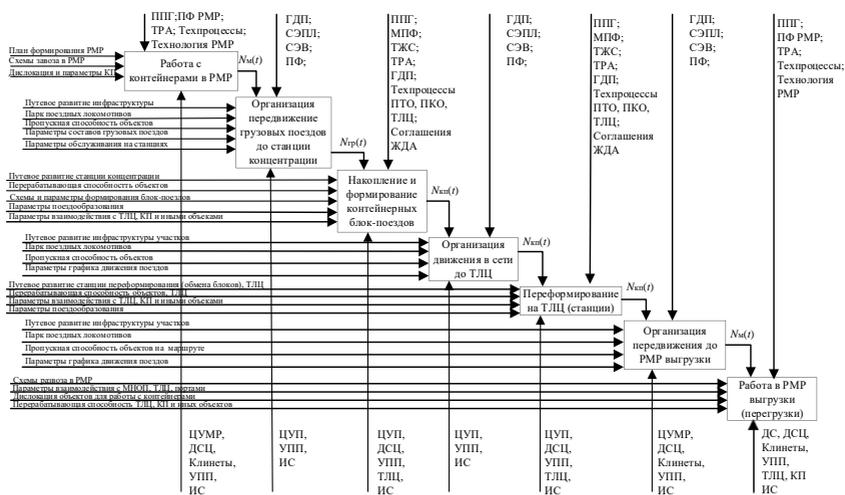


Рис. 1. Схема процессов при организации контейнерных блок-поездов в международном сообщении

Процесс трансформации транспортного потока включает: накопление партии контейнеров (k_{kj}^n) в соответствии с планом перевозок грузов (ППГ), занятие фитинговых вагонов партией контейнеров (n_{kj}^n), включение группы вагонов в состав местного поезда (N_m), переработка вагонов и включение группы вагонов в состав грузового поезда по ДПФ ($N_{гр}$), переработка вагонопотока на станции концентрации и

включение групп вагонов в КМКП ($n_k^{кп}$), формирование контейнерного блок-поезда ($N_{кп}, N_{б.кп}$), путем объединения двух (и более) составов; изменение состава КМКП (блок-поезда) на станции сетевого ТЛЦ ($N_{кп}, N_{б.кп}$) путем обмена групп или составов (отцепка, прицепка); переработка вагонопотока на опорной технической станции РМР выгрузки и развоз или подача к месту выполнения грузовых операций ($N_m, X_{пу}, m_{пу}$), выполнение грузовых операций в том числе перегрузка ($n_k^п, k_k^п$).

Технологическая модель организации контейнерных перевозок зависит от технико-технологических условий [2, 5, 8] трансформации контейнерных потоков на объектах железнодорожного транспорта и требований НПА к инфраструктуре и процессам организации перевозки:

- путевого развития РМР;
- размещения контейнерных терминалов (пунктов) на железной дороге;
- размещения сетевых ТЛЦ на транспортных коридорах;
- пропускных и перерабатывающих способностей объектов инфраструктуры трансформации вагонопотока с контейнерами;
- технологий развоза-вывоза вагонов, переработки и формирования поездов, взаимодействия железнодорожного транспорта общего пользования с подъездными путями, портами, ТЛЦ и т. п.;
- параметров ГДП на участках инфраструктуры;
- системы эксплуатации поездных локомотивов (СЭПЛ), работы локомотивных бригад; система технической эксплуатации вагонов (СЭВ);
- комплекса операций обслуживания составов и грузов в пути следования (технических, коммерческих, таможенных, пограничных, экспедиторских и иных).

Система Управления процессами перевозок (УПП) включает процессы планирования контейнерных перевозок в рамках сменно-суточного плана (ССП), так и процессы диспетчерского регулирования, которые осуществляются на трех уровнях управления БЧ: дорожном – в Центре управления перевозок (ЦУП); отделенческом – Центре управления местной работой (ЦУМР), станционном – диспетчерским персоналом: маневровыми диспетчерами (ДСЦ), дежурными по станциям (ДСП). Полнота и достоверность решения задач оперативного управления обеспечивается информационными системами (ИС) БЧ, а также внедрением систем электронной перевозки и документооборота [9, 10].

Реализация модели организации контейнерных перевозок осуществляется множеством участников перевозочного процесса (рис. 2), которые обеспечивают выполнение всей совокупности операций от момента планирования контейнерных перевозок (в соответствии с ППГ) до момента выполнения физических операций с контейнерами, вагонами, поездами на объектах клиентов, терминалах станций, портов, перегрузочных пунктов, ТЛЦ, грузовых и технических станций, железнодорожных участков [4, 7].

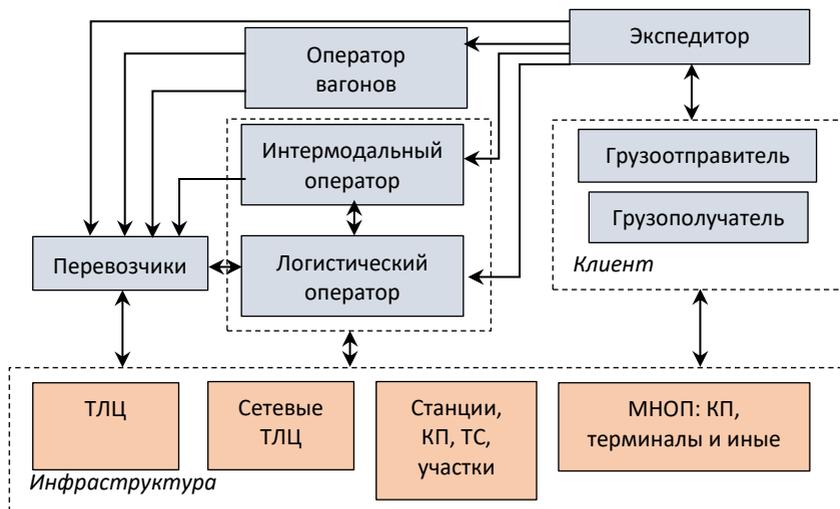


Рис. 2. Организационное взаимодействие участников контейнерных перевозок

Технологической основой формирования КМКП является единый технологический перевозочный процесс (ЕТПП) [2, 4], который определяет основные процессы: технологию местной работы, план формирования и график движения поездов.

При разработке комплексной технологии формирования и пропуска КМКП (блок-поездов) требуется оптимизация дорожного плана формирования вагонов с контейнерами за счет увязки ПФ местных поездов, дорожного ПФ однопутных (групповых) поездов и международного ПФ, а также перераспределения маневровой работы между техническими станциями при формировании местных, групповых, однопутных поездов и контейнерных маршрутов.

Для организации технологии с КМКП необходимо разработать способы формирования контейнерного поезда и образования блок-поездов, работу на прикрепленных станциях погрузки, согласованный вывод поездов к определенному времени, организацию развоза местных поездов к опорной станции с дальнейшей переработкой и т. д. Важно понимать, что в условиях эффективного развития контейнерных перевозок во внутривнутриреспубликанском, а также международном сообщениях, количество опорных станций на полигоне железной дороги может быть ограничено, тогда следует распределить работу между этими станциями на отделениях БЧ.

Вывод. Увеличение перевозок грузов хозяйствующими субъектами РБ на экспорт с использованием контейнеров требует разработки новых технологий, которые учитывают расширение географии расположения грузоотправителей на территории РБ, объемы контейнерных перевозок, их регулярность и другие условия. С увеличением объема контейнерных перевозок потребуется включение большего числа станций для выполнения грузовых операций, переработки вагонов с контейнерами и формирования контейнерных поездов.

Модель формирования и продвижения контейнерного поезда (блок-поезда) на железной дороге включает ряд согласованных и взаимосвязанных процессов, требующих детальной регламентации в системе отраслевых нормативных документов: ПФ, ГДП, технология местной работы РМР, технологические процессы станций и т. п.

Разработка комплексной технологии в рамках ЕТПП эксплуатационной работы с контейнерами позволяет выделить в железнодорожной сети БЧ специализированные станции концентрации вагонопотоков и формировать контейнерные поезда (блок-поезда) по основным транспортным коридорам (Запад – Восток, Север – Юг) на основе принципов консолидации грузопотока. Такой подход позволяет интегрировать транспортную деятельность множества участников перевозочного процесса, а также включить технологию в работу сетевых ТЛЦ на маршруте следования.

1. Государственная программа «Транспортный комплекс» на 2021–2025 годы. – Утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 23.03.2021 г., № 165.

2. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте: учебник для вузов ж. д. транспорта / П.С. Грунтов, Ю.В. Дьяков, А.М. Макарович; под общ. ред. П.С. Грунтова. – М.: Транспорт, 1994. – 543 с.

3. Еловой И.А. Концептуальные положения развития контейнерных перевозок в Республике Беларусь / И. А. Еловой, С. А. Петрачков // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: наука и транспорт. – 2017. – № 2(35). – С. 127–130.

4. Кириллова, А.Г. Мультимодальные контейнерные и контейнерные перевозки / А. Г. Кириллова. – М.: ВИНТИ РАН, 2011. – 260 с.

5. Королева А.А. Организация железнодорожных контейнерных поездов / А. А. Королева // Теория и практика современной науки. – 2020. – № 6(60). – С. 196–199.

6. Миленький В.С. Международный транспортный коридор «Север – Юг» – основные характеристики, прогноз объемов перевозки грузов, варианты доставки экспортной продукции/ В.С. Миленький, В.В. Козлов //Перспективы развития транспортного комплекса [Электронный ресурс] : Сборник статей/ Белорус. научн. исслед. ин-т «Транстехника». – Минск : БелНИИТ «Транстехника», 2023. – С. 10–19.

7. Паршина Р.Н. Контейнерные перевозки грузов в международных транзитных сообщениях/ Р.Н. Паршина // – М.: ВИНТИ РАН. – 2006. – 220 с.

8. Мейсак Е.А. Условия развития контейнерных перевозок продукции хозяйствующих субъектов Республики Беларусь / Е. А. Мейсак, В. Г. Кузнецов // Инновационное развитие транспортного и строительного комплексов : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию БелИИЖТа – БелГУТа. В 2-х частях, Гомель, 16–17 ноября 2023 года. – Гомель: Белорусский государственный университет транспорта, 2023. – С. 155–158.

9. Автоматизированные диспетчерские центры управления эксплуатационной работой железных дорог: монография / П.С. Грунтов [и др.]; под общ. ред. П.С. Грунтова. – М.: Транспорт, 1990. – 288 с.

10. Ерофеев А.А. Информационные технологии на железнодорожном транспорте: учеб.-метод. пособие: В 2 ч. Ч. 2 / А.А. Ерофеев, Е.А. Федоров. – Гомель: БелГУТ, 2015. – 256 с.

*Meisak Evgen, Belarusian Railway (Republic of Belarus, Minsk), engineer
e-mail: zmeysak@mail.ru, 222210, Smolevichi, Vokzalnaya str., 8*

*Kuznetsov Vladimir, Belarusian State University of Transport (Republic of Belarus,
Gomel), Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
e-mail: kvg55@yandex.by, 246653, Gomel, Kirova str., 34*

THE ORGANIZATION OF CONTAINER TRAINS IN INTERNATIONAL TRAFFIC BASED ON THE PRINCIPLES OF CONSOLIDATION OF FLOWS

Innovative technologies for the development of container transportation by rail in international traffic are considered due to the organization of the operation of the container flow consolidation station and the formation of container trains. The main transport and logistics schemes of railway transportation, operational work processes,

parameters of the organization and passage of container trains in international traffic along transport corridors, processing in transport and logistics centers are determined.

Keywords: railway transport; railway stations; freight base; consolidation of wagons; container train; block train; transport corridors; logistics centers; transportation process.

Раздел 2. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 656.1/5

*Аземша Сергей Александрович, Белорусский государственный университет транспорта (Беларусь, Гомель),
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: s-azemsha@yandex.ru, 246022, Гомель, ул. Кирова, 34*

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА РЕГУЛЯРНОГО СООБЩЕНИЯ

Аннотация: Параметры пассажиропотока на маршруте городского транспорта регулярного сообщения являются основой для организации этого вида транспортной работы. Они определяют количество и вместимость пассажирских транспортных средств, а также интервалы их движения, период работы. Пассажиропоток не является постоянным и меняется ежедневно в зависимости от различных факторов, а параметры транспортного предложения при этом меняются значительно реже. Это приводит к избытку провозных возможностей по сравнению с имеющейся мощностью пассажиропотока и росту затрат на выполнение перевозок. В статье обосновывается создание интеллектуальной системы, позволяющей решить эту проблему.

Ключевые слова: пассажирский транспорт регулярного сообщения; интеллектуальная система; пассажиронапряженность; эффективность; пассажир.

Анализу неравномерности пассажиропотока в научной литературе уделено немало внимания [1–9]. В нем показано наличие значительных колебаний мощности пассажиропотока в зависимости от маршрута, дня недели, часов суток и т. д., что является причиной несоответствия имеющейся провозной возможности маршрутных транспортных средств (МТС) и мощности пассажиропотока, снижению эффективности перевозочного процесса. В работе [10] показано наличие существенной неравномерности пассажиронапряженности на одном и том же рейсе одного и того же маршрута в зависимости от погодных и календарных факторов.

Для повышения эффективности работы городского транспорта регулярного сообщения (ГТРС) ряд авторов предложили мероприятия, учитывающие смещение пассажиропотока и распределяющие МТС разной вместимости по маршрутам в разное время суток [11–14]. В работе [15] предложено использование составов модульных МТС, которые позволяют уменьшать или увеличивать пассажироместимость в зависимости от величины пассажиронапряжённости для каждого выполняемого рейса (рис. 1).



Рис. 1. Использование модульных МТС: а – один модуль в периоды снижения пассажиропотока; б – три модуля в периоды увеличения пассажиропотока

В свою очередь, это обеспечит снижение себестоимости выполнения перевозки и увеличение эффективности работы ГТРС. Механизм такого повышения эффективности заключается в том, что в период спада пассажиропотока, рейс выполняется составом модульного МТС, состоящим из одного модуля (рис. 1, а). При увеличении пассажиропотока на конечных остановочных пунктах в состав модульного МТС добавляется необходимое количество модулей, обеспечивающих требуемую суммарную вместимость состава модульного МТС (рис. 1, б). Очевидно, что для снижения себестоимости выполнения такого рейса, разница между вместимостью состава модульного МТС и пассажиронапряжённостью должна быть минимальной и положительной.

Для реализации такого подхода необходимо заблаговременно обеспечить оператора перевозок достоверной информацией о прогнозных значениях пассажиронапряженности на каждом рейсе каждого маршрута. Для этого предложено создать интеллектуальную систему управления работой ГТРС (рис. 2) [16].

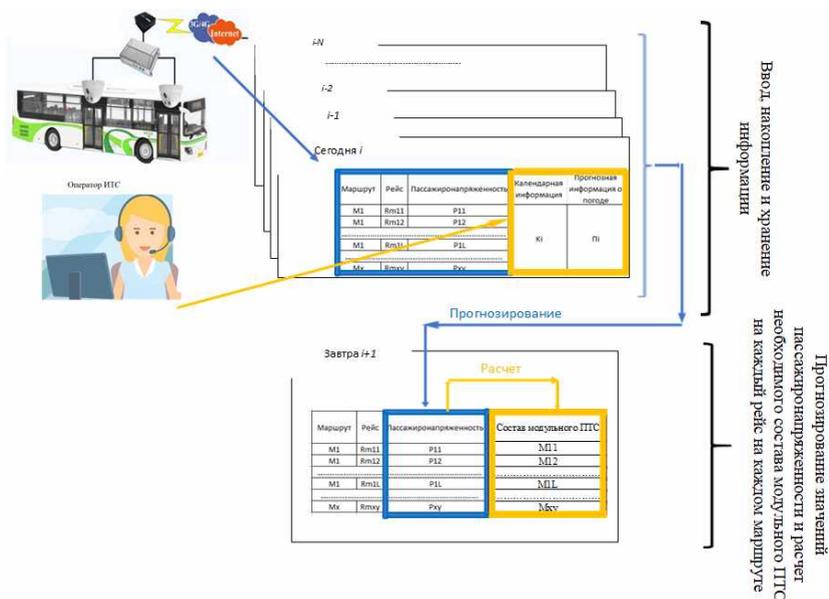


Рис. 2. Схема функционирования предлагаемой интеллектуальной системы управления ГТРС

В такой системе ежедневно информация от датчиков подсчета пассажиров поступает на сервер оператора перевозок, где из нее извлекаются сведения о пассажиронапряженности на каждом рейсе каждого маршрута. Сюда же оператор ежедневно заносит календарную информацию (день недели, его тип, месяц и т. д.), а также прогнозную информацию о погоде на следующий день. Получаемый таким образом и ежедневно дополняемый массив данных является основой для прогнозирования пассажиронапряженности на каждом рейсе каждого маршрута на следующий день. При помощи таких прогнозных значений, производится расчет распределения имеющегося парка МТС (в том числе – модульных МТС) на каждый рейс каждого маршрута.

Установлено [10], что реализация приведенной на рисунке 2 интеллектуальной системы с использованием составов модульных МТС позволит повысить окупаемость работы ГТРС на величину до 39 %, а также снизить себестоимость выполнения оборотного рейса на величину до 41 %. Реализация предлагаемой схемы организации работы ГТРС в г. Гомеле, позволит сэкономить порядка 2,38 млн у. е. в год, а ориентировочный срок окупаемости такого проекта не превышает двух лет.

1. Белокуров В.П., Мотузка Д.А., Артемов А.Ю. Повышение эффективности эксплуатации автотранспорта при осуществлении сезонных пассажирских перевозок в городах курортных зон // *Технология колёсных и гусеничных машин*. 2015. № 3. С. 25–33.

2. Kampf R., Stopka O., Bartuška L., Zeman K. Circulation of Vehicles as an Important Parameter of Public Transport Efficiency // *Proceedings of the 19th International Scientific Conference on Transport Means*. Kaunas University of Technology, 2015. pp. 143–146.

3. Хвостов А.А., Шипилова Е.А., Ребриков Д.И. Планирование и обработка результатов исследования пассажиропотока в рамках маршрута // *Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета*. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2013. № 2. С. 97–102.

4. Medvid' P., Gogola M., Kubařák S. Occupancy of Public Transport Vehicles in Slovakia // *Transportation Research Procedia*. 2020. Vol. 44. pp. 153–159. <https://www.doi.org/10.1016/j.trpro.2020.02.022>.

5. Петров А.И., Абдулмажидов А.М. Исследование приспособленности системы городского пассажирского автомобильного транспорта Нефтеюганска к неравномерности пассажиропотоков // *Научно-практический семинар Международной выставки – ярмарки “Город-2002”, “АЗС комплекс – 2002”, “Автосалон-2002”*. Тюмень, 2002.

6. Аземша С.А., Грищенко Т.В., Ясинская О.О. Исследование наполняемости автобусов при городских перевозках пассажиров в г. Могилеве // Вестник Полоцкого государственного технического университета. Серия В «Промышленность. Прикладные науки». 2020. № 11. С. 62–69.
7. Ponte C., Melo H.P.M., Caminha C., Andrade J.S., Furtado V. Traveling Heterogeneity in Public Transportation // EPJ Data Science. 2018. Vol. 7. No. 1. <https://www.doi.org/10.1140/epjds/s13688-018-0172-6>.
8. Adra N., Michaux J.-L., André M. Analysis of the Load Factor and the Empty Running Rate for Road Transport. Artemis - Assessment and Reliability of Transport Emission Models and Inventory Systems, 2004. 31 p. URL: <https://hal.science/hal-00546125> (дата обращения: 16.08.2019).
9. Average Vehicle Occupancy Factors for Computing Travel Time Reliability Measures and Total Peak Hour Excessive Delay Metrics [Электронный ресурс]. URL: https://www.fhwa.dot.gov/tpm/guidance/avo_factors.pdf (дата обращения: 19.12.2023).
10. Аземша, С.А., Янкович С. Ю. Оценка эффективности ежесуточного управления парком модульных пассажирских транспортных средств на городских регулярных маршрутах. (2024). Недропользование и транспортные системы, 14(1), 4–17. <https://doi.org/10.18503/SMTS-2024-14-1-4-17>.
11. Скирковский С.В. Исследование влияния факторов на результативность работы городского пассажирского маршрутизированного транспорта // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. 2017. No. 1. pp. 30–35.
12. Ryabov I.M., Kashmanov R.Ya. Improving the Organization of Passenger Service on the Route by Using Buses of Different Capacity // The Russian Automobile and Highway Industry Journal. 2019. Vol. 16. No. 3. pp. 264–275. <https://www.doi.org/10.26518/2071-7296-2019-3-264-275>.
13. Гозбенко В.Е., Крипак М.Н., Лебедева О.А., Каргапольцев С.К. Повышение эффективности функционирования транспортной сети городского пассажирского транспорта путём применения автоматизации модели выбора оптимального подвижного состава // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2017. № 2. С. 203-208.
14. Shviatsova A.V., Prolisko E.E., Shuts V.N. Planning and Organization of the Transportation Process in the Passenger Information and Transportation System // Mathematical Methods in Technologies and Technics. 2021. No. 4. pp. 111–118. https://www.doi.org/10.52348/2712-8873_MMTT_2021_4_111.
15. Azemsha S.A. Development of Proposals to Improve the Efficiency of Public Urban Passenger Transport // The Russian Automobile and Highway Industry Journal. 2019. Vol. 16. No. 5. pp. 544–557. <https://www.doi.org/10.26518/2071-7296-2019-5-544-557>.
16. Аземша С.А. Совершенствование технологии работы городского пассажирского транспорта регулярного сообщения. Научный рецензируемый журнал "Вестник СибАДИ". 2024; 21(3): 396-411. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2024-21-3-396-411>. EDN: FIDYXY.

*Azemsha Siarhei, Belarusian State University of Transport
(Belarus, Gomel), Phd, Associate Professor
e-mail: s-azemsha@yandex.ru, 34, Kirov str., Gomel, 246022*

PROSPECTS FOR CREATING AN INTELLIGENT SYSTEM TO MANAGE THE OPERATION OF REGULAR URBAN TRANSPORT

Annotation: Parameters of passenger flow on the route of regular urban transport are fundamental in the organization of this type of transport work. They determine the number and capacity of passenger vehicles, as well as the intervals of their movement and the period of operation. The value of passenger flow is not constant and can change daily depending on various factors, while the parameters of transport supply change much less frequently. This leads to excess capacity compared to the available capacity of passenger traffic. The article substantiates the creation of an intelligent system to solve this problem.

Keywords: regular passenger transport; intellectual system; passenger capacity; efficiency; passenger.

Богданович Сергей Валерьевич, Белорусский национальный технический университет (Беларусь, Минск),
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры
«Транспортные системы и технологии»,
e-mail: bsw001@gmail.com, 220013, г. Минск, проспект Независимости, 65

ВОЗМОЖНОСТИ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СФЕРЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Обзор рассматривает практическое применение искусственного интеллекта (ИИ) в сфере безопасности дорожного движения. Анализируются текущие направления использования ИИ, включая автономные транспортные средства, умную дорожную инфраструктуру и системы мониторинга. Обсуждаются технические, этические и правовые проблемы внедрения ИИ. Представлены перспективы развития и потенциальные области применения ИИ для повышения безопасности на дорогах. Сделаны выводы о значительном потенциале ИИ в улучшении дорожной безопасности.

Ключевые слова: искусственный интеллект; безопасность дорожного движения; автономные транспортные средства; умная дорожная инфраструктура; этические проблемы ИИ; интеллектуальное управление трафиком.

В современном мире проблема безопасности дорожного движения остается одной из наиболее острых и актуальных, и количество дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и их последствия продолжают оставаться на высоком уровне.

В этих условиях применение искусственного интеллекта (ИИ) в сфере безопасности дорожного движения представляется одним из наиболее перспективных направлений для кардинального улучшения ситуации. ИИ обладает потенциалом для анализа огромных объемов данных, выявления скрытых закономерностей и принятия решений в режиме реального времени, что может существенно повысить эффективность мер по предотвращению ДТП и снижению их последствий.

Основной целью данного обзора является систематизация и анализ существующих исследований и практик использования ИИ в сфере безопасности дорожного движения. Обзор призван предоставить комплексное представление о текущем состоянии и перспективах использования ИИ в сфере безопасности дорожного движения, что может послужить основой для дальнейших исследований и разработок в этой области.

Практическое применение искусственного интеллекта (ИИ) в сфере безопасности дорожного движения демонстрирует значительный прогресс в последние годы. Рассмотрим основные направления, где ИИ уже активно используется или находится на стадии внедрения.

Одним из наиболее заметных применений ИИ в сфере дорожной безопасности является разработка и внедрение автономных транспортных средств. Компании, такие как Waymo, Tesla и Uber, активно тестируют и совершенствуют технологии беспилотного вождения [1].

Основные компоненты ИИ в автономных транспортных средствах включают:

1. Системы компьютерного зрения для обнаружения объектов и распознавания дорожных знаков.
2. Алгоритмы планирования маршрута и принятия решений.
3. Системы локализации и картографирования (SLAM).
4. Модели для прогнозирования поведения других участников движения.

Согласно отчету KPMG [2], лидерами в области готовности к внедрению автономных транспортных средств являются Сингапур, Нидерланды и Норвегия. Эти страны активно инвестируют в развитие необходимой инфраструктуры и нормативно-правовой базы.

Внедрение ИИ в дорожную инфраструктуру позволяет создавать «умные дороги», способные взаимодействовать с транспортными средствами и пешеходами, повышая общий уровень безопасности. В качестве примеров можно назвать следующие.

1. Адаптивные системы освещения: В Нидерландах внедрена система Smart Highway, использующая энергоэффективное LED-освещение, которое адаптируется к погодным условиям и интенсивности движения [3].
2. Умные пешеходные переходы: В Лондоне тестируется система Starling Crossing, использующая камеры и LED-панели для создания динамической разметки пешеходных переходов, адаптирующейся к текущей ситуации на дороге [4].
3. Дороги с встроенными датчиками: В Китае введен в строй участок умной автомагистрали, оснащенной сенсорами для мониторинга состояния дорожного покрытия и погодных условий [5].

ИИ играет ключевую роль в развитии современных систем мониторинга и контроля дорожного движения, позволяя обрабатывать огромные объемы данных в режиме реального времени. К практическим примерам здесь можно отнести такие решения:

1. Интеллектуальная система управления дорожным движением в Питтсбурге (США) использует ИИ для оптимизации работы светофоров,

что привело к сокращению времени ожидания на перекрестках на 40 % и уменьшению выбросов на 21 % [6].

2. В Шэньчжэне (Китай) внедрена система распознавания лиц для идентификации нарушителей правил дорожного движения, что позволило повысить эффективность работы правоохранительных органов [7].

3. В Сингапуре используется система предиктивного анализа трафика, которая прогнозирует заторы за 30 минут до их возникновения с точностью 85 %, позволяя оперативно принимать меры по регулированию движения [8].

ИИ также находит применение в системах экстренного реагирования, позволяя ускорить и оптимизировать процесс оказания помощи при ДТП.

Примеры практического применения:

1. Система eCall, обязательная для новых автомобилей в ЕС с 2018 года, автоматически вызывает экстренные службы в случае серьезной аварии, используя ИИ для определения степени тяжести происшествия [9].

2. В Японии разработана система D-Call Net, которая использует данные с датчиков автомобиля и ИИ для оценки вероятности серьезных травм при ДТП, что позволяет оптимизировать распределение ресурсов экстренных служб [10].

3. Компания Waucare разработала платформу, использующую ИИ для анализа данных из различных источников (камеры, датчики, мобильные приложения) для предсказания и быстрого обнаружения инцидентов на дорогах, что позволяет сократить время реагирования экстренных служб [11].

Таким образом, практическое применение ИИ в сфере безопасности дорожного движения демонстрирует значительный потенциал для снижения количества ДТП и повышения эффективности транспортных систем. Однако важно отметить, что внедрение этих технологий требует значительных инвестиций в инфраструктуру и решения ряда технических, правовых и этических вопросов.

Несмотря на значительный прогресс в применении ИИ для повышения безопасности дорожного движения, существует ряд проблем и ограничений, которые необходимо учитывать при разработке и внедрении этих технологий. Рассмотрим основные из них.

Технические ограничения

1. Надежность и устойчивость систем ИИ

Одной из ключевых проблем является обеспечение надежности и устойчивости систем ИИ в различных дорожных условиях. Исследования показывают, что современные системы компьютерного зрения могут

значительно снижать свою эффективность при неблагоприятных погодных условиях или плохом освещении [12]. Например, точность распознавания объектов может падать на 20–30 % при сильном дожде или снегопаде.

2. Обработка сложных сценариев

Системы ИИ часто сталкиваются с трудностями при обработке нестандартных или редких дорожных ситуаций. Даже передовые алгоритмы автономного вождения могут принимать неоптимальные решения в сложных сценариях, таких как взаимодействие с нерегулируемыми перекрестками или реагирование на неожиданное поведение пешеходов [13].

3. Интеграция с существующей инфраструктурой

Внедрение ИИ-систем часто требует значительной модернизации существующей дорожной инфраструктуры. Сюда относится:

- модернизация инфраструктуры: обновление дорожных знаков, светофоров и других элементов управления движением для обеспечения совместимости с автономными системами;

- инвестиции в технологии: необходимы будут инвестиции в системы связи и сенсоры, которые позволят автономным транспортным средствам взаимодействовать с дорожной инфраструктурой;

- обучение и подготовка персонала: потребуется обучение работников дорожной отрасли для работы с новыми технологиями и системами [14].

Этические вопросы

1. Принятие решений в критических ситуациях

Одной из наиболее острых этических проблем является принятие решений ИИ в критических ситуациях, когда неизбежен ущерб. Исследование «Моральная машина» [15], проведенное в США, выявило значительные культурные различия в этических предпочтениях людей относительно поведения автономных транспортных средств в таких ситуациях.

2. Конфиденциальность и защита данных

Использование ИИ в системах мониторинга и управления дорожным движением часто требует сбора и анализа больших объемов персональных данных. Исследование, проведенное Европейским агентством по сетевой и информационной безопасности [16], показывает, что существуют значительные риски утечки данных и нарушения приватности при использовании интеллектуальных транспортных систем.

3. Ответственность и подотчетность

Вопрос о том, кто несет ответственность в случае аварии с участием автономного транспортного средства или при сбое в работе

ИИ-системы управления дорожным движением, остается открытым. Анализ показывает, что существующие правовые системы не в полной мере готовы к регулированию ответственности в случаях, когда решения принимаются ИИ [17].

Правовые аспекты

1. Регулирование использования ИИ в транспортной сфере

Отсутствие четкой нормативно-правовой базы для регулирования использования ИИ в транспортной сфере является серьезным препятствием для широкого внедрения этих технологий. В настоящее время лишь небольшое количество стран имеют специальное законодательство, регулирующее тестирование и эксплуатацию автономных транспортных средств.

2. Стандартизация и сертификация

Отсутствие единых международных стандартов для систем ИИ, применяемых в сфере безопасности дорожного движения, затрудняет их внедрение и интеграцию. Требуется разработка унифицированных методов оценки и сертификации ИИ-систем для обеспечения их безопасности и надежности.

3. Трансграничное использование

Различия в законодательстве разных стран создают проблемы для трансграничного использования автономных транспортных средств и других ИИ-систем в сфере дорожного движения. Гармонизация законодательства в этой области является важнейшим фактором для развития международных перевозок с использованием автономных транспортных средств.

Проблемы внедрения и адаптации

1. Социальное принятие

Внедрение ИИ-технологий в сферу дорожного движения сталкивается с проблемой социального принятия. Исследование общественного мнения, проведенное в США [18], показывает, что только 39 % американцев готовы доверить управление транспортным средством системе ИИ.

2. Переходный период

Управление смешанным трафиком, включающим как традиционные, так и автономные транспортные средства, представляет собой серьезную проблему. По некоторым данным [19] переходный период может длиться несколько десятилетий, что требует разработки специальных стратегий управления дорожным движением.

3. Экономические последствия

Широкое внедрение ИИ в сферу дорожного движения может иметь значительные экономические последствия, включая изменение структуры занятости в транспортном секторе. Анализ, проведенный

Международной организацией труда [20], прогнозирует, что автоматизация может привести к исчезновению до 70 % рабочих мест в сфере грузовых и пассажирских перевозок в ближайшие 20 лет.

Таким образом, несмотря на значительный потенциал ИИ в повышении безопасности дорожного движения, существует ряд серьезных проблем и ограничений, требующих комплексного подхода к их решению.

Если говорить о потенциальных областях применения ИИ для повышения безопасности дорожного движения, следует назвать следующие направления.

1. Персонализированные системы безопасности

Развитие ИИ позволит создавать персонализированные системы безопасности, адаптирующиеся к индивидуальному стилю вождения и физиологическому состоянию водителя [21].

2. Предиктивное обслуживание дорожной инфраструктуры

ИИ будет играть ключевую роль в развитии систем предиктивного обслуживания дорожной инфраструктуры. Анализ больших данных позволит прогнозировать износ дорожного покрытия и других элементов инфраструктуры, оптимизируя планирование ремонтных работ [22], что может снизить затраты на обслуживание дорог.

3. Интеллектуальное управление городской мобильностью

ИИ станет ключевым компонентом в создании комплексных систем управления городской мобильностью, объединяющих различные виды транспорта. Исследование, проведенное McKinsey [23], прогнозирует, что внедрение таких систем может сократить время в пути на 15–20 % и снизить выбросы CO₂ на 10–15 % в крупных городах.

Имеет потенциал и интеграция ИИ с другими технологиями.

1. Интернет вещей (IoT). Интеграция ИИ с технологиями IoT позволит создать всеобъемлющую сеть взаимосвязанных устройств для мониторинга и управления дорожным движением. Исследование Cisco [24] прогнозирует, что к 2030 году количество подключенных устройств в транспортной сфере достигнет 500 миллиардов.

2. Блокчейн. Использование блокчейн-технологий в сочетании с ИИ может повысить безопасность и прозрачность обмена данными между участниками дорожного движения и инфраструктурой. Исследование демонстрирует потенциал блокчейна для создания децентрализованных систем управления автономными транспортными средствами [25].

3. Дополненная реальность (AR)

Интеграция ИИ с технологиями дополненной реальности открывает новые возможности для повышения безопасности дорожного движения [26]. Использование AR для визуализации потенциальных

опасностей может снизить время реакции водителя и, соответственно, повысить безопасность.

Перспективы развития ИИ в сфере безопасности дорожного движения выглядят весьма многообещающе. Ожидается, что совершенствование алгоритмов, развитие edge computing и интеграция с новыми сетевыми технологиями позволят создать более эффективные и надежные системы управления дорожным движением. Потенциальные области применения, такие как персонализированные системы безопасности и интеллектуальное управление городской мобильностью, могут значительно повысить уровень безопасности на дорогах.

Проведенный анализ позволяет сделать ряд важных выводов и сформулировать рекомендации для дальнейших исследований.

1. Потенциал ИИ в повышении безопасности дорожного движения

Исследования убедительно демонстрируют значительный потенциал ИИ в повышении безопасности дорожного движения. Технологии машинного обучения, компьютерного зрения и обработки больших данных позволяют создавать системы, способные эффективно предотвращать дорожно-транспортные происшествия, оптимизировать транспортные потоки и улучшать общую ситуацию на дорогах.

2. Многообразие применений ИИ. ИИ находит применение в широком спектре задач, связанных с безопасностью дорожного движения, включая:

- системы предупреждения столкновений;
- интеллектуальное управление дорожным движением;
- прогнозирование и предотвращение ДТП;
- системы помощи водителю;
- автономное вождение;
- мониторинг состояния водителя и дорожной инфраструктуры.

3. Технологические достижения и ограничения

Наблюдается значительный прогресс в развитии алгоритмов ИИ, повышении их точности и надежности. Однако сохраняются технические ограничения, связанные с обработкой сложных дорожных сценариев и обеспечением устойчивости систем в различных условиях эксплуатации.

4. Этические и правовые проблемы

Внедрение ИИ в сферу безопасности дорожного движения сопряжено с рядом этических и правовых вопросов, включая проблемы ответственности, конфиденциальности данных и принятия решений в критических ситуациях. Эти аспекты требуют тщательного рассмотрения и разработки соответствующих нормативных рамок.

5. Социально-экономические последствия

Широкое внедрение ИИ в транспортную сферу может иметь значительные социально-экономические последствия, включая изменения на рынке труда и трансформацию городской мобильности. Эти факторы необходимо учитывать при планировании и реализации проектов по внедрению ИИ.

6. Перспективы развития

Перспективы развития ИИ в сфере безопасности дорожного движения связаны с совершенствованием алгоритмов, интеграцией с новыми технологиями (5G, IoT, блокчейн, AR) и расширением областей применения. Ожидается, что это приведет к созданию более комплексных и эффективных систем управления дорожным движением.

В заключение следует отметить, что применение ИИ в сфере безопасности дорожного движения представляет собой многообещающее и быстро развивающееся направление. Дальнейшие исследования и разработки в этой области могут внести существенный вклад в повышение безопасности дорожного движения и улучшение качества жизни в городах по всему миру.

1. Lambert, J., Carballo, A., & Takeda, K. A Survey of Autonomous Driving: Common Practices and Emerging Technologies/ Yurtsever, E [at al.]; IEEE Access, 8, 58443-58469. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2983149>.

2. 2020 Autonomous Vehicles Readiness Index. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/xx/pdf/2020/07/2020-autonomous-vehicles-readiness-index.pdf>. – Дата доступа: 06.09.2024.

3. Studio Roosegaarde. SMART HIGHWAY. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.studio Roosegaarde.net/project/smart-highway>. – Дата доступа: 06.09.2024.

4. The Starling Crossing. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.xinhuanet.com/english/2019-12/31/c_138669993.htm. – Дата доступа: 06.09.2024.

5. Self-Driving Smart Expressway Opens in China. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iotworldtoday.com/transportation-logistics/self-driving-smart-expressway-opens-in-china>. – Дата доступа: 06.09.2024.

6. Rapid Flow Technologies. Surtrac Adaptive Traffic Signal Control. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rapidflowtech.com/surtrac>. – Дата доступа: 06.09.2024.

7. Shenzhen deploys facial recognition technology to catch traffic offenders. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.straitstimes.com/asia/east-asia/shenzhen-deploys-facial-recognition-technology-to-catch-traffic-offenders>. – Дата доступа: 06.09.2024.

8. Why, two decades on, Singapore’s Intelligent Transport System is considered the best in the world. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tomorrow.city/transportation-technology-singapores-intelligent-transport-system/>. – Дата доступа: 06.09.2024.

9. eCall. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://road-safety.transport.ec.europa.eu/european-road-safety-observatory/statistics-and-analysis-archive/esafety/ecall_en. – Дата доступа: 06.09.2024.
10. Advanced Automatic Collision Notification Service "D-Call Net®" Expanded Nationwide. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://global.toyota/en/newsroom/corporate/22961893.html>. – Дата доступа: 06.09.2024.
11. Waycare: the AI platform combatting road traffic fatalities. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aimagazine.com/ai-applications/waycare-ai-platform-combatting-road-traffic-fatalities>. – Дата доступа: 06.09.2024.
12. A. Mohanty, B. A., A. Shaik, «A Comprehensive Analysis of Deep Learning Frameworks to Mitigate the Impact of Varied Lighting and Weather Conditions» 2022 Third International Conference on Smart Technologies in Computing, Electrical and Electronics (ICSTCEE), Bengaluru, India, 2022, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICSTCEE56972.2022.10100084.
13. Autonomous driving strategies at intersections: Scenarios, state-of-the-art, and future outlooks/ Wei L. [et al.] //2021 IEEE International Intelligent Transportation Systems Conference (ITSC). – IEEE, 2021. – С. 44-51.
14. Failure to Act: Current Investment Trends in our Surface Transportation Infrastructure [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://infrastructurereportcard.org/wp-content/uploads/2020/12/failure-to-act-2021-surface-transportation.pdf>. – Дата доступа: 06.09.2024.
15. The Moral Machine experiment / Awad, E. [at al]// Nature, 563(7729), 59-64. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0637-6>.
16. Good practices for security of smart cars. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.enisa.europa.eu/publications/smart-cars>. – Дата доступа: 06.09.2024.
17. The Legal Implications of Autonomous Vehicles. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.frtriallawyers.com/blog/2023/august/the-legal-implications-of-autonomous-vehicles/>. – Дата доступа: 06.09.2024.
18. AI and Human Enhancement: Americans' Openness Is Tempered by a Range of Concerns. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pewresearch.org/internet/2022/03/17/ai-and-human-enhancement-americans-openness-is-tempered-by-a-range-of-concerns/>. – Дата доступа: 06.09.2024.
19. Litman, T. Autonomous Vehicle Implementation Predictions: Implications for Transport Planning. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vtpi.org/avip.pdf>. – Дата доступа: 06.09.2024.
20. International Labour Organization. (2020). The future of work in the automotive industry: The need to invest in people's capabilities and decent and sustainable work. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---ector/documents/meetingdocument/wcms_741659.pdf. – Дата доступа: 06.09.2024.
21. Using AI and AR to Enhance Personalized Driving Assistance. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.wipro.com/innovation/using-ai-and-ar-to-enhance-personalized-driving-assistance/>. – Дата доступа: 06.09.2024.

22. Artificial intelligence in asset management [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cfainstitute.org/-/media/documents/book/rlf-lit-review/2020/rflr-artificial-intelligence-in-asset-management.ashx/>. – Дата доступа: 06.09.2024.

23. The future of mobility is at our doorstep. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/the-future-of-mobility-is-at-our-doorstep>. – Дата доступа: 06.09.2024.

24. Cisco Annual Internet Report (2018–2023) White Paper. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html>. – Дата доступа: 06.09.2024.

25. Blockchain for Securing Autonomous Vehicles. S. Rajendar, [at al]//2023 Second International Conference on Electronics and Renewable Systems (ICEARS), Tuticorin, India, 2023, pp. 713-717, doi: 10.1109/ICEARS56392.2023.10085685.

26. Boboc, R. G., Gîrbacia, F., Butilă, E. V. The Application of Augmented Reality in the Automotive Industry: A Systematic Literature Review // *Applied Sciences*, 10(12), 4259. <https://doi.org/10.3390/app10124259>.

Bogdanovich Sergej, Belarusian National Technical University (Belarus, Minsk),
Phd, Associate Professor of the Department of Transport Systems and Technologies,
e-mail: bsw001@gmail.com, 220013, 65, Independence Avenue, Minsk

POSSIBILITIES OF PRACTICAL APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE FIELD OF ROAD SAFETY

This review examines the practical application of artificial intelligence (AI) in road safety. It analyzes current areas of AI use, including autonomous vehicles, smart road infrastructure, and monitoring systems. Technical, ethical, and legal issues of AI implementation are discussed. The review presents development prospects and potential areas of AI application for improving road safety. Conclusions are drawn about the significant potential of AI in enhancing road safety.

Keywords: Artificial Intelligence; Road Safety; Autonomous Vehicles; Smart Road Infrastructure; AI Ethical Issues; Intelligent Traffic Management.

Ганчерёнок Игорь Иванович, Минский городской институт развития образования (Беларусь, Минск),

доктор физико-математических наук, профессор,

e-mail: gancherenok@minsk.edu.by, 220007, г. Минск, пер. Броневой, 15а

Горбачёв Николай Николаевич, Академия управления при Президенте Республики Беларусь (Беларусь, Минск),

e-mail: nick-iso@tut.by, 220007, г. Минск, ул. Московская, 17

К ЦИФРОВИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ: ОТКРЫТЫЕ ДАННЫЕ

Аннотация: Рассмотрен концептуальный подход к формированию открытых данных в контексте их применимости в сфере транспорта и логистики. Предложен метод ментальных карт для визуализации информационно-структурного содержания открытых данных и адаптации к современной цифровой реальности.

Ключевые слова: цифровизация; транспорт; логистика; открытые данные; ментальная карта; структурные модели.

Экспертная оценка процессов цифровизации в транспортно-логистической сфере показывает наличие такой проблемной области, как регулирование доступа к интегрированным информационным ресурсам. По различным оценкам ограничений доступа к информационным ресурсам насчитывается несколько десятков (более 140 [1]). К ним, например, относятся:

- государственная тайна;
- служебная тайна;
- коммерческая тайна;
- банковская тайна;
- налоговая тайна;
- электронные перевозочные документы и сведения, содержащиеся в них;
- информация, полученная доверенной третьей стороной;
- секрет производства (ноу-хау);
- тайна страхования;
- тайна связи;
- информационные ресурсы единой государственной информационной системы обеспечения транспортной безопасности и другие.

При таких регламентах необходимо учитывать также ограничения по доступу к сочетаниям открытых данных, которые дают возможность получения аналитическим путём сведений ограниченного доступа. Это может касаться и метаданных, особенно для глобальных компьютерных сетей и технологий.

Открытость данных в сфере транспорта и логистики имеет существенное значение, во многом определяя оперативность информационного взаимодействия субъектов и предоставления услуг. Здесь с одной стороны важна открытость технологий сбора, контроля и ввода данных, а с другой – реализация требований открытого запроса и доступа к ним. Следует отметить, что различные типы данных: качественные, количественные, показатели, типа «объект-признак», типа «событие» или «ситуация» [2] предполагают разные спецификации требований и, соответственно, разные наборы регламентов (стандартов). Организация или предприятие, эффективно интегрирующее как количественные, так и качественные данные в рамках бизнес-процессов и подготовки принятия решений, обеспечат системный подход к экономической и организационной аналитике, глобальное представление о производственной деятельности, клиентов и рынка.

Качество данных и их контроллинг имеют важное значение при работе с «большими данными» и стратегическом прогнозировании. Решения для управления нормативно-справочной информацией (мастер-данными) обеспечивают согласованность, достоверность и актуальность данных во всей организации (предприятии). Инструментарий каталогизации данных поддерживает управляемость информационными ресурсами и администрирование базы метаданных. Платформы управления данными гарантируют, что данные обрабатываются таким образом, который соответствует юридическим и этическим требованиям.

Для количественных данных инструменты бизнес-аналитики (BI), такие как BI Prognoz, Deductor или QlikView, обеспечивают анализ, прогнозирование и визуализацию данных. Программный комплекс Statistica можно использовать для более сложного количественного динамического анализа. Для качественных данных инструменты текстового анализа, такие как Text Analyst, Липницкий или Leximancer, могут помочь классифицировать и понимать текстовые данные.

Проблема открытости данных с системных позиций характеризуется самим определением системы [1], формально представленным в следующем виде:

$$S_{def} \equiv \langle A, Q_a, R, Z, S_R, \Delta T, N, L_N \rangle, \quad (1)$$

где $A = \{a_i\}$ – множество объектов (элементов) системы;

Q_a – множество свойств (атрибутов) объекта;
 R – множество отношений (связей) между объектами и свойствами;
 Z – цель, совокупность или структура целей системы;
 S_R – окружающая среда;
 ΔT – интервал времени, к которому относится описание системы;
 N – наблюдатель (источник данных);
 L_N – язык наблюдателя.

Соответственно открытыми (доступными) должны быть все указанные множества, поскольку данные формируются на их основе.

В рамках принятого подхода концепция открытых данных (англ. open data) отражает идею о том, что определённые данные должны быть свободно доступны для машиночитаемого использования и дальнейшей публикации без ограничений авторского права, патентов и других механизмов контроля. Освободить данные от ограничений авторского права можно с помощью свободных лицензий, таких как, Creative Commons. Если какой-либо набор данных не является общественным достоянием, либо не связан лицензией, дающей права на свободное повторное использование, то такой набор данных не считается открытым, даже если он выложен в машиночитаемом виде в сети Интернет или любой другой глобальной компьютерной сети [3].

В рамках соответствующей предметной области используются следующие термины и определения:

открытые данные – сведения, размещенные в любой глобальной компьютерной сети в виде систематизированных данных, организованных в формате, обеспечивающем их автоматическую обработку без предварительного изменения человеком, в целях неоднократного, свободного и бесплатного использования;

открытые государственные (муниципальные) данные – открытые данные, полученные за счёт бюджетных средств, а также содержащие сведения о деятельности государственных органов;

набор открытых данных (набор данных) – систематизированная совокупность однотипных данных, представленных в форме открытых данных, состоящая из отдельных элементов, характеризующихся набором атрибутов и метаданных, и позволяющая автоматизированным системам без участия человека идентифицировать, интерпретировать и обрабатывать такие элементы;

паспорт набора открытых данных – совокупность сведений (метаданных) о наборе открытых данных, позволяющая однозначно идентифицировать такой набор и получить в автоматическом режиме ключевые параметры, характеризующие набор открытых данных;

реестр открытых данных – систематизированный перечень наборов открытых данных, позволяющий в автоматическом режиме

осуществлять поиск наборов открытых данных и получать ключевые параметры этих наборов, включая гиперссылки, необходимые для доступа к наборам открытых данных;

реестр открытых данных государственного органа или органа местного самоуправления – реестр открытых данных, содержащий сведения о наборах открытых данных, публикуемых соответствующим государственным органом или местным исполнительным (распорядительным) органом;

единый реестр открытых данных – реестр открытых данных, ведущийся уполномоченным государственным органом, содержащий сведения обо всех реестрах открытых данных государственных органов, а также сведения об иных востребованных реестрах, паспортах и наборах открытых данных;

опубликование (публикация) – размещение данных в любой глобальной компьютерной сети для обеспечения доступа к ней неопределенного круга лиц.

Открытые данные представляют собой сведения, которые могут быть свободно применены для повторного использования, тиражирования и перераспределения кем-либо и обеспечивают всеобщее участие: каждый владелец, оператор и пользователь должен быть в состоянии использовать и распространять их, не должно быть никакой дискриминации в отношении предметных областей, против каких-либо лиц или групп. В частности, «некоммерческие» ограничения, препятствующие использованию данных для «коммерческих» целей, или ограничения на использование только в определенных целях (например, в образовательных), не допустимы.

Взаимодействие на уровне данных характеризует способность и возможность различных систем к совместной работе по «сквозным технологиям» в рамках «расширенных» организаций. При этом реализуется прямые регламенты по их получению по запросу или в пакетном режиме, обработке, расчётам, накоплению и визуализации. Мастер-данные «общего» доступа (например, нормативно-справочной информации) характеризуются тем, что любая часть «открытых» сведений, содержащихся в них, может свободно использоваться совместно с другими «открытыми» материалами (объединяться, агрегироваться/деагрегироваться, сортироваться и так далее). Это взаимодействие играет абсолютно ключевую роль в реализации основных практических преимуществ «открытости»: значительно усиливается способность интеграции информационных ресурсов и тем самым повышается качество информационных продуктов и интенсивность информационных услуг.

Предлагаются следующие принципы, на которых строится концепция «открытых» данных:

1. Полнота данных. Все сведения, связанные с открытыми данными (цитаты, библиография, гипертекстовые ссылки) должны становиться также открытыми (доступными). Они не подлежат действительным ограничениям конфиденциальности, безопасности или привилегий.

2. Первичность данных. Данные, которые были собраны через базовый источник информации, должны быть детализированы и представлены в рамках соответствующих измерений или оценки.

3. Своевременность. Данные предоставляются либо в реальном времени, с заданной периодичностью или в оперативном режиме по возникновению необходимости в них.

4. Доступность. Данные доступны не ограниченному кругу пользователей для решения проблемных ситуаций, не противоречащих действующим нормативным правовым и техническим нормативным правовым актам. Данные должны быть доступны в Интернете и других сетях, опубликованы с текущими стандартными (а также при необходимости альтернативными) метаданными, протоколами и форматами. Данные предполагают регламентную структурированность для автоматизированной и автоматической обработки, а также использование открытых классификаторов и систем обозначений. В свободной форме текст не может заменить табличной и нормированных записей. Изображение текста не может заменить самого текста. Достаточная документация на форматы данных и значений нормированных элементов (показателей) данных должна быть доступна для пользователей данных.

5. Отсутствие дискриминации. Открытые данные доступны для всех, без каких-либо требований о регистрации. Вместе с тем, анонимный доступ к открытым данным должен быть запрещён (открытые данные предполагают открытое администрирование на основе открытых метаданных).

6. Отсутствие требований к патентованию. Открытые данные должны быть доступны в форматах, над которыми ни один субъект информационных сервисов не имеет эксклюзивного контроля.

7. Отсутствие требований к лицензированию. Открытые данные не связаны с авторскими правами, патентами, торговой маркой или коммерческой тайной.

8. Открытые данные в науке. Концепция открытого доступа к научной информации институционально создана с образованием мировой системы центра обработки данных, в рамках подготовки к Международному геофизическому году 1957–1958 гг. Международный

совет научных союзов (в настоящее время Международный совет по науке¹) установил несколько мировых центров данных, чтобы минимизировать риск потери данных и обеспечить максимальную доступность данных [4].

Предметная область открытых данных характеризуется большим количеством объектов и сложной структурой. Разработка её ментальной карты связана со значительным объёмом сопутствующего материала и в данном случае ограничивается четырьмя уровнями описания (рис. 1). Первый уровень характеризуется проблематикой реализации принципов открытости данных, их источников и качества. На нём рассматриваются следующие понятия:

открытые объекты информации (характеризуются как не связанные с ограничениями доступа к ним в рамках официальных видов тайн и других регламентов, и требований);

открытые шаблоны данных (рассматриваются шаблоны информационных продуктов типа «показатель», «объект-признак», «событие», «ситуация», «связь (ссылка)»);

каталоги открытых данных (описываются алфавитные и предметные каталоги для организации работы с открытыми данными);

определения открытых данных (рассматриваются имеющиеся определения на предмет их сопоставительного анализа);

открытые метаданные (характеризуются административные, технологические и описательные параметры открытых данных, необходимые для управления процессами их проектирования и ведения);

открытые сервисы (бесплатные и доступные сервисы работы с открытыми данными, включая открытые программы);

открытые форматы данных (общедоступные спецификации хранения и манипулирования цифровыми данными, разрабатываемые организацией по стандартизации, свободные от лицензионных ограничений при их использовании);

методы контроля качества открытых данных (определяется в рамках следующих базовых критериев – достоверность, актуальность, оперативность, точность, источник, полнота и ряда других; они могут включать проведение тестов и вычисление допустимости (насколько возможен тот или иной результат));

классификация открытых данных (характеризуется основанием классификации и составом признаков, рассматривается по направлениям предметной области, структуры, интероперабельности, периодичности обновления, способу публикации, финансированию, объектов

¹В 2018 году был объединён с «Международным советом социальных наук» и переименован в «Международный научный совет» (ISC).

информации, группам пользователей и другим);

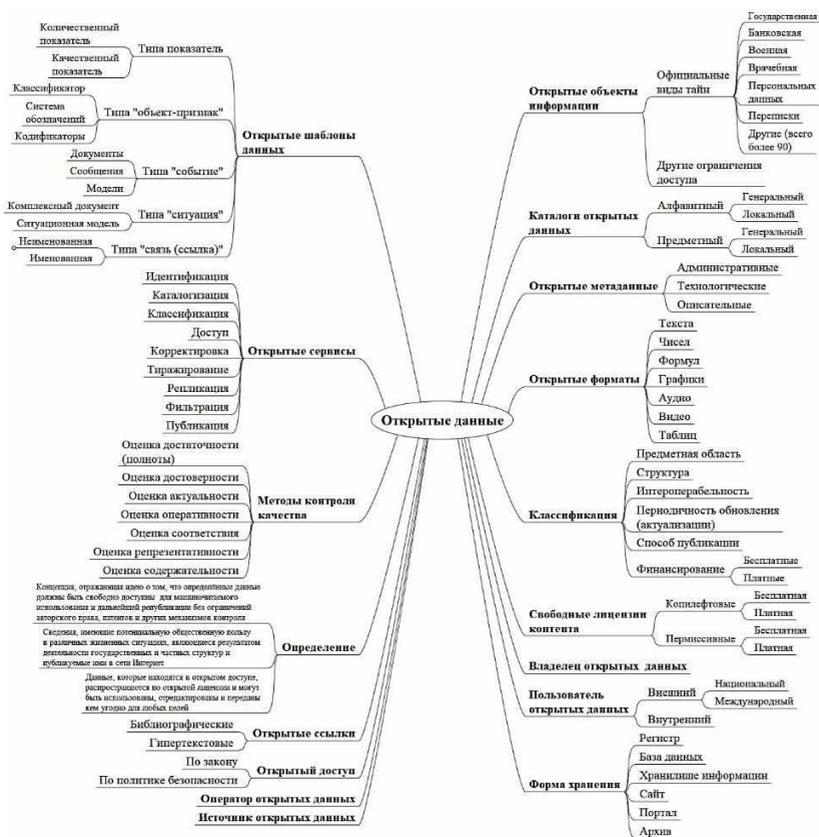


Рис. 1. Фрагмент ментальной карты «Открытые данные»

открытые ссылки (рассматриваются различные виды ссылок – библиографические, гипертекстовые, прямые, косвенные, внутренние, внешние, примечания, и другие);

открытый доступ к данным (включает бесплатный, оперативный, постоянный, полноформатный доступ в режиме реального времени к необходимым сведениям, реализуемый для любого пользователя в глобальных информационных сетях, осуществляемый пользователями онлайн или офлайн);

свободные лицензии контента (лицензия ССО (CC Zero) – аналог передачи произведения в общественное достояние (англоязычный

эквивалент этого термина – Public Domain), где вообще отсутствуют какие-либо требования, включая необходимость сослаться на автора; в классической системе защиты авторских прав произведение переходит в общественное достояние по истечении какого-то оговорённого законодательством срока после смерти автора);

источник открытых данных (владелец и операторы открытых данных, ведущие их каталоги, включённые в генеральный каталог или его локальные версии; ведение генеральных каталогов может осуществляться на национальном, региональном и международном уровнях);

владелец открытых данных (субъект информационных отношений, реализующий права владения, пользования и распоряжения открытыми данными в пределах и порядке, определенных их собственником и (или) в соответствии с законодательством);

оператор открытых данных (субъект информационных отношений, осуществляющий эксплуатацию информационной системы, поддерживающей открытые данные и (или) оказывающий посредством её информационные услуги);

пользователь открытых данных (субъект информационных отношений, получающий, распространяющий и (или) предоставляющий открытые данные, реализующий право на пользование ими);

форма хранения открытых данных (регистры, реестры, кадастры, файловые системы, базы данных, банки данных, информационные хранилища, сайты, порталы, архивы, обеспечивающие хранение и накопление открытых данных).

Развитие моделей открытых данных предполагает их определённую иерархию: ментальная карта, концептуальная модель, онтологическая модель, структурная модель, функциональная модель, технологическая модель, информационная модель, правовая модель и ряд других. Так структурная модель может быть простой (рис. 2) и сложной (рис. 3).

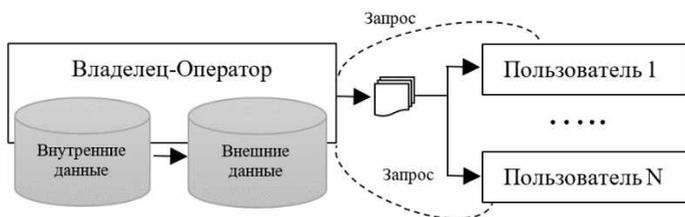


Рис. 2. Простая структурная модель открытых данных (1:m)

Дальнейшие работы по моделированию открытых данных в рамках системного подхода предполагают создание взаимосвязанного комплекса моделей, обеспечивающих эффективное управление проектированием, формированием и использованием открытых данных. В этот комплекс могут входить описательные и формализованные модели, математические и графические, онтологические, функциональные, структурные, технологические и другие [5].

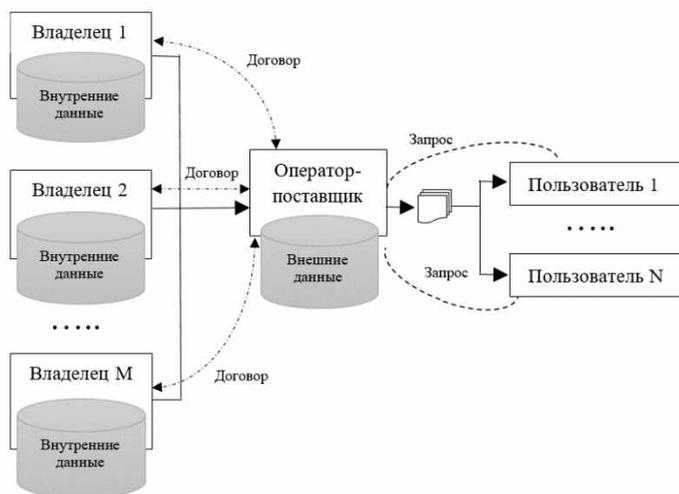


Рис. 3. Сложная структурная модель открытых данных (n:1:m)

Предлагаемые направления моделирования открытых данных применительно к транспортно-логистическим системам (ТЛС) могут обеспечить эффективный переход к «сквозным» цифровым технологиям производства и поставок продукции, а также соответствующих услуг. При этом следует отметить, что системы производства, распределения, поставок и услуг, функционирующие в соответствии с концепциями «точно в срок» (JIT) и «точно в установленной последовательности» (JIS), все более ориентируются на гибкие и эффективные цифровые ТЛС. Повышение уровня внедрённости цифровых технологий и их использование для сокращения «информационной инерционности» между субъектами, процессами и ситуациями в ТЛС являются существенными факторами для поддержки интеллектуальной мобильности взаимодействующих систем и формирования «бесшовной» логистики мультимодального транспорта.

Поэтому для обеспечения согласованности, совместимости и интероперабельности цифровых ТЛС при их интеграции когнитивность открытых данных стала одним из решающих факторов решения проблем, вызванных нестабильностью мировой экономики и логистических сетей. Главной целью формирования цифровой транспортно-логистической инфраструктуры должна стать интеграция информационных ресурсов (включая открытые данные) транспортного комплекса и современных моделей цифровой логистики в единую клиентоориентированную среду, поддерживаемую средствами искусственного интеллекта.

1. Перечень нормативных актов, относящих сведения к категории ограниченного доступа [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93980/. – Дата доступа: 22.07.2024.

2. Ганчерёнок, И. И. Теория систем и системный анализ. Учебное пособие/И. И. Ганчерёнок, Н. М. Жабборов, Н. Н. Горбачёв – Ташкент: Издательство «Bookmany print», 2022. – 200 с.

3. Стефогло, С.Н. Концепция открытых данных. Основные принципы открытых данных/С. Н. Стефогло, Н. И. Томилова, А. Ж. Амиров// «Инновационная наука», № 4, 2015, С. 36-38.

4. Данные открытой науки [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://alphapedia.ru/w/Open_science_data. – Дата доступа: 22.07.2024.

5. Горбачёв, Н. Н. Проблемы системного анализа и моделирования в процессах подготовки и принятия решений/Н. Н. Горбачёв//Проблемы управления, № 1 (91), 2024. – С. 26-31.

Gancherenok Igor, Minsk City Institute of Education Development (Belarus, Minsk), Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor
e-mail: ganchertnok@minsk.edu.by, 220034, Minsk, 15a Bronevoy per.
Gorbachev Nikola, Academy of Management under the President of the Republic of Belarus (Belarus, Minsk)
e-mail: nick-iso@tut.by, 220007, Minsk, 17, Moskovskaya str.

TO DIGITALIZATION OF TRANSPORT AND LOGISTICS PROCESSES: OPEN DATA

Abstract: The conceptual approach to the formation of open data in the context of their application to the field of transport and logistics is considered. The mind maps method is suggested for visualization of information structural content of open data and adaptation to modern digital reality.

Keywords: digitalization; transport; logistics; open data; mind map; structural models.

Харлап Сергей Николаевич, Белорусский государственный университет транспорта (Беларусь, Гомель), кандидат технических наук, доцент, e-mail: hsn2013@tut.by, 246653, Республика Беларусь, г. Гомель, ул. Кирова, 34
Бусько Иван Андреевич, Гомельский центр автоматизированных систем управления Конструкторско-технического центра Белорусской железной дороги (Беларусь, Гомель), e-mail: king_of_kings@tut.by, 246050, Республика Беларусь, г. Гомель, ул. Ирининская, 2

ОБЗОР МЕТОДОВ НОРМИРОВАНИЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РИСКОВ ИННОВАЦИОННЫХ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ

В статье выполнен обзор методов для нормирования и оценивания рисков, связанных с инновационными системами железнодорожной автоматики и телемеханики. Основное внимание уделяется методам оценки рисков, которые позволяют выявлять потенциальные угрозы и уязвимости в системах управления движением поездов. Сформулированы требования к программному обеспечению для автоматизации процессов нормирования и оценивания рисков, что позволит повысить их точность и эффективность. В результате внедрения данного инструмента ожидается улучшение безопасности железнодорожных систем, снижение вероятности аварийных ситуаций и оптимизация процессов управления.

Ключевые слова: железнодорожная автоматика; телемеханика; оценка рисков; нормирование; программное обеспечение.

Системы железнодорожной автоматики и телемеханики играют ключевую роль в обеспечении безопасности и эффективности работы железнодорожного транспорта. С учетом внедрения новых технологий, таких как автоматизация и цифровизация, возрастает необходимость в эффективных методах нормирования и оценивания рисков.

Современные системы железнодорожной автоматики становятся все более сложными из-за интеграции различных технологий, таких как IoT, Big Data и искусственный интеллект. Это усложняет процесс оценки рисков, так как необходимо учитывать множество факторов, взаимодействующих между собой.

Безопасность на железнодорожном транспорте – это приоритетная задача. Неправильная оценка рисков может привести к авариям, что подчеркивает необходимость разработки программного обеспечения,

которое позволит эффективно идентифицировать, анализировать и управлять рисками.

Существуют строгие требования со стороны государственных органов и международных стандартов к безопасности железнодорожного транспорта. Программное обеспечение для нормирования и оценивания рисков должно соответствовать этим требованиям.

Внедрение инновационных технологий требует создания новых подходов к оценке рисков. Программное обеспечение должно быть адаптировано для работы с новыми данными и технологиями, такими как, например, машинное обучение, что позволит повысить точность и скорость анализа.

Эффективное управление рисками может существенно снизить затраты на эксплуатацию и обслуживание систем железнодорожной автоматики.

В настоящее время в нормировании и оценивании рисков систем железнодорожной автоматики и телемеханики важную роль играют методы оценки допустимых уровней риска новых систем, для которых отсутствуют ТНПА, такие как GAMAB, MEM и ALARP. Данные методы рекомендованы к применению СТБ IEC 61508-1-2014 и ГОСТ 33433-2015.

GAMAB (*Globalement Au Moins Aussi Bon (Франция)*) – это метод, который используется для оценки и управления рисками, связанными с авариями. Формулируется следующим образом: «Все новые управляемые транспортные системы должны в целом иметь степень риска, по крайней мере, такую же, что и равнозначная существующая система». Он позволяет анализировать вероятности и последствия различных сценариев аварийных ситуаций. Данный метод имеет комплексный подход и позволяет учитывать множество факторов, включая вероятности и последствия. Однако для инновационных систем данный метод трудно применить, так как затруднительно выделить равнозначную существующую систему.

Частным случаем применения этого метода может служить принцип «Доказано практикой», который позволяет подтвердить достигнутый уровень полноты безопасности результатами практической эксплуатации. К проблемным моментам можно отнести, что для подтверждения первого уровня полноты безопасности требуется минимум 100 000 часов работы устройства для конкретной версии каждого устройства. Для остальных УПБ при доверительном интервале в 70 % необходимо продемонстрировать работу системы без опасных отказов в течение времени, указанного в таблице 1.

Еще одним способом применения метода GAMAB для инновационных систем может служить ситуация, если аналогичные

функции до внедрения инновационной системы выполнял человек. Стандарт МЭК 61508 относит человеческие ошибки к систематическим отказам, которые невозможно оценить количественно с достаточной точностью (СТБ IEC 61508-4-2014, п. 3.6.5, примечание 2). В то же время существуют методики оценки вероятности ошибок при совершении действий человеком. Однако при использовании этих методов следует помнить, что эти методы очень зависят от области исследований и не обладают достаточной точностью.

Таблица 1

Необходимая наработка до опасного отказа для подтверждения уровня полноты безопасности

Уровень полноты безопасности	Наработка до опасного отказа	При наличии одного опасного отказа во время эксплуатации
УПБ1	12 лет	24 года
УПБ2	120 лет	240 лет
УПБ3	1200 лет	2400 лет
УПБ4	12000 лет	24000 лет

Полученные авторами результаты позволяют сделать вывод, что применение метода GAMAB при рассмотрении в качестве альтернативной системы человека оправдано только в том случае, если человек выполняет функцию безопасности с низкой частотой запросов (СТБ IEC 61508-4-2014). Метод GAMAB при рассмотрении в качестве альтернативной системы человека в случае, если человек выполняет функцию безопасности с высокой частотой запросов, не дает адекватной оценки уровня полноты безопасности.

MEM (*Minimum Endogenous Mortality*) – метод, направленный на установление минимального приемлемого уровня риска для различных операций и систем. Суть метода заключается в следующем: «Угроза, связанная с новой системой, не должна повышать показатель минимальной эндогенной смертности для индивидуума».

Эндогенная смертность – это риск R , учитывающий влияние технологических факторов на смертность в группе населения определенного возраста за год. Минимальная эндогенная смертность R_m – самая низкая величина смертности для возрастной группы от 5 до 15 лет. В развитых странах принятое значение $R_m = 2 \cdot 10^{-4}$ смертельных исходов/человек в год.

При определении допустимого уровня риска по принципу MEM используют следующее правило: опасность от новой транспортной системы не должна существенно повышать число Rm.

Следует учитывать, что не любой опасный отказ системы обязательно приведет к смертельному исходу. Часть опасных отказов могут привести к более легким последствиям (травме человека). Кроме того, дополнительно должна сложиться потенциально опасная технологическая ситуация, и отсутствовать возможность парировать последствия этого опасного отказа внешней системой (или человеком в контуре управления).

К проблематике метода можно отнести необходимость получения большого объема статистической информации, которая может быть не всегда доступна, а также возможность метода MEM, упрощать сложные взаимодействия, что может привести к недооценке факторов, влияющих на смертность и выживаемость. Однако, несмотря на эти недостатки метод MEM является основным для количественной оценки допустимого риска новых инновационных систем.

ALARP (*As Low As Reasonably Practicable*) – риск настолько низок, насколько это практически разумно. Допустимый уровень риска в соответствии с принципом ALARP – это такой уровень риска, для которого затраты на его достижение являются экономически эффективными.

Принцип ALARP означает, что эксплуатирующая организация должна предпринимать все практически реализуемые действия для снижения риска. Юридически это означает, что действия по повышению безопасности должны осуществляться до тех пор, пока их стоимость значительно не превышает стоимость снижения риска.

К сильной стороне метода можно отнести то, что он соблюдает баланс затрат и выгод, а именно позволяет находить компромисс между затратами на снижение рисков и уровнем безопасности. Кроме того, он является достаточно гибким, позволяет адаптироваться к различным ситуациям и требованиям.

Проблемой является принцип определения «разумного» уровня снижения рисков, который может быть сложным и субъективным. Метод оценивает жизнь человека только с точки зрения экономической выгоды.

Таким образом, по результатам обзора существующих методов нормирования и оценивания рисков можно сформулировать основные требования к программным средствам автоматизации.

На предварительном этапе необходимо выполнить формализацию критериев выбора наиболее эффективного метода, для чего необходимо решить следующие задачи:

- исследовать текущие подходы к нормированию и оценке рисков в области железнодорожной автоматики, выявить недостатки и ограничения существующих методов;

- разработать набор необходимых критериев и показателей, позволяющих осуществлять выбор метода для проведения оценки рисков инновационных систем;

- выполнить нормализацию основных факторов, таких как частота (вероятность) возникновения риска, потенциальные последствия, затраты на предотвращение и устранение последствий, критерии допустимости риска.

На следующем этапе необходимо создать модель нормирования рисков, для чего необходимо решить следующие задачи:

- разработать математическую модель, описывающую процесс нормирования рисков для различных инновационных технологий в железнодорожной автоматике;

- определить взаимосвязи между различными факторами риска и их влияние на общую безопасность системы;

- выполнить анализ неопределенностей и их влияния на результаты анализа риска;

- выполнить анализ чувствительности модели к изменениям исходных данных, в результате которого необходимо установить данные, которые должны обладать наиболее высокой точностью.

На завершающем этапе выполняется разработка программного обеспечения, для чего необходимо решить следующие задачи:

- разработать интерфейс для пользователей, позволяющий вводить исходные данные о системе и получать результаты оценки рисков;

- реализовать алгоритмы для автоматического расчета показателей риска на основе введенных данных;

- провести тестирование разработанного ПО на реальных данных для проверки его эффективности и точности;

- сравнить результаты оценки рисков с результатами, полученными с помощью существующих методов оценки рисков;

- подготовить рекомендации для специалистов по использованию разработанного ПО в процессе проектирования и внедрения инновационных систем;

- рассмотреть вопросы интеграции ПО в существующие процессы управления рисками на железнодорожном транспорте.

Ожидаемыми результатами внедрения ПО будут являться:

- разработка эффективного инструмента для оценки и нормирования рисков, который позволит повысить уровень безопасности инновационных систем железнодорожной автоматики и телемеханики;

– упрощение процесса принятия решений при внедрении новых технологий за счет объективной оценки связанных с ними рисков.

1. Берсенёв, А. С. Развитие цифровых технологий в области железнодорожной автоматики //Автоматика, связь, информатика. – 2019. – № 1. – С. 4-6.

2. Дзюба, Ю. В. Теоретические основы цифровой трансформации в хозяйствах инфраструктуры //Автоматика, связь, информатика. – 2019. – № 4. – С. 11-12.

3. Безопасность функциональная. Управление рисками на железнодорожном транспорте. ГОСТ 33433-2015. Введ. с 01.09.2016. М. : Стандартинформ : Изд-во стандартов, 2016. 34 с.

4. Функциональная безопасность электрических, электронных, программируемых электронных систем, относящихся к безопасности. Часть 1. Общие требования. СТБ ИЕС 61508-1-2014. Введ. с 01.06.2015. Мн. : Госстандарт, 2015. 53 с.

5. Функциональная безопасность электрических, электронных, программируемых электронных систем, относящихся к безопасности. Часть 4. Термины и определения и сокращения. СТБ ИЕС 61508-4-2014. Введ. с 01.06.2015. Мн. : Госстандарт, 2015. 25 с.

Kharlap Siarhei, Belarusian State University of Transport (Belarus, Gomel),

Ph.D. in Technical Science, A.P.,

e-mail: hsn2013@tut.by, 246653, Republic of Belarus, Gomel, Kirova str., 34

Busko Ivan, Gomel Center for Automated Systems management of the Design and Technical Center Belarusian Railway (Belarus, Gomel),

e-mail: king_of_kings@tut.by, 246050, Republic of Belarus, Gomel, Irininskaya str., 2

REVIEW OF METHODS OF NORMALIZATION AND RISK ASSESSMENT OF INNOVATIVE RAILWAY AUTOMATION AND TELEMECHANICS SYSTEMS

The article reviews methods for normalization and assessment of risks associated with innovative railway automation and telemechanics systems. The main attention is paid to risk assessment methods that allow to identify potential threats and vulnerabilities in train traffic control systems. Requirements for software to automate the processes of risk normalization and assessment are formulated, which will improve their accuracy and efficiency. As a result of the implementation of this tool, it is expected to improve the safety of railway systems, reduce the probability of accidents and optimize the control processes.

Keywords: railway automation; telemechanics; risk assessment; normalization; software.

Житко Александр Викторович, Белорусский научно-исследовательский институт транспорта «Транстехника» (Беларусь, Минск), ведущий инженер отдела исследований в области водного транспорта, e-mail: ot@niit.by, 220005, г. Минск, ул. Платонова, 22А
Езерский Виктор Юрьевич, ГУ «Государственная администрация водного транспорта» (Беларусь, Минск), начальник отдела информационных технологий, e-mail: oit.gov@gawt.by, 220113, г. Минск, ул. Мележа, 3

ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТОМ

Аннотация: В статье рассматривается вопрос обработки инцидентов информационной безопасности на внутренних водных путях через специфический подход, учитывающий особенности данной среды. Описываются основные особенности водных путей, влияющие на методы обработки инцидентов, как автоматически, так и через жалобы пользователей. Особое внимание уделяется обнаружению инцидентов, изоляции затронутых систем, принятию мер по восстановлению безопасности и важности проведения регулярных аудитов. В статье рассматривается важность внедрения технологии блокчейн в автоматизированные системы управления транспортом для повышения прозрачности, безопасности и эффективности в управлении перевозками. Рассматриваются преимущества блокчейна, такие как улучшенная прослеживаемость, повышенная координация, безопасность и возможность автоматизации процессов, что может принести значительные преимущества всем участникам цепи поставок. Главная мысль статьи заключается в том, что сбалансированный подход к обработке инцидентов информационной безопасности на внутренних водных путях, включая оперативное обнаружение, изоляцию, реагирование и постоянные аудиты, в сочетании с внедрением технологии блокчейн, способен повысить безопасность, эффективность и прозрачность в управлении перевозками.

Статья подчеркивает важность комплексного подхода к обработке инцидентов информационной безопасности на внутренних водных путях, принимая во внимание уникальные особенности данной среды. В частности, акцент делается на необходимости разработки специализированных методов для обнаружения и реагирования на инциденты, учитывая такие факторы, как климатические условия, сложные логистические маршруты и специфические риски, связанные с водными путями.

Особое внимание уделяется внедрению технологии блокчейн, которая предоставляет новые возможности для улучшения безопасности и прозрачности в управлении транспортными процессами. Среди ключевых преимуществ технологии блокчейн выделяются улучшенная прослеживаемость грузов, повышение координации между различными звеньями цепи поставок, а

также возможность автоматизации ряда процессов, что приводит к снижению операционных затрат и сокращению времени на обработку операций.

В результате статья приходит к выводу, что интеграция современных технологий, таких как блокчейн, и внедрение сбалансированных стратегий обработки инцидентов информационной безопасности, являются критически важными для повышения общей безопасности, эффективности и прозрачности управления транспортом на внутренних водных путях. Эти меры позволяют создать более устойчивую и надежную инфраструктуру, что, в свою очередь, будет способствовать развитию отрасли и повышению доверия со стороны всех участников процесса.

Ключевые слова: информационная безопасность; транспортная безопасность; алгоритм; блокчейн; аудит; кибератаки; реагирование; политика безопасности.

Обработка инцидентов информационной безопасности на внутренних водных путях требует специфического подхода, учитывающего особенности среды и технические аспекты. Основные особенности внутренних водных путей, такие как наличие критической инфраструктуры, широкий спектр участников (от судовладельцев до операторов портов), мобильность и удаленность судов, а также высокая степень регулирования и стандартизации, оказывают влияние на методы и подходы к обработке инцидентов информационной безопасности.

Существует общий алгоритм реагирования на инциденты при нарушении информационной безопасности на внутренних водных путях:

1. Обнаружение инцидентов информационной безопасности на внутренних водных путях может происходить как автоматически, так и в результате жалоб пользователей. Автоматическое обнаружение осуществляется с помощью специализированных систем мониторинга безопасности, которые постоянно сканируют и анализируют активность на информационной инфраструктуре водных путей. Эти системы могут выявлять подозрительные сетевые пакеты, аномальные попытки доступа, необычное поведение пользователей и другие признаки, указывающие на возможное нарушение безопасности.

Однако не всегда возможно обнаружить инциденты с помощью автоматических средств, поэтому также важны жалобы пользователей. Пользователи, работающие на внутренних водных путях, могут заметить странные или подозрительные события, которые не уловлены автоматическими системами мониторинга. Важно, чтобы пользователи имели доступ к механизмам обратной связи и могли быстро сообщать о возможных инцидентах.

2. Определение характера инцидента и его потенциальных последствий для безопасности внутренних водных путей требует тщательного анализа и оценки угрозы с учетом важности, и

чувствительности системы. Внутренние водные пути играют ключевую роль в транспортировке грузов, пассажиров и обеспечении экономической активности, поэтому их безопасность имеет высший приоритет.

Различные виды инцидентов могут оказать негативное воздействие на безопасность внутренних водных путей, они отображены в таблице 1.

Таблица 1

Виды инцидентов

Наименование	Описание
Кибератаки и хакерские атаки	Взлом или атаки на информационные системы, управляющие судоходством, могут привести к потенциальной угрозе для безопасности судов, портов и судоходных каналов. Злоумышленники могут попытаться изменить маршруты судов, нарушить сигнальные системы или даже вызвать аварийные ситуации.
Сбои в работе систем управления и навигации	Технические сбои или неисправности в системах управления и навигации судов могут привести к авариям, столкновениям или блокировке судов и судоходных путей, что может иметь серьезные последствия для безопасности и экологии.
Утечки конфиденциальной информации	Нарушение безопасности информационных систем может привести к утечке конфиденциальной информации о грузах, маршрутах, пассажирах или инфраструктуре внутренних водных путей, что может быть использовано злоумышленниками для незаконных целей, включая террористические атаки или шантаж.
Социальная инженерия и физические атаки	Не все угрозы для безопасности водных путей связаны с кибератаками. Социальная инженерия, физические вторжения или террористические акты могут также создать серьезные угрозы для безопасности судов и инфраструктуры.

3. Изоляция затронутых систем или компонентов является важной стратегией в реагировании на инциденты информационной безопасности на внутренних водных путях. Как только инцидент обнаружен и его характер определен, необходимо незамедлительно принять меры по изоляции затронутых участков или систем.

Изоляция может быть реализована различными способами в зависимости от характера инцидента и структуры сети водных путей:

- разрыв сетевых соединений;
- изоляция сегментов сети;
- временное отключение устройств;
- использование внутренних барьеров безопасности.

4. После сбора информации о произошедшем инциденте, необходимо незамедлительно принять меры по реагированию для минимизации ущерба и восстановления безопасности водных путей. Это включает в себя следующие шаги, показанные в таблице 2.

Таблица 2

Меры реагирования для минимизации ущерба и восстановления безопасности

Наименование	Описание
Устранение уязвимостей	На основе анализа собранной информации определите уязвимости, которые были использованы злоумышленниками для осуществления инцидента. Примите меры по их немедленному устранению, включая обновление программного обеспечения, исправление настроек безопасности, изменение паролей. Это поможет предотвратить повторное использование уязвимостей в будущем.
Восстановление поврежденных данных и систем	Если в результате инцидента были повреждены данные или системы, приступите к их восстановлению. Восстановление может включать в себя восстановление из резервных копий, удаление вредоносных программ, восстановление удаленных или поврежденных файлов. Важно провести этот процесс как можно скорее, чтобы минимизировать простой и потери данных.
Обновление политик и процедур безопасности	Проведите анализ текущих политик и процедур безопасности и внесите необходимые изменения на основе полученного опыта. Это может включать в себя усиление политики доступа, внедрение дополнительных

Наименование	Описание
	механизмов аутентификации и авторизации, обновление процедур реагирования на инциденты. Обновленные политики и процедуры должны быть тщательно документированы и внедрены в работу персонала.
Обучение персонала	Проведите обучение персонала по обновленным политикам и процедурам безопасности, а также по мерам предотвращения подобных инцидентов в будущем. Обучение должно охватить всех сотрудников, имеющих доступ к информационной инфраструктуре водных путей, включая капитанов, механиков, операторов систем управления. Это поможет повысить осведомленность и ответственность персонала в области информационной безопасности.

5. Регулярные аудиты информационной безопасности играют важную роль в обеспечении непрерывной защиты внутренних водных путей от угроз и рисков. Они представляют собой систематический процесс оценки, анализа и проверки текущих мер безопасности с целью выявления слабых мест, уязвимостей и потенциальных рисков, а также проверки соответствия и политики безопасности.

Этот алгоритм представляет собой основу для построения системы реагирования на инциденты на внутренних водных путях, но может потребоваться дополнительная кастомизация и адаптация в зависимости от конкретных условий и требований.

К одному из вариантов расширения функциональной эффективности систем безопасности можно отнести внедрение технологии блокчейн. Автоматизированные системы управления транспортом (АСУТ) играют решающую роль в оптимизации логистических операций. Однако традиционные АСУТ часто сталкиваются с проблемами, такими как отсутствие прослеживаемости, недостаточная координация и уязвимость к киберугрозам.

Блокчейн (или блок цепь) – это распределенная база данных, которая хранит информацию в виде непрерывно растущего списка

записей, называемых блоками. Каждый блок содержит набор данных, временную отметку и ссылку на предыдущий блок, что создает связь между блоками и обеспечивает целостность и неподдельность данных.

Принцип работы блокчейна состоит в том, что информация в блоках хранится на множестве компьютеров (узлов) в сети, а не на централизованном сервере. Каждый узел в сети имеет копию всей блокчейн-базы данных, и любое изменение в блоке должно быть одобрено всеми участниками сети, что делает данные защищенными и надежными. Внедрение технологии блокчейн в АСУТ может решить многие из этих проблем и привести к значительным преимуществам, которые подробно описаны в таблице 3.

Таблица 3

Преимущества блокчейна

Наименование	Описание
Улучшенная прослеживаемость	Блокчейн обеспечивает надежную запись данных о грузах и транспортных средствах, что позволяет отслеживать их перемещения на протяжении всего пути. Эта прозрачность повышает подотчетность и снижает риски в цепи поставок.
Повышенная координация	Распределенный реестр блокчейна позволяет обмениваться информацией между различными участниками АСУТ, включая перевозчиков, экспедиторов и грузоотправителей. Это улучшает координацию, сокращает задержки и повышает общую эффективность.
Повышенная безопасность	Данные, хранящиеся в блокчейне, шифруются и защищаются криптографическими алгоритмами, что делает их устойчивыми к манипуляциям и несанкционированному доступу. Это обеспечивает высочайший уровень безопасности и защиты от киберугроз.
Автоматизированные процессы	Блокчейн может автоматизировать выполнение контрактов и управление документами в АСУТ. Это сокращает ручную работу, снижает вероятность ошибок и повышает производительность.

Наименование	Описание
Инновационные бизнес-модели	Блокчейн также позволяет создавать новые бизнес-модели в сфере управления транспортом. Например, распределенные логистические платформы могут использовать блокчейн для сопоставления транспортных услуг с спросом, повышая эффективность и снижая затраты.

Внедрение технологии блокчейн в АСУТ принесет пользу всем участникам цепи поставок. Участники цепи поставок и получаемые ими преимущества отражены в таблице 4.

Таблица 4

Участники цепи поставок и получаемые ими преимущества

Наименование	Преимущества
Перевозчики	Улучшенная видимость грузов, повышение эффективности и снижение операционных расходов.
Экспедиторы	Централизованная и надежная платформа для управления несколькими перевозчиками, улучшение координации и повышение удовлетворенности клиентов.
Грузоотправители	Повышенная прозрачность цепи поставок, улучшенное планирование и снижение рисков.

Внедрение технологии блокчейн в автоматизированные системы управления транспортом имеет огромный потенциал для повышения эффективности, снижения затрат и повышения прозрачности в управлении транспортом. Поскольку технология блокчейн продолжает развиваться, она будет играть все более важную роль в формировании будущего управления транспортом.

Необходимы дальнейшие исследования для изучения таких аспектов, как:

- разработка оптимальных архитектур блокчейна для АСУТ;
- интеграция блокчейна с существующими системами управления транспортом.

Внедрение технологии блокчейн в автоматизированные системы управления транспортом представляет собой значительный шаг вперед для отрасли. Преимущества, такие как улучшенная прослеживаемость, повышенная координация, повышенная безопасность, автоматизированные процессы и инновационные бизнес-модели, приведут к повышению эффективности, снижению затрат и повышению прозрачности в управлении транспортом. По мере дальнейшего развития технологии блокчейн она продолжит играть все более важную роль в формировании будущего управления транспортом.

1. Малюк А.А. Информационная безопасность: концептуальные и методологические основы защиты информации. М.: ГЛТ, 2016. 280 с.
2. Чипига А.Ф. Информационная безопасность автоматизированных систем. М.: Гелиос АРВ, 2017. 336 с.
3. Баранова Е.К., Бабаш А.В. Информационная безопасность и защита информации: учебное пособие. М.: Риор, 2017. 476 с.
4. Баранова Е.К., Бабаш А.В., Ларин Д.А. Информационная безопасность. История специальных методов криптографической деятельности: учебное пособие. М.: Риор, 2008. 400 с.
5. Генкин, А. Блокчейн. Как это работает и что ждет нас завтра / А. Генкин, А. Михеев. - М.: Альпина Паблишер, 2018. - 592 с.

*Zhytko Aliaksandr, Leading Engineer of the Water Transport Research Department.
Republican Unitary Enterprise Belarussian research institute of transport
«Transtekhnika»*

*Republican Unitary Enterprise Belarussian research institute of transport
«Transtekhnika»*

e-mail: oi@niit.by, Belarus, 220005, Minsk, st. Platonova, 22A

*Yezeriski Viktor, Head of the Information Technology Department State Administration
of the Water Transport State Administration of the Water Transport*

e-mail: oit.gov@gawt.by Belarus, 220113, Minsk, st. Melezha, 3

IMPLEMENTATION OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN AUTOMATED TRANSPORT MANAGEMENT SYSTEMS

The article addresses the issue of handling information security incidents on inland waterways through a specific approach that takes into account the unique characteristics of this environment. It describes the main features of waterways that affect incident handling methods, both automatically and through user complaints. Special attention is given to incident detection, isolation of affected systems, taking measures to restore security, and the importance of regular audits. The article discusses the importance of implementing blockchain technology in automated transport management systems to enhance transparency, security, and efficiency in transportation management. The benefits of blockchain, such as improved traceability, increased coordination, security, and the ability to automate processes, are discussed,

which can bring significant advantages to all participants in the supply chain. The main idea of the article is that a balanced approach to handling information security incidents on inland waterways, including prompt detection, isolation, response, and continuous audits, combined with the implementation of blockchain technology, can improve security, efficiency, and transparency in transportation management.

The article emphasizes the importance of a comprehensive approach to handling information security incidents on inland waterways, taking into account the unique features of this environment. Specifically, it highlights the need to develop specialized methods for detecting and responding to incidents, considering factors such as climatic conditions, complex logistical routes, and specific risks associated with waterways. Special attention is given to the implementation of blockchain technology, which offers new opportunities for improving security and transparency in transportation management processes. Key advantages of blockchain technology include improved cargo traceability, increased coordination among various supply chain links, and the ability to automate a number of processes, leading to reduced operational costs and shortened processing times.

As a result, the article concludes that the integration of modern technologies, such as blockchain, and the implementation of balanced strategies for handling information security incidents are critically important for enhancing the overall security, efficiency, and transparency of transportation management on inland waterways. These measures will help create a more resilient and reliable infrastructure, which, in turn, will contribute to the industry's development and increase trust among all participants in the process.

Keywords: information security; transportation security; algorithm; blockchain; audit; cyberattacks; response; security policy.

Раздел 3. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ, КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕВОЗОК

УДК 341.1/8

Бойко Наталия Семеновна, кандидат юридических наук,
доктор исторических наук, профессор кафедры ЛЭиБП
e-mail: nboiko2005@mail.ru

Карсункин Евгений Васильевич, доцент кафедры ЛЭиБП
e-mail: karsunkinev@mail.ru

Рябинов Анатолий Владимирович, старший преподаватель кафедры ЛЭиБП
Ульяновский институт гражданской авиации ФГБОУ ВО имени Главного
Маршала авиации Б. П. Бугаева (Россия, Ульяновск),
e-mail: vladislav.lurye.nav@gmail.com

КОРРУПЦИОННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ В АВИАЦИОННОЙ СФЕРЕ, ВЛИЯЮЩАЯ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ПОЛЕТОВ

Аннотация: В статье затронут такой важный аспект как последствия коррупции в области гражданской авиации, влияющие на безопасность полетов и в целом на государство и общество. Описаны некоторые методы борьбы с коррупцией в авиационной сфере. Представляется, что коррупция не столь популярна в отрасли гражданской авиации, ведь производители воздушных судов, аэропорты, авиакомпании и персонал не обладают полномочиями создания законов или не стоят на страже правопорядка. Коррупция имеет серьёзное влияние на государство и общество, снижает государственные доходы, снижает инвестиционную привлекательность, уменьшает темпы экономического роста, разрушает систему ценностей.

Ключевые слова: закон, коррупция в авиакомпании; государство; общество; государственные доходы; экономический рост; безопасность полётов; аэропорт.

Изучая вопрос о коррупции во всех сферах деятельности, можно точно утверждать, что коррупция – это не только злоупотребление служебным положением, дача взятки, получение взятки, злоупотребление полномочиями, коммерческий подкуп либо иное незаконное использование физическим лицом своего должностного положения вопреки законным интересам общества и государства в целях получения выгоды, но и составляющая коммерческой деятельности в сфере авиации. Следует отметить, что коррупция в авиационной сфере не так очевидна для общества, как например, коррупция в сфере здравоохранения или коррупция на государственной службе. Однако на самом деле, она

существует. Разница лишь в том, что в ней, по большей мере, заинтересованы крупные коммерческие организации. Обычному человеку довольно тяжело понять, когда и каким образом происходят преступления в данной сфере. В любом случае, мы должны говорить об этой проблеме [1].

Коррупция в сфере сертификации летной годности представляет собой системную проблему, подрывающую безопасность воздушных перевозок и доверие к авиационной отрасли. Один из самых распространённых случаев коррупции при получении сертификатов летной годности, когда члену лётного экипажа не удаётся сдать экзамен и для того, чтобы остаться работать в авиакомпании пилот «платит» за успешную сдачу теста и получает зачёт. Эта проблема имеет многогранный характер, требуя комплексного научного анализа для выявления причин, оценки масштабов и разработки эффективных мер противодействия.

Взяточничество при сертификации может привести к ужасным и непоправимым последствиям:

1. Угроза безопасности полётов, так как если пилот «заплатил» за свой экзамен, значит он не соответствует требованиям авиакомпании, данное имеет серьёзное влияние на безопасность полётов и может привести к авиационному происшествию.

2. Экономические потери, которые приводят к прямым убыткам авиакомпаний, расходы на расследование и судебные процессы, а также на возмещение ущерба в случае авиационного происшествия.

3. Деграция профессиональной этики, демотивация добросовестных авиационных специалистов, формирование атмосферы безнаказанности.

Одним из ярчайших примеров вышесказанного является авиакатастрофа, случившаяся в том числе и из-за коррупции в сфере получения летных документов 17 ноября 2013 года в г. Казань, Россия (рис. 1). Авиалайнер Boeing 737-500 авиакомпании «Татарстан» выполнял внутренний рейс U9-363 по маршруту Москва – Казань, но при заходе на посадку в аэропорту Казани рухнул на землю около взлётной полосы [2].

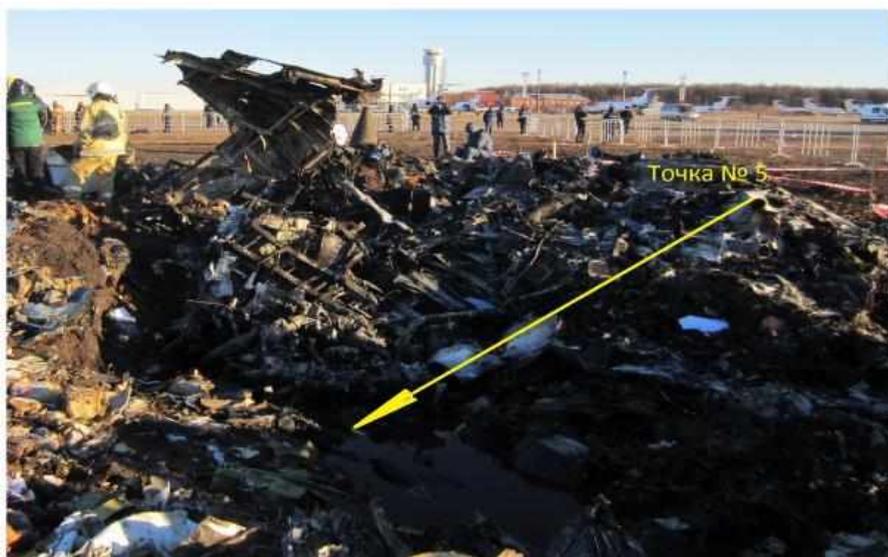


Рис. 1. Воронка в месте столкновения воздушного судна с землей/ МАК.
Окончательный отчет Boeing 737-500 (53A) VQ-BBN (источник
https://mak-iac.org/upload/iblock/ba0/report_vq-bbn.pdf)

Погибли все находившиеся на его борту 50 человек – 44 пассажира и 6 членов экипажа, в ходе следствия было установлено, что командир самолёта Рустам Салихов имел поддельное свидетельство коммерческого пилота [3].

Коррупция в области получения сертификатов медицинского освидетельствования в авиации также может иметь серьёзные последствия для безопасности полетов. Так, например, во многих странах процедуры выдачи медицинских сертификатов регулируются авиационными властями с целью обеспечения высокого стандарта здоровья пилотов и другого авиационного персонала. Коррупция в этой сфере может включать в себя подкуп со стороны пилотов, медицинских специалистов или представителей регулирующих органов. Данное приводит к тому, что лица, не соответствующие установленным медицинским требованиям, могут получить сертификаты, что угрожает безопасности полетов [5].

Так, например, 24 марта 2015 года Airbus A320 авиакомпании Germanwings, выполнявший рейс 4U9525 из Барселоны в Дюссельдорф, разбился в горах Прованса, унеся жизни 150 человек на борту (рис. 2).

Расследование катастрофы выявило, что второй пилот, А. Лубиц, намеренно направил самолет вниз, также было установлено, что он страдал от депрессии и ранее проходил лечение в психиатрической клинике. А. Лубицу удалось получить медицинский сертификат, необходимый для работы пилотом, несмотря на его проблемы с психическим здоровьем [4].



Рис. 2. Крушение Airbus A320 во Франции. Хроника событий (источник <https://www.gazeta.ru/social/2015/03/24/6612421.shtml>)

Существует ряд предположений о том, как коррупция могла способствовать этому:

- врачи, которые выдавали Лубицу медицинский сертификат, могли быть подкуплены, чтобы закрыть глаза на его проблемы с психическим здоровьем;

- система контроля за выдачей медицинских сертификатов могла быть несовершенной, что позволило Лубицу получить документ, несмотря на его неспособность летать. Следует отметить, что невозможно с полной уверенностью утверждать, что коррупция непосредственно привела к катастрофе под Динь-ле-Беном. Однако существуют серьезные основания полагать, что она могла играть в этом роль.

Коррупция в авиационных властях в статье «Sky High Corruption Caused Nepal's Air Disaster» («Небесная коррупция – причина авиакатастрофы в Непале») рассказывает о трагедии, произошедшей 15 января 2023 года, когда самолет Yeti Airlines разбился, унеся жизни 72 человек. Авторы статьи, Блэр Гленкорс и Нараян Адхикари, утверждают, что коррупция в авиационных властях Непала является

одной из главных причин этой трагедии. Они указывают на то, что за последние 60 лет в Непале произошло 67 авиакатастроф – это худший показатель в мире. Гленкорс и Адхикари описывают, как коррупция пронизывает всю авиационную отрасль Непала. С 1990-х годов она привела к падению премьер-министра, многочисленным обвинениям в хищении средств, а также к незавершённым инфраструктурным и строительным проектам. Особую критику авторы статьи адресуют Управлению гражданской авиации Непала (CAAN), которое одновременно является и поставщиком услуг, и регулятором в этой сфере. Такая монополия, по их мнению, создает благоприятную среду для коррупции и снижает безопасность полётов. В статье также говорится о том, что международное сообщество, включая Европейский Союз и США, давно выражает озабоченность уровнем безопасности полетов в Непале. Однако, по мнению авторов, эти страны не предпринимают достаточных усилий для того, чтобы помочь Непалу решить эту проблему. В заключение Гленкорс и Адхикари призывают к проведению независимого расследования авиакатастрофы 15 января 2023 года. Они также подчёркивают необходимость реформирования CAAN и искоренения коррупции в авиационной отрасли Непала [6]. В сфере производства авиационной техники также установлены факты коррупции, так, например, в статье канадского юриста Нормы Кейтса, под названием «Corruption in the Aviation Industry? Please Say it Isn't So!» («Коррупция в авиационной индустрии? Только не это!») описываются коррупционные схемы бразильского производителя самолётов Embraer. В 2012 году Embraer получила повестку от Комиссии по ценным бумагам и биржам США (SEC) с требованием предоставить информацию об операциях по продаже самолётов. После этого требования, Embraer наняла внешних юристов для проведения расследования, которые были осуществлены в конкретных странах. После этого расследования и обвинений SEC Embraer призналась, что заплатила взятку в размере 3,5 миллиона долларов полковнику ВВС в Доминиканской Республике. В последующем этот полковник оказал давление на чиновников, чтобы те купили военные самолёты Embraer (рис. 3). После этого признания, наблюдалось значительное падение акций компании на протяжении двух лет [7].



Рис. 3. Военный самолет британской армии Embraer (авторство: Daniel Tanner. [http://www.airliners.net/photo/Australia.Air/Commonwealth-CA-30-\(MB-326H\)/2388633/L/](http://www.airliners.net/photo/Australia.Air/Commonwealth-CA-30-(MB-326H)/2388633/L/), CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=37233941>)

Кроме того, в 2016 году компания Embraer также признала, что она давала взятки чиновникам в Саудовской Аравии. Компания выплатила 1,65 миллиона долларов чиновнику компании Saudi Aramco за покупку трёх самолетов. Согласно SEC, благодаря этой взятке, компания заработала 93 \$ млн. После очередного такого соглашения компания выплатила огромные штрафы SEC, а Saudi Aramco прекратило сотрудничество с Embraer¹.

Следует отметить, что коррупционные скандалы, связанные с производителем Embraer привели к тому, что цена акций Embraer упала до своего минимума, а компания потеряла свою репутацию и выплатила огромные штрафы SEC [7].

Таким образом, коррупция в авиационной индустрии – это серьезная проблема. Она может привести к штрафам, тюремным срокам, потере репутации и прочим негативным последствиям [4].

¹Embraer Agrees to Pay More than 107 \$ Million to Resolve Foreign Corrupt Practices Act Changes - <https://www.justice.gov/opa/pr/embraer-agrees-pay-more-107-million-resolve-foreign-corrup-practices-act> (дата обращения 12.09.24).

Примеры коррупционной составляющие в авиационной сфере имеются и странах СНГ, например в Казахстане.

Так, согласно изданию KazTAG Airbus сделал признание в даче взятки в Казахстане для того, чтобы заключить сделку по продаже вертолётов, спутников (рис. 4) и центра управления спутниками в 2009 году. Данное инициировало масштабное расследование в сфере коррупции, мошенничества и отмывания денег во Франции.

Помимо рекордных штрафов в 3,6 млрд евро, уплаченных ранее, Airbus ведёт переговоры с французскими властями о новом соглашении, касающемся казахстанского дела. Компания отрицает официальные обвинения, но имеет статус «помощника свидетеля», что по французскому законодательству означает подозрение в совершении преступления. На фоне коррупционного скандала Airbus внес изменения в руководстве и уверяет, что теперь у него есть «современная система» контроля, тем не менее, компания находилась под наблюдением внешних наблюдателей до начала 2023 года. В Казахстане данная информация вызвала широкий резонанс. Общество требует от властей страны провести собственное расследование и привлечь к ответственности всех виновных. Ситуация с Airbus показывает, что даже просто слух о коррупции может нанести серьёзный репутационный ущерб как по производителю, так и по заказчику авиационной техники [10].

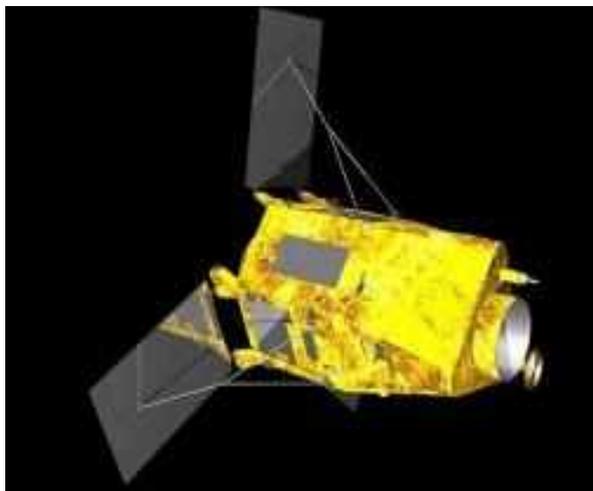


Рис. 4. Казахстанский спутник KazEOSat-1, созданный при поддержке Airbus

В настоящее время разработаны различные методы борьбы с коррупцией в авиационной сфере, так как именно из-за коррупции «страдает» самый главный аспект авиации – безопасность. Кроме того, коррупция наносит ущерб по репутации, по доходам, по экономическому положению, она может разрушать целые страны. Вышесказанное дает право констатировать, что необходимо сформировать у сотрудников авиационной сферы негативное отношение к коррупции, донести, что даже банальная мысль о совершении коррупционного преступления является недопустимой. В будущем, это приведёт к уменьшению уровня коррупции в авиационной сфере, повышению уровня доверия и улучшения имиджа авиационной сферы. В качестве недостатка данного метода борьбы с коррупцией стоит упомянуть, что осведомлённость – это долгосрочный процесс. Необходимо постоянно работать над тем, чтобы люди знали о коррупции, умели её распознавать и не боялись сообщать о ней.

Ещё одним не менее важным методом по борьбе с коррупцией является – ужесточение законодательства. Это может сделать коррупцию менее привлекательной за счёт увеличения рисков и штрафов. Кроме того, это продемонстрирует решимость и готовность государства к борьбе с коррупцией. Работа по данному методу может вестись по следующим направлениям: увеличение штрафов и сроков тюремного заключения за подкуп, за злоупотребление полномочиями, за посредничество и за дачу взятки, внедрение новых мер наказания (например, конфискация имущества, лишение права занимать определённые должности, пожизненный запрет на работу в авиационных органах), расширение списка коррупционных деяний.

Данное позволит снизить уровень коррупции в авиационной сфере, повысить уровень безопасности полётов и укрепит уровень доверия к авиационной сфере. В качестве успешного примера по ужесточению законов можно привести директиву стран Европейского Союза о борьбе с коррупцией. Она требует от всех стран ЕС ввести уголовную ответственность за дачу взятки. Авиакомпании, зарегистрированные в ЕС, могут быть оштрафованы за дачу взяток, даже если они были даны за рубежом, данное привело к уменьшению уровня коррупции в странах ЕС [11].

Также одним из эффективных способов борьбы с коррупцией является повышение прозрачности. Представляется, что деятельность авиакомпаний и государственных органов в авиационной сфере должна быть более открытой и доступной для общественности, что позволит снизить риски коррупции, так как людям будет проще узнать о каких-либо нарушениях.

Именно вышеперечисленные действия будут иметь эффект и благодаря ним можно будет добиться снижения уровня коррупции в авиационной сфере и повышению безопасности полётов. Из-за коррупции «страдает» самый главный аспект авиации – безопасность полетов. Коррупция в авиации приводит к человеческим жертвам, к упадку дохода и репутационным проблемам. Борьба с коррупцией требует совместных усилий государства, авиакомпаний, международных организаций и общественности. Для этого необходимо внедрять системные меры, формировать культуру нетерпимости к коррупции, стимулировать международное сотрудничество.

В заключении следует отметить, что коррупция в авиационной сфере – это проблема, подрывающая безопасность полетов и наносящая многочисленный ущерб, начиная от пассажиров, заканчивая производителями самолётов. Она проявляется в подделке документов, несоответствии требованиям, несоблюдении процедур, это в свою очередь приводит к ужасающим последствиям.

1. Автокатастрофа в Непале. Еще одна трагедия. BBC. <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.bbc.com/russian/news-47925614&ved=2ahUKEwi1vJ3P5seIAxWSKxAIHS-dEEUQFnoECBMQAQ&usg=AOvVaw3juqm6OG2Anp9KU5v9wa83> (дата обращения 12.09.24).
2. Airbus подтвердил дачу взяток за поставки своей продукции в Казахстан - <https://kaztag.kz/ru/news/airbus-podtverdil-dachu-vzyatok-za-postavki-svoey-produktsii-vkazakhstan> (дата обращения 12.09.24).
3. Бойко, Н.С. Воздушное право : учебное пособие для вузов / Н. С. Бойко. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 217 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5- 534-14100-9. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/544151> (дата обращения: 01.09.2024).
4. Бойко Н.С., Бирюляева Д.С. Законодательное регулирование вопросов в области безопасности полетов в странах СНГ. В сборнике: Российская цивилизация в эпоху глобальной эволюции: обеспечение безопасности и поиск путей решения проблем в условиях меняющегося миропорядка. Сборник статей по материалам II Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. 2023. С. 179–181.
5. Embraer Agrees to Pay More than 107\$ Million to Resolve Foreign Corrupt Practices Act Changes - <https://www.justice.gov/opa/pr/embraer-agrees-pay-more-107-million-resolve-foreign-corrupt-practices-act> - (дата обращения 12.09.24).
6. Катастрофа Boeing 737 в Казани/ ИТАР-ТАСС/ МЧС России. <https://tass.ru/proisshestviya/2440393> (дата обращения 12.09.24).
7. Крушение Airbus A320 во Франции. Хроника событий <https://www.gazeta.ru/social/2015/03/24/6612421.shtml>.

8. Межгосударственный авиационный комитет. Окончательный отчет Boeing 737-500 (53A) VQ-BBN. https://mak-iac.org/upload/iblock/ba0/report_vq-bbn.pdf (дата обращения 12.09.24).

9. Мосунов А.Г, Гозбенко Г.А., Соломенцева К.В. Преступления коррупционной направленности в сфере гражданской авиации и их последствия // Наука и образование: актуальные вопросы теории и практики. Материалы Международной научно-методической конференции. / Оренбургский институт путей сообщения. Оренбург, 2021. С. 134–138.

10. The European Union Aviation Safety Agency - <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/easy-access-rules/online-publications/regulation-eu-20181139-european-parliament?page=8> – 2018 год (дата обращения 15.09.24).

11. Sky High Corruption Caused Nepal's Air Disaster - <https://www.globalpolicyjournal.com/blog/17/01/2023/sky-high-corruption-caused-nepals-airdisaster> (дата обращения 12.09.24).

12. Corruption in the Aviation Industry? «Please Say it Isn't So!» - <https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=d3abe71b-e6c0-4281-b9a8-7de473a1c437> (дата обращения 12.09.24).

Boyko Natalia, Candidate of Legal Sciences, Doctor of Historical Sciences,
Professor of the Department of Economics and Safety
e-mail: nboyko2005@mail.ru

Karsunkin Evgeniy, senior lecturer of the Department of LE&BP
e-mail: karsunkinev@mail.ru

Ryabinov Anatoly, senior lecturer of the Department of Health and Safety
Ulyanovsk Institute of Civil Aviation Federal State Budgetary Educational Institution of
Higher Education named after Chief Marshal of Aviation B.P. Bugaev (Russia,
Ulyanovsk),
e-mail: vladislav.lurye.nav@gmail.com

CORRUPTION COMPONENT IN THE AVIATION SECTOR AFFECTING FLIGHT SAFETY

Annotation: The article touches upon an important aspect of the consequences of corruption – the impact of corruption on flight safety and, in general, on the state and society. Some methods of combating corruption in the aviation sector are described. It seems that corruption is not so popular in the civil aviation industry, because aircraft manufacturers, airports, airlines and staff do not have the authority to create laws or do not stand guard over law and order. Corruption has a serious impact on the state and society, reduces government revenues, reduces investment attractiveness, reduces economic growth, and destroys the value system.

Keywords: law; airline corruption; state; society; government revenues; economic growth; flight safety; airport.

Якубович Сергей Петрович, Белорусский научно-исследовательский институт транспорта «Транстехника» (Беларусь, Минск), заместитель генерального директора – ученый секретарь, магистр технических наук, e-mail: s.yakubovich@niit.by, 220005, г. Минск, ул. Платонова, 22А

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАРШРУТНОЙ СЕТИ – ПУТЬ ПОВЫШЕНИЯ МОБИЛЬНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ

Аннотация: Выявлены причинно-следственные связи образования ключевых терминов, используемых в области устойчивой городской мобильности. Показан основной принцип построения системы устойчивой городской мобильности в Республике Беларусь. Предложено использование Плана устойчивой городской мобильности как одного из инструментов решения задач по обеспечению доступности, повышение качества и безопасности услуг автомобильного, городского электрического транспорта. Описаны теоретические основы и этапы разработки указанного плана, предложено и обосновано использование результатов натурных обследований пассажиропотоков при его разработке.

Ключевые слова: устойчивый транспорт; мобильность населения; устойчивая городская мобильность; устойчивая транспортная система; маршрутная сеть; транспорт общего пользования; транспортная инфраструктура; транспорт индивидуального пользования; средства персональной мобильности.

Потребность населения в перемещениях может быть реализована не только с использованием услуг транспорта общего пользования, но и путем аренды транспортных средств на время (каршеринга, шеринга велосипедов, электровелосипедов, электросамокатов и иных средств персональной мобильности), путем использования транспорта индивидуального пользования (транспортных средств, находящихся в личной собственности граждан: легковых автомобилей, велосипедов, электровелосипедов, электросамокатов и иных средств персональной мобильности), а также с помощью пеших передвижений. Однако данные статистики говорят о том, что подавляющее большинство населения нашей страны для удовлетворения своих потребностей в передвижениях пользуется услугами городского пассажирского транспорта, то есть транспорта общего пользования.

Мобильность населения, устойчивая городская мобильность... Что такое мобильность? Новомодное словечко, которое все чаще бездумно вставляют в любой разговор о транспорте? Или устоявшийся термин, употребляемый в транспортной отрасли и имеющий конкретное значение?

Большой энциклопедический словарь содержит такое толкование термина мобильность: **МОБИЛЬНОСТЬ** (от лат. *mobilis* – подвижный) – подвижность, способность к быстрому передвижению, действию. В определении термина мобильность используется термин **ПОДВИЖНОСТЬ**. Как этот термин трактуется в отношении населения с точки зрения транспорта? А трактуется он так: **ПОДВИЖНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ** – это статистический показатель, вычисляемый как среднее число перемещений на человека в определенный период времени (год, месяц, неделя, день). При этом **ТРАНСПОРТНАЯ ПОДВИЖНОСТЬ** учитывает только перемещения, совершаемые при помощи какого-либо вида транспорта или их совокупности. **ОБЩАЯ ПОДВИЖНОСТЬ** населения включает в себя еще и пешие передвижения [1], а с недавних пор еще и передвижения с использованием средств персональной мобильности. Действительно согласно пункту 2.60 Правил дорожного движения: Средства персональной мобильности – устройства или приспособления, не являющиеся транспортными средствами, приводимые в движение двигателем и предназначенные для индивидуального или совместного (в случае наличия специально оборудованных мест для сидения) использования пешеходами (электросамокат, гироскутер, сигвей, моноколесо и прочее). Понятно, что **ГОРОДСКАЯ МОБИЛЬНОСТЬ** – это термин, употребляемый по отношению к населению города.

Что понимают под термином **УСТОЙЧИВОСТЬ**? Термин устойчивый транспорт вошел в употребление как логическое продолжение понятия «устойчивое развитие». Он используется для описания видов транспорта и систем транспортного планирования, которые согласуются с более широкими проблемами устойчивости. Есть много определений устойчивого транспорта и связанных с ним терминов устойчивых перевозок и устойчивой мобильности [2]. Одно из таких определений дано Советом министров транспорта ЕС. Оно наиболее полно отражающее суть вопроса, определяет устойчивую транспортную систему как систему, которая:

- обеспечивает доступность и удовлетворение потребностей отдельных лиц, компаний и общества надежным передвижением, не нанося вреда здоровью человека и экосистеме, и способствует установлению принципа справедливости как внутри социальных групп и поколений, так и между ними;

- является доступным по средствам, работает четко и эффективно, предлагает виды транспорта на выбор, поддерживает конкурентоспособность экономики, а также сбалансированность регионального развития;

– минимизирует выбросы и отходы на уровне возможности природы поглощать их, использует возобновляемые ресурсы на уровне или ниже темпа их восстановления, использует не возобновляемые ресурсы на уровне или ниже темпов развития возобновляемых заменителей, сводит к минимуму воздействие на занимаемую землю, заботится о снижении шума.

Республика Беларусь не могла оказаться в стороне от общемировых трендов в вопросах мобильности. В соответствии с законодательством нашей страны государственное регулирование и управление в области автомобильного, городского электрического транспорта и метрополитена осуществляет Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, а также местные исполнительные комитеты и местные администрации (рис. 1).



Рис. 1. Обеспечение транспортного обслуживания населения

При этом в компетенцию местных исполнительных комитетов и местных администраций в соответствии со статьями 41 и 45 Закона Республики Беларусь «О местном управлении и самоуправлении в Республике Беларусь» входит создание условий для предоставления транспортных услуг населению и организация его транспортного обслуживания.

Основные требования по транспортному обслуживанию населения установлены «Системой государственных социальных стандартов по обслуживанию населения в области транспорта». Ответственность за их реализацию возложена на облисполкомы и Минский горисполком. Организация транспортного обслуживания населения включает в себя,

кроме организации перевозок, обеспечение безопасности дорожного движения в отношении транспортных средств, используемых для перевозки пассажиров. Соответственно, в обязанности местных властей входит обеспечение обустройства, оформления и содержания пассажирских терминалов и остановочных пунктов на маршрутах общественного транспорта, а также содержание дорог и улиц населенных пунктов в состоянии, пригодном для выполнения перевозок пассажиров в регулярном сообщении.

Необходимо отметить, что в транспортном законодательстве нашей страны до 2021 года отсутствовало определение термина **МОБИЛЬНОСТЬ** хотя он давно был на слуху и широко использовался, в том числе и в научной литературе. Толкование термина с легкой руки авторов могло быть различным. Впервые однозначное толкование этого термина в составе словосочетания «Устойчивая городская мобильность» было сделано в Государственной программе «Транспортный комплекс» на 2021–2025 годы¹. «Устойчивая городская мобильность – обеспечение жителям города возможности выбора и использования безопасного, комфортного, быстрого, доступного и экономически целесообразного способа перемещения, который является альтернативным использованию личного автомобиля (с использованием одного или нескольких видов транспорта общего пользования, либо средств индивидуальной мобильности, либо пешком, либо путем сочетания этих способов перемещения) [3]. Таким образом в качестве главного принципа построения системы устойчивой городской мобильности определен отказ от излишнего использования личного автомобиля в городском пространстве и приоритетное развитие общественного транспорта. Однако, понятие «общественный транспорт» пока не имеет своего строгого законодательного определения, так как является синонимом понятия «транспорт общего пользования»² и используется в разговорной речи лишь в качестве противоположного понятию «личный транспорт». Общим признаком для всех видов общественного транспорта является то, что пассажиры за плату перемещаются в транспортных средствах, которые им не принадлежат на праве собственности или на иных законных основаниях.

Опыт проведения работ по оптимизации маршрутных сетей населенных пунктов и совершенствованию процессов перевозок пассажиров показывает, что проблемы транспортного обслуживания населения не всегда носят отраслевой характер, часто они являются

¹Утверждена постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 23 марта 2021 г. № 165.

²Закреплено пунктом 1 статьи 743 ГК РБ.

следствием ошибочных решений по вопросам социально-экономического развития города и некорректной градостроительной политики. Вместе с этим пришло понимание того, что вопрос устойчивости городской мобильности не может быть решен в рамках обычного отраслевого подхода. Здесь требуются новые инструменты, которые должны не только гармонично встраиваться в общую систему планирования, но и учитывать имеющиеся на местах ресурсные возможности (объемы бюджетного финансирования).

Одним из таких инструментов может стать План устойчивой городской мобильности (далее – План). Тем более, что в рамках решения задачи по обеспечению доступности, повышение качества и безопасности услуг автомобильного, городского электрического транспорта и метрополитена, повышение эффективности работы транспортных организаций в Государственной программе «Транспортный комплекс» предусмотрены отдельные мероприятия по разработке и реализации пилотных планов устойчивой городской мобильности³.

Разработку Плана целесообразно осуществлять в два этапа (рис. 2).



Рис. 2. Этапы разработки Плана

На первом этапе выполнять сбор и анализ информации о реализации потребностей населения в перемещениях. Это позволит выявить проблемы в области организации перевозок, состояния и развития транспортной инфраструктуры и улично-дорожной сети, а

³Пункты 8 и 9 приложения 6 к Государственной программе «Транспортный комплекс» на 2021–2025 годы, ответственные за исполнение Облисполкомы.

также развития транспортной инфраструктуры и улично-дорожной сети, а также в области организации и обеспечения безопасности дорожного движения, определить задачи и основные направления их решения.

На втором этапе осуществлять непосредственное формирование мероприятий Плана. Разрабатывать мероприятия необходимо с учетом того, что их формулировка должна быть конкретизирована применительно к условиям города и в соответствии с основным направлением решения поставленных задач.

Анализ отечественного и зарубежного опыта [4] позволил сделать выводы о том, что при разработке Планов могут быть использованы работы по оптимизации маршрутной сети и совершенствованию процессов перевозок. Это взаимосвязанные работы. В их основе лежат результаты натуральных обследований пассажиропотоков. Раньше, еще в советское время, (до 1991 г.) работы по сплошному натурному обследованию городской маршрутной сети и изучению спроса населения проводились один раз в пять лет с привлечением высококвалифицированных специалистов профильных институтов. Сейчас в большинстве своем обследования проводятся в лучшем случае выборочно силами работников транспортных предприятий.

Работы по обследованию пассажиропотоков заключаются в организации и выполнении самих натуральных обследований пассажиропотоков на маршрутной сети населенного пункта, а также организации обследования трудовых передвижений его жителей. Необходимо отметить, что работы по организации таких обследований сами по себе весьма сложны, не говоря уже об обработке материалов обследований и разработке проекта по оптимизации маршрутной сети населенного пункта – это отдельные пласты объемной кропотливой и дорогостоящей работы высококвалифицированных специалистов.

Для сбора исходной информации о пассажиропотоках могут использоваться функции современных автоматизированных систем контроля за оплатой проезда по записи информации о количестве входящих и выходящих пассажиров на каждом остановочном пункте или наполнения салона, либо применяться один или совместно несколько натуральных методов обследования маршрутной сети: анкетный, талонный, табличный, билетный, глазомерный, опросный. Наиболее точные данные получаются при проведении обследования пассажиропотоков табличным методом (рис. 3) одновременно на всех видах городского пассажирского транспорта, задействованных на обслуживании маршрутной сети и в течение всего времени ее функционирования.

Параллельно с натурным обследованием пассажиропотоков на маршрутной сети проводится обследование трудовых корреспонденций, по результатам которого составляют матрицу и строят картограмму

трудо­вых передвижений жителей населенного пункта. Картограмма трудовых передвижений позволяет визуализировать количественную дифференциацию трудовых передвижений жителей по участкам маршрутной сети (рис. 4).

Таблица обслуживания пассажиропотоков

Дата: 19.05.11

Автобус		ПРЯМОЕ НАПРАВЛЕНИЕ														
№ рейс	Прямые отправления № рейс района	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Остаточные пункты	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1	Завод Газопарагаз	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
2	Антоновск	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Михайлов	-	-	-	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-
4	Пригородный вокзал	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	ЮД Болынич	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Клары Цеткин	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	Овечьихов	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
8	Загородного	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	Антоновск	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Чарникова	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	ГОРТЕП	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
	Прямые прибытия	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Маршрут №

Выезд №

Марка автобуса

Гос. номер автобуса

Смена

Листы (1, 2, 3)

Выезд
+ выезд
+ посадка

Составлять маршрут
участка

Куркин С.С.

Рис. 3. Внешний вид заполненной таблицы обследования пассажиропотоков

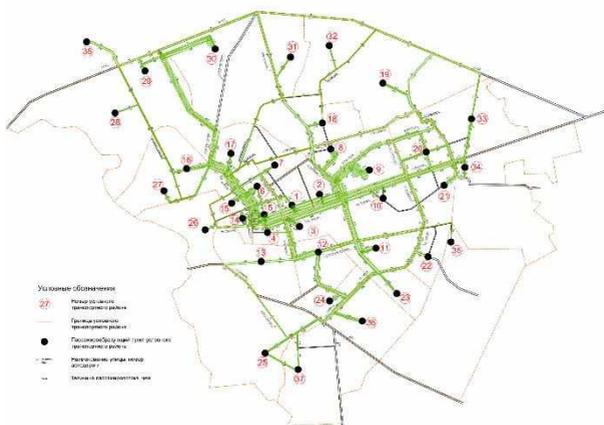


Рис. 4. Пример картограммы трудовых передвижений жителей города

Что существенно облегчает анализ трудовых передвижений и в совокупности с результатами натурного обследования пассажиропотоков позволяет сделать выводы: о правильности построения существующей маршрутной сети; о возможности организации движения транспорта по улицам населенного пункта, пригодным для его движения; о распределении нагрузок по улично-дорожной сети; о необходимости организации кольцевых маршрутов; о месторасположении начальных и конечных пунктов маршрута; о необходимости строительства дорог и путепроводов и так далее.

Проблемы устойчивой городской мобильности не могут быть полностью решены в отрыве от решения проблем, связанных с состоянием и перспективами развития транспортной инфраструктуры. Например, от правильности размещения остановочных пунктов зависит расстояние пешеходных подходов и удобство пересадок пассажиров, а также общие затраты времени пассажира на передвижение, наполняемость и скорость движения транспортных средств. Поэтому при проведении обследования маршрутной сети города особое внимание уделяется осмотру проблемных, для организации автобусного движения, районов и остановочных пунктов. Определяется пригодность их состояния для выполнения перевозок пассажиров с учетом требований технических нормативных правовых актов. Результаты такого осмотра также должны использоваться при разработке мероприятий Плана.

Итак, обследования проведены, необходимые данные получены и обработаны. Эти данные позволяют: определить объемы перевозок, как в целом по сети, так и по каждому маршруту, а также реальный уровень пассажирообмена на всех остановочных пунктах; рассчитать показатели, характеризующие состояние маршрутной сети, определить пассажиропотоки по участкам маршрутов и часам суток; построить картограммы пассажиропотоков по маршрутной сети за сутки и пассажирообмена остановочных пунктов, а также картограммы трудовых передвижений жителей городов; выявить недостатки в работе пассажирского транспорта например: недостаточная эффективность выполнения перевозок пассажиров по определенным маршрутам; отсутствие согласования между автобусным и троллейбусным расписанием движения, а также между маршрутами в целом; факты превышения вместимости транспортных средств в часы «пик»; отсутствие прямых транспортных связей между застраиваемыми территориями и отдельными промышленными предприятиями и так далее.

Результаты натурных обследований принимаются за основу при разработке мероприятий Плана, который формируется с учетом местных условий и конкретной территории (рис. 5).

Подготовка хорошего Плана – это не просто формальное составление большого пакета мероприятий, а правильный подбор последовательных действий, нацеленных на общественно значимый результат для конкретного населенного пункта с учетом реального финансирования, выделенного на эти цели.



Рис. 5. Разработка мероприятий Плана

Конкретные мероприятия должны быть направлены на обустройство объектов инфраструктуры, предназначенных для пассажиров общественного транспорта, велосипедистов и пешеходов, а также на совершенствование организации дорожного движения, разработку парковочной политики или обустройство общественных пространств.

Таким образом, устойчивость городской мобильности достигается за счет приоритетного развития транспорта общего пользования, оптимального взаимодействия его различных видов, наличия интегрированных транспортных узлов и перехватывающих парковок, а также инфраструктуры, предназначенной для комфортного использования средств персональной мобильности и пеших передвижений жителей города. Разработка плана устойчивой городской мобильности, как и совершенствование маршрутной сети, требует систематической кропотливой работы. В ее основе лежит комплексное

обследование пассажиропотоков. Несмотря на большую трудоемкость, оно должно проводиться не реже одного раза в пять лет.

1. Самойлов Д. С. Подвижность населения // Городской транспорт. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1983. – С. 161 – 164. – 384 с.

2. Online TDM Encyclopedia - Sustainable Transportation and TDM [Электронный ресурс] : <https://web.archive.org/web/20190624213658/https://www.vtpi.org/tdm/tdm67.htm>. – Дата доступа 27.09.2024.

3. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 23 марта 2021 г. № 165, подпрограмма 2 «Автомобильный, городской электрический транспорт и метрополитен».

4. Исследование состояния и разработка предложений по совершенствованию государственного регулирования процесса организации перевозок автомобильным и городским электрическим транспортом: этап 3, отчет о НИР / БелНИИТ «Транстехника» ; науч. рук. С.П. Якубович. – Минск, 2023. – № ГР 20230801.

Yakubovich Sergey, Belarusian Research Institute of Transport «Transtekhnik» (Belarus, Minsk), Deputy Director General – Scientific Secretary, Master of Technical Sciences, e-mail: s.yakubovich@niit.by; Platonova str., 22A, Minsk, 220005, Belarus

IMPROVING THE ROUTE NETWORK IS A WAY TO INCREASE THE MOBILITY OF THE POPULATION

Abstract: The causal relationships of the formation of key terms used in the field of sustainable urban mobility are revealed. The basic principle of building a system of sustainable urban mobility in the Republic of Belarus is shown. The use of a Sustainable Urban Mobility Plan is proposed as one of the tools for solving problems of ensuring accessibility, improving the quality and safety of automobile and urban electric transport services. The theoretical foundations and stages of the development of this plan are described, the use of the results of field surveys of passenger traffic in its development is proposed and justified.

Keywords: sustainable transport; population mobility; sustainable urban mobility; sustainable transport system; route network; public transport; transport infrastructure; individual transport; means of personal mobility.

*Аземша Сергей Александрович, Белорусский государственный университет транспорта (Беларусь, Гомель),
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: s-azemsha@yandex.ru, 246022, Гомель, ул. Кирова, 34*

МУЛЬТИМАРШРУТНЫЙ МЕТОД ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА РЕГУЛЯРНОГО СООБЩЕНИЯ

Аннотация: Важность пассажирского транспорта в жизни современных городов очевидна. От качества его работы зависят многие аспекты современной жизни населения. Качество оказываемых таким транспортом услуг напрямую зависит от величины субсидирования финансовых средств в его работу. Поэтому мероприятия, не снижающие показатели качества перевозок, но позволяющие снизить затраты на функционирование общественного транспорта актуальны. В данной работе описан мультимаршрутный метод организации работы пассажирского транспорта, приведены ее преимущества.

Ключевые слова: пассажирский транспорт регулярного сообщения; мультимаршрутный метод; пассажиронапряженность; эффективность; пассажир.

В настоящее время при организации работы городского транспорта регулярного сообщения (ГТРС) выпуск маршрутных транспортных средств (МТС) планируется и осуществляется в пределах одного маршрута. При этом интервал их работы на маршруте зависит от мощности пассажиропотока, длины маршрута и вместимости МТС. Как известно, пассажиропоток сильно варьируется [1–3], что приводит в периоды его спада к:

1. Увеличению времени простоя на конечных пунктах [4, 5].
2. Снижению степени использования вместимости МТС [6–9].

Все это приводит к низкой окупаемости работы МТС [10], снижению качества предоставляемых услуг за счет увеличения интервала движения на маршруте [11, 12].

Для повышения эффективности работы ГТРС ряд авторов предложили мероприятия, учитывающие смещение пассажиропотока и распределяющие ПТС разной вместимости по маршрутам в разное время суток, выпуск МТС оптимальной вместимости [13–15]. Реализация такого подхода, безусловно, повысит эффективность работы МТС. Однако в данных работах есть ряд недостатков: не учитывается время

отстоя на конечных пунктах, не предусматриваются возможность порожнего пробега с конечного пункта на другой начальный пункт и др.

В работах [4, 16] предложено снижать непроизводительные простои МТС на конечных пунктах секторальным методом организации работы. Этот метод предусматривает разделение маршрутной сети на сектора – своеобразная универсальная, подобранная специальным образом маршрутно-производственная структура, включающая, как правило, два маршрута, гарантирующая равномерное обеспечение водителей работой в течение месяца, что обеспечит минимизацию сверхурочных часов их работы. Применение такого подхода на практике показало его эффективность. Но в тоже время имеются и недостатки, среди которых можно выделить следующие:

1. Не обоснована целесообразность создания секторов. Можно же распределять водителей и по другим маршрутам, не входящим в сектора, что дает возможность учитывать всю имеющуюся ситуацию на маршрутной сети, а не только на каждом ее отдельном секторе.

2. Не учитываются пассажиронапряженности на каждом рейсе каждого маршрута. В результате при реализации предложений, направленных на снижение непроизводительных простоев на конечных станциях [16, стр. 27–31], может оказаться, что вместимости пассажирского транспортного средства недостаточно.

Решение недостатков, имеющих у приведенных выше подходов к повышению эффективности работы ГТРС, видится в применении мультимаршрутного метода организации работы МТС. Ее суть изображена на рисунках 1 и 2.

На рисунке 1 приведен фрагмент абстрактного графика работы МТС при существующем (помаршрутном) методе организации их работы. Основной недостаток такой схемы заключается в том, что МТС постоянной вместимости работает в условиях изменяющейся величины пассажиропотока. Компенсировать это приходится уменьшением интервала движения, как правило за счет увеличения времени непроизводительного простоя на конечных пунктах. Результатом этого становится неэффективное использование вместимости МТС, времени работы водителя и рост себестоимости перевозок.

На рисунке 2 приведен аналогичный рисунку 1 фрагмент графика работы МТС при мультимаршрутном методе организации работы. Его суть заключается в возможности организации работы МТС на разных маршрутах для целей повышения степени использования их вместимости и снижения времени простоев на конечных пунктах, с учетом

ограничений на вместимость МТС, действующего законодательства в сфере режима труда и отдыха водителей.

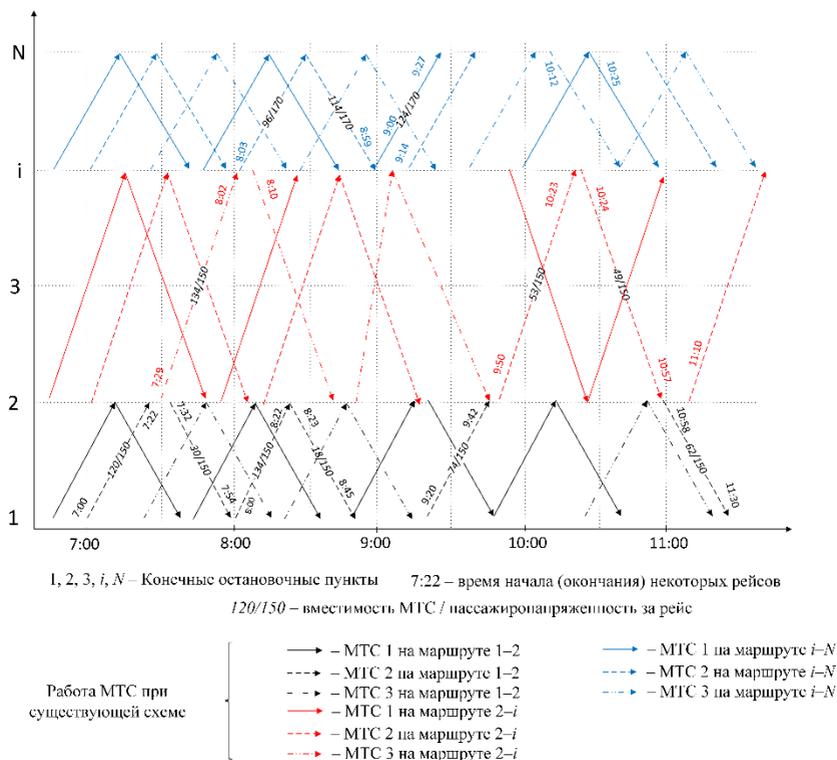
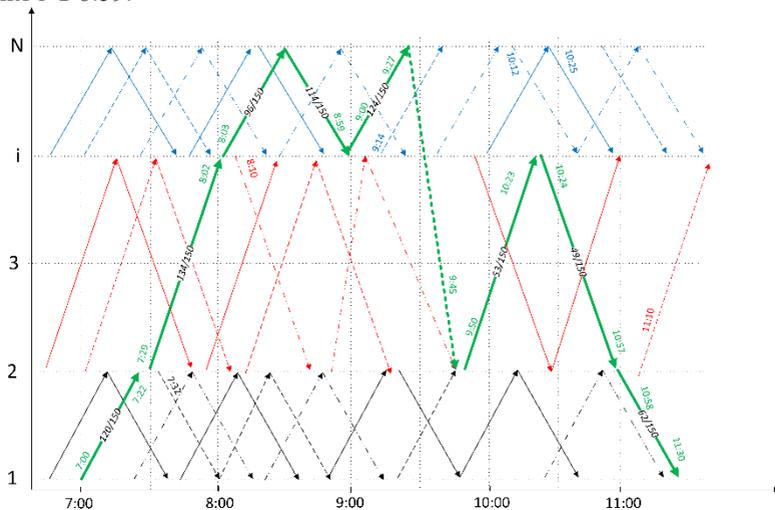


Рис. 5. Существующий метод организации работы МТС

Рисунок 2 показывает, что при мультимаршрутной схеме организации работы МТС, пассажирское транспортное средство 2 на маршруте 1–2 заканчивает рейс в 7:22 на конечном пункте 2. Следующий рейс этого МТС в обратном направлении на этом маршруте предусмотрен в 7:32. Вместо 10-минутного ожидания этого рейса, данное МТС отправляется в рейс, выполняемый на маршруте 2– i третьим МТС. Время начала этого рейса в 7:29. Т. е. отправка с одного и того же конечного пункта в рейс на другой маршрут позволяет исключить непроизводительный простой, равный 3 минуты. Далее, выполнив рейс по маршруту 2– i (окончание рейса в 8:02) МТС не ожидает начала

следующего рейса по этому же маршруту (8:10), а выполняет с этого же конечного пункта рейс МТС 2 на маршруте $i-N$, который начинается в 8:03, что позволяет сэкономить 7 минут. После этого МТС выполняет рейс в обратном направлении на этом же маршруте, прибыв на конечный пункт i в 8:59.



1, 2, 3, i , N – конечные остановочные пункты 7:22 – время начала (окопачивания) некоторых рейсов
 120/150 – вместимость МТС / пассажиронапряженность за рейс

- | | | | | | |
|---------------------------------------|---|-----|--|-----|---------------------------|
| Работа МТС при существующей схеме | } | —●— | – МТС 1 на маршруте 1–2 | —●— | – МТС 1 на маршруте $i-N$ |
| | | —●— | – МТС 2 на маршруте 1–2 | —●— | – МТС 2 на маршруте $i-N$ |
| | | —●— | – МТС 3 на маршруте 1–2 | —●— | – МТС 3 на маршруте $i-N$ |
| | | —●— | – МТС 1 на маршруте 2– i | | |
| | | —●— | – МТС 2 на маршруте 2– i | | |
| | | —●— | – МТС 3 на маршруте 2– i | | |
| Работа МТС при мультимаршрутной схеме | } | —●— | – ездка с пассажирами | | |
| | | —●— | – порожний пробег с конечного пункта N на конечный пункт 2 | | |

Рис. 2. Мультимаршрутный метод организации работы МТС

Следующий рейс на этом маршруте для данного МТС (МТС 2) предусмотрен расписанием движения в 9:14, что предполагает 15-минутное его ожидание. Поэтому МТС 2 выполняет рейс на этом же маршруте ($i-N$), предназначенный для автобуса 1, началом в 9:00 (экономия 14 минут). Такая ездка заканчивается в 9:27 на конечном остановочном пункте N . Следующий рейс с этого конечного пункта

предусмотрен в 10:12. Для избегания продолжительного простоя в ожидании очередного рейса МТС в порожнем состоянии направлено на конечный пункт 2. Прибывает оно туда в 9:45, а в 9:50 выполняет рейс второго МТС по маршруту 2–i. Начала рейса 9:50, окончание в 10:23. После этого выполняется рейс в обратном направлении на этом же маршруте. Окончание рейса в 10:57. Следующий рейс на этом маршруте предусмотрен в 11:10. Но есть для МТС 2 на маршруте 1–2 началом с конечного остановочного пункта 2 в 10:58. Его и выполняет МТС, работающее по мультимаршрутной схеме организации работы.

Таким образом, при существующей системе организации работы МТС пассажирское транспортное средство 2 маршрута 1–2 (рис. 1, черная прерывистая линия) начинает работать на линии в 7:20, а оканчивает в 11:30, т. е. рабочее время составляет 4 часа и 10 минут. Общее время простоя в ожидании начала последующего рейса при этом составляет 128 мин. Коэффициент пассажиронапряженности при этом равен 0,49. Это же МТС, работающее при обычной схеме организации работы на маршруте 1–2 под номером 2, при предлагаемой мультимаршрутной схеме организации работы начинает и оканчивает работу в тоже самое время, что и при существующей схеме. Однако при этом суммарный простой в ожидании начала очередного рейса составит 16 мин. Коэффициент пассажиронапряженности при этом равен 0,63 (рис. 2).

Таким образом, применение мультимаршрутного метода организации работы МТС позволяет повысить эффективность работы ГТРС за счет:

1. Направления МТС с конечного пункта в рейс маршрута, отличного от маршрута, на котором выполнялся предыдущий рейс.
2. Выполнения МТС рейса на том же маршруте, на котором выполнялся предыдущий рейс, но предназначенного для другого МТС.
3. Выполнения порожнего пробега с конечного пункта на другой конечный пункт с последующим выполнением рейса с этого пункта.

Конечно, приведенный пример является иллюстративным и на практике необходимо учитывать определенные ограничения связанные с достаточностью вместимости МТС, соблюдением режимов труда и отдыха, целесообразностью выполнения порожних пробегов между конечным и начальным пунктами, а также многовариантность направления МТС в разные рейсы. Тем не менее, перспективность дальнейшей научной работы в этом направлении очевидна.

1. Белокуров В.П., Мотузка Д.А., Артемов А.Ю. Повышение эффективности эксплуатации автотранспорта при осуществлении сезонных пассажирских перевозок в городах курортных зон // *Технология колёсных и гусеничных машин*. 2015. № 3. С. 25–33.

2. Kampf R., Stopka O., Bartuška L., Zeman K. Circulation of Vehicles as an Important Parameter of Public Transport Efficiency // *Proceedings of the 19th International Scientific Conference on Transport Means*. Kaunas University of Technology, 2015. pp. 143–146.

3. Хвостов А.А., Шипилова Е.А., Ребриков Д.И. Планирование и обработка результатов исследования пассажиропотока в рамках маршрута // *Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета*. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2013. № 2. С. 97–102.

4. Семченков, С. С. Снижение непродуктивных затрат маршрутного пассажирского транспорта секторальным методом / С. С. Семченков, Д. В. Капский // *Вестник Полоцкого государственного университета*. Серия В. «Промышленность. Прикладные науки». – 2022. – № 3. – С. 85–90. – EDN LHDJOS.

5. Semtchenkov S, Kapsky D, Czerepicki A. Application of the sectoral method to improve the efficiency of route passenger transport. *WUT Journal of Transportation Engineering*. (2022); 134 (null):17-33. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0016.0376>.

6. Аземша С.А., Грищенко Т.В., Ясинская О.О. Исследование наполняемости автобусов при городских перевозках пассажиров в г. Могилеве // *Вестник Полоцкого государственного технического университета*. Серия В «Промышленность. Прикладные науки». 2020. № 11. С. 62-69.

7. Azemsha S. / The Study of the Trolley Buses Occupancy / S. Azemsha // *Global Journal of Management and Business Research: F Real Estate, Event and Tourism Management* – 2019. – Volume 19 Issue 1 Version 1.0 – P. 6–15. https://globaljournals.org/GJMBR_Volume19/2-The-Study-of-the-Trolley-Buses.pdf.

8. Аземша С.А. / Исследование наполняемости автобусов при городских перевозках пассажиров в г. Могилеве / С.А. Аземша, Т.В. Грищенко, О.О. Ясинская // *Вестник Полоцкого государственного технического университета*. Серия В «Промышленность. Прикладные науки». – 2020. – № 11. – С. 62–69.

9. Аземша С.А. / Исследование наполняемости автобусов при городских перевозках пассажиров в г. Светлогорске / С.А. Аземша, Т.В. Грищенко, О.О. Ясинская // *Вестник Брестского государственного технического университета «Физика, математика, информатика»*. – 2019. – № 5 (118). – С. 37–40.

10. Аземша, С.А. Статистическое исследование окупаемости работы городского пассажирского транспорта регулярного сообщения / С. А. Аземша, Д. В. Капский // *Вестник Полоцкого государственного университета*. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2020. – № 11. – С. 70–77. – EDN MNBJRI.

11. Аземша, С.А. Исследование закономерностей в транспортных предпочтениях анализом результатов транспортного опроса / С. А. Аземша, В. М. Морозов // *Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного*

университета. – 2022. – Т. 19, № 5(87). – С. 638–653. – DOI 10.26518/2071-7296-2022-19-5-638-653. – EDN HXHBME.

12. Аземша, С.А. Обоснование целесообразности выравнивания интервалов движения пассажирских транспортных средств регулярного сообщения на дублирующих участках / С. А. Аземша // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2023. – № 3(65). – С. 40-47. – EDN LYGXBC.

13. Скиркоўскі С.В. Исследование влияния факторов на результативность работы городского пассажирского маршрутизированного транспорта // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. 2017. No. 1. pp. 30-35.

14. Ryabovbov I.M., Kashmanov R.Ya. Improving the Organization of Passenger Service on the Route by Using Buses of Different Capacity // The Russian Automobile and Highway Industry Journal. 2019. Vol. 16. No. 3. pp. 264-275. <https://www.doi.org/10.26518/2071-7296-2019-3-264-275>.

15. Гозбенко В.Е., Крипак М.Н., Лебедева О.А., Каргапольцев С.К. Повышение эффективности функционирования транспортной сети городского пассажирского транспорта путём применения автоматизации модели выбора оптимального подвижного состава // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2017. № 2. С. 203-208.

16. Semchenkov S, Kapsky D, Czerepicky A. Application of the sectoral method to improve the efficiency of route passenger transport. WUT Journal of Transportation Engineering. (2022); 134 (null): 17-33. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0016.0376>.

*Azemsha Siarhei, Belarusian State University of Transport (Belarus, Gomel),
Phd, Associate Professor,
e-mail: s-azemsha@yandex.ru, 34, Kirov str., Gomel, 246022, Belarus*

MULTIROUTE METHOD FOR PUBLIC TRANSPORT

Annotation: The importance of passenger transport in the life of modern cities is obvious. Many aspects of modern life of the population depend on the quality of its work. The quality of services rendered by such transport directly depends on the amount of financial subsidies to its operation. Therefore, measures that do not reduce the quality of transport, but allow to reduce the costs of public transport operation are relevant. This paper describes the multiroute method for public transport, its advantages are given.

Keywords: regular passenger transport; multiroute method; passenger load; efficiency; passenger.

Матанцева Ольга Юрьевна, доктор экономических наук, кандидат технических наук, доцент, заместитель генерального директора по научной работе ОАО «Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта», профессор кафедры Экономике автомобильного транспорта Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (Россия, Москва)

Залыгина Софья Кира Игоревна, специалист научно-исследовательского отдела Экономики транспорта ОАО «Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта» (Россия, Москва), e-mail: omat@niiat.ru, s.zalygina@niiat.ru, 125480, г. Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 24

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАЧИСЛЕНИЯ АМОРТИЗАЦИИ НА АВТОБУСЫ

Аннотация: В данной статье рассмотрены актуальные проблемы начисления амортизации на автобусы. На основании анализа данных перевозчиков из 27 субъектов РФ была определена возрастная структура парка автобусов, рассчитан процент автобусов, эксплуатируемых после достижения установленного срока полезного использования и представлено изменение средней стоимости автобусов с 1978 года. Результатом работы являются рекомендации по наиболее эффективному формированию и накоплению амортизационных отчислений.

Ключевые слова: способы начисления амортизации; срок полезного использования; стоимость автобусов; возрастная структура парка автобусов.

Под основными средствами принято понимать имеющие материально-вещественную форму активы, используемые организацией в процессе своей деятельности для получения ей прибыли или иного полезного эффекта, в течение срока, не меньше 12 месяцев. Основные средства входят в группу внеоборотные активы агрегированного бухгалтерского баланса. Поскольку данная группа включает в себя активы с наиболее низкой ликвидностью, финансирование данных активов целесообразно осуществлять из собственных средств или долгосрочных обязательств. В процессе производства продукции основные средства изнашиваются и морально устаревают. Для формирования у организации собственных источников для финансирования обновления или модернизации основных средств используется амортизация. Под амортизацией понимается процесс постепенного переноса стоимости основных средств на счета затрат. Таким образом, стоимость основных средств по частям переносится на

себестоимость произведенной продукции и включается в стоимость (тариф) оказанных услуг. Сумма начисленной амортизации оказывает влияние на финансовый результат от реализации продукции. Фактически организация получает начисленную амортизацию в виде денег на расчетном счете при получении оплаты выполненных работ. Если на предприятии отсутствует механизм накопления амортизационных отчислений, к моменту наступления срока обновления основных средств может возникнуть ситуация нехватки собственных источников.

Авторами было проведено обследование данных по 27 субъектам РФ, в результате которого была определена возрастная структура парка автобусов. Объем исследуемой совокупности составил 9307 транспортных средств. Результаты исследования приведены в таблице 1.

Таблица 1

Возрастная структура парка автобусов	
Временной интервал	Вес в структуре парка автобусов, %
1978-1999	0,87
2000-2005	1,51
2006-2010	15,6
2011-2015	29,44
2016-2020	40,06
2021-2023	12,52

Около 40 % транспортных средств имеют год выпуска в интервале 2016–2020 гг. В возрастной структуре транспортных средств высока доля транспортных средств 2019 (10,94 %) и 2020 года выпуска (11,38 %). Около 13,7 % транспортных средств старше 14 лет (средний возраст списания автобусов малого класса) и 26,83 % старше 11 лет (средний возраст списания автобусов среднего класса). Иными словами, от 14 до 27 процентов транспортных средств эксплуатируется дольше, чем средний возраст списания. Средний возраст автобусов составил 9 лет.

В соответствии с Приказом Минфина России от 17.09.2020 № 204н (ред. от 30.05.2022) "Об утверждении Федеральных стандартов бухгалтерского учета ФСБУ 6/2020 "Основные средства" и ФСБУ 26/2020 "Капитальные вложения" (Зарегистрировано в Минюсте России 15.10.2020 № 60399) в бухгалтерском учете существует три способа начисления амортизации основных средств: линейный способ, способ уменьшаемого остатка и способ пропорционально количеству продукции. Организация сама выбирает способ начисления амортизации с учетом того финансового результата и показателей рентабельности, которых ей необходимо достичь. При этом для того, чтобы данные учета

максимально точно отражали реальную стоимость основных средств, и структура себестоимости формировалась исходя из реально произведенных затрат, целесообразно выбирать тот способ начисления амортизации, который соответствует реальному износу основных средств. Амортизация по основным средствам, срок полезного использования которых определяется исходя из количества продукции (объема работ в натуральном выражении), которое организация ожидает получить от использования объекта основных средств, начисляется способом пропорционально количеству продукции (объему работ в натуральном выражении) [1]. Показателем, от которого зависит износ транспортных средств, является пробег. Использование способа начисления амортизации пропорционально объему продукции на практике будет означать, что в случае простоя транспортного средства начисленная по нему амортизация будет равна нулю. В расходы организации войдет только линейная амортизация, начисленная по другим группам основных средств. Она же и повлияет на размер понесенного убытка. В остальные периоды эксплуатации балансовая стоимость транспортного средства будет уменьшаться в зависимости от его фактического износа. В то же время в случае начисления амортизации на транспортное средство линейным способом ее размер отразится на величине понесенного организацией убытка при простое. Балансовая стоимость транспортного средства не будет отражать его фактический износ.

Амортизацию автобусов, таким образом, предлагается начислять способом пропорционально объему продукции согласно формуле (1)

$$A = \frac{C_{\text{бал}} - C_{\text{ликв}}}{L_{\text{сред}}} * L_{\text{год}}, \quad (1)$$

где А – размер начисленной годовой амортизации, ден. ед.;

$C_{\text{бал}}$ – балансовая стоимость, ден. ед.;

$C_{\text{ликв}}$ – ликвидационная стоимость, ден. ед.;

$L_{\text{сред}}$ – пробег за предполагаемый срок полезного использования км;

$L_{\text{год}}$ – годовой пробег, км.

Срок полезного использования автобусов по Постановлению Правительства Российской Федерации от 1 января 2002 г. № 1 составляет от 3 до 7 лет. Полученные нами данные о числе эксплуатируемых транспортных средств с годом выпуска, не позже 2016 года прямо свидетельствуют о том, что устанавливать срок полезного использования на уровне указанных значений нельзя, поскольку порядка 70 % транспортных средств, полностью с амортизированных в указанные

сроки, продолжают эксплуатироваться. Полученные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2

Данные об эксплуатации автобусов 1978–2016 гг. выпуска

Год выпуска автобуса	Число автобусов, шт.	Число автобусов, имеющих пробег за 2022 год, шт.	Вес эксплуатируемых автобусов в общей совокупности автобусов соответствующего года выпуска, %
1978	2	1	50,00
1981	4	1	25,00
1982	3	0	0,00
1989	7	1	14,29
1990	7	3	42,86
1991	5	1	20,00
1994	2	1	50,00
1995	1	1	100,00
1996	4	1	25,00
1997	12	0	0,00
1998	12	4	33,33
1999	13	4	30,77
2000	24	21	87,50
2001	18	12	66,67
2002	21	15	71,43
2003	29	18	62,07
2004	23	12	52,17
2005	26	17	65,38
2006	115	80	69,57
2007	233	160	68,67
2008	390	243	62,31
2009	315	211	66,98
2010	399	271	67,92
2011	287	191	66,55
2012	536	351	65,49
2013	823	468	56,87
2014	700	574	82,00
2015	394	353	89,59
2016	653	516	79,02
ИТОГО	5058	3531	-

В сложившейся ситуации предприятие должно самостоятельно установить срок полезного использования имеющихся в его автопарке автобусов исходя из существующей статистики.

При принятии решения о накоплении амортизационных отчислений необходимо учитывать инфляцию. Данные об изменении средней стоимости автобусов в сопоставимых денежных единицах приведены на рисунке 1.

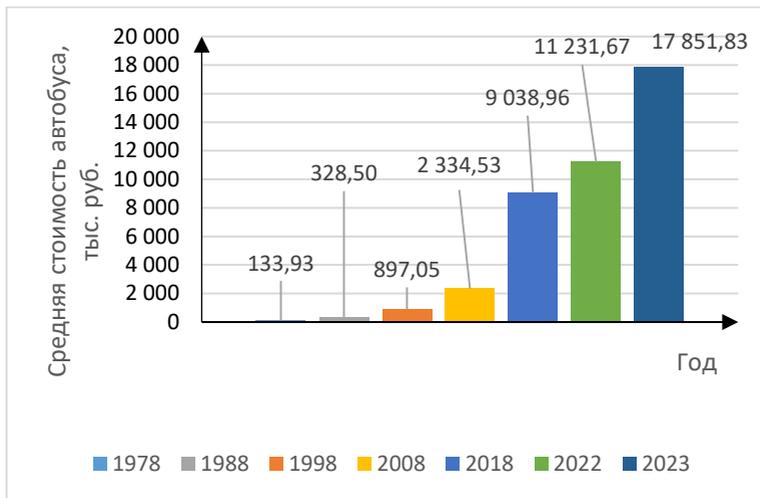


Рис. 1. Изменение средней стоимости автобусов

Средняя стоимость автобуса в 2023 году возросла на 49 % по отношению к средней стоимости в 2018 году. Формула для определения ежегодного размера денежных средств, которые организация должна дополнительно направлять в накопленные амортизационные отчисления (2) приведена в работе Матанцевой О. Ю. [2].

$$ДС = (C_{\text{бал}} - C_{\text{ликв}}) * \left(\frac{r}{1 - \frac{1}{(1+r)^n}} - N_{\text{АСР}} \right), \quad (2)$$

где $N_{\text{АСР}}$ – средняя норма амортизации по рассматриваемой группе основных средств;

r – ставка дисконта, определяемая в общем случае как ключевая ставка Центрального Банка России с учетом инвестиционных рисков;

n – номер года.

1. Приказ Минфина России от 17.09.2020 N 204н (ред. от 30.05.2022) "Об утверждении Федеральных стандартов бухгалтерского учета ФСБУ 6/2020

"Основные средства" и ФСБУ 26/2020 "Капитальные вложения" (Зарегистрировано в Минюсте России 15.10.2020 N 60399) [Электронный ресурс] //КонсультантПлюс.URL:

https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_365338/2e2e48b4dba67dccd27367bd27f6c39604fa6a58/ (дата обращения: 16.09.24).

2. Матанцева О.Ю. Основы экономики автомобильного транспорта: учебное пособие / О.Ю. Матанцева. – М.: Юстицинформ, 2020. – 256 с.

Matantseva Olga, Doctor of Economics, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Deputy General Director for Scientific Work of JSC Scientific Research Institute of Automobile Transport (JSC NIIAT), Professor of the Department of Economics of Automobile Transport of the Moscow Automobile and Road State Technical University (MADI), (Russia, Moscow)

Zalygina Sofia Kira, Specialist of the Research Department of Transport Economics of JSC Scientific Research Institute of Automobile Transport (JSC NIIAT), (Russia, Moscow)

e-mail: omat@niiat.ru, s.zalygina@niiat.ru, 24 Geroyev Panfilovtsev str., Moscow, 125480, Russia

METHODS FOR IMPROVING THE EFFICIENCY OF DEPRECIATION ON BUSES

Abstract: This article discusses the current problems of depreciation on buses. Based on the analysis of data from carriers from 27 subjects of the Russian Federation, the age structure of the bus fleet was determined, the percentage of buses operated after reaching the established useful life was calculated and the change in the average cost of buses since 1978 was presented. The result of the work is recommendations on the most effective formation and accumulation of depreciation charges.

Keywords: depreciation methods; useful life; cost of buses; age structure of the bus fleet.

Бычкова Кристина Александровна

Подкопаев Антон Валерьевич

Шевцова Анастасия Геннадьевна, доктор технических наук

Белгородский государственный технологический

университет им. В.Г. Шухова (Россия, Белгород),

e-mail: rector@intbel.ru , 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ПЕРВИЧНОГО АНАЛИЗА ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВАРИЙНОСТИ

Аннотация: Выполнен анализ основных показателей, входящих в состав официальной базы данных по безопасности дорожного движения, который сконцентрирован на корректировании количества дорожно-транспортных происшествий (ДТП) в РФ и выявил отсутствие взаимосвязи между показателями и составляющими компонентами системы «водитель - автомобиль - дорога - среда» (ВАДС). По результату профферирован свежий подход к оцениванию показателей, основанный на системе ВАДС, который адаптирует работу со статистическими данными ДТП.

Ключевые слова: дорожно-транспортные происшествия; статистика; анализ; система ВАДС.

Дорожно-транспортные происшествия являются одной из серьезных проблем на протяжении многих лет и вызывают существенные потери, как в социальной, так и в экономической сфере, в связи с тем, что в такого рода авариях гибнут и получают ранения люди. Возможность анализировать причины дорожно-транспортных происшествий и доступность к статистическим данным состояния безопасности дорожного движения в регионах Российской Федерации играет одну из важных ролей в принятии основных видов мероприятий, способствующих снижению аварийности в регионах [1, 2]. Сбор количественных данных, касаемо аварийности на дорогах, позволяет увидеть факторы и основные причины возникновения дорожно-транспортных происшествий. В 2023 году в РФ было зафиксировано более 130 тыс. аварий, связанных с ростом автоматизации и не соблюдения ПДД участниками дорожного движения (рис. 1).

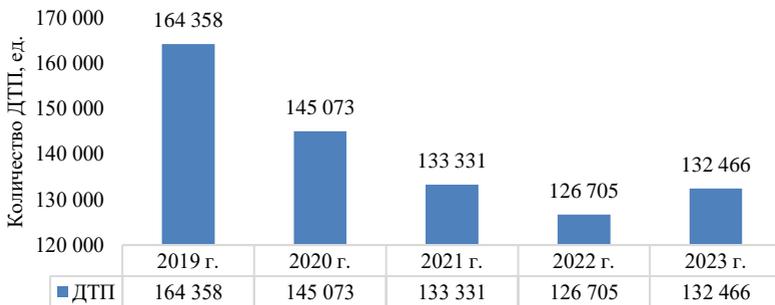


Рис. 1. Количество ДТП в России за период 2019–2023 гг.

На графике можно рассмотреть динамику снижения общего числа ДТП в России, что коррелировано равным образом с грамотной политикой государства в области безопасности дорожного движения. Количество ДТП в 2023 г. составило 132 466, что меньше по сравнению с 2019 годом. И если в 2019 г. общее число происшествий на дороге в Росси равнялось 164 358, то уже по статистике за 2023 г. эти показатели заметно снизились – 132 466 (-19,4 %), при 132 466 ДТП. Однако, рассматривая в разрезе со статистическими данными в регионах по общему количеству ДТП рост числа происшествий виден в Белгородской, Калининградской, Ростовской, Омской и Новосибирской областях (рис. 2).

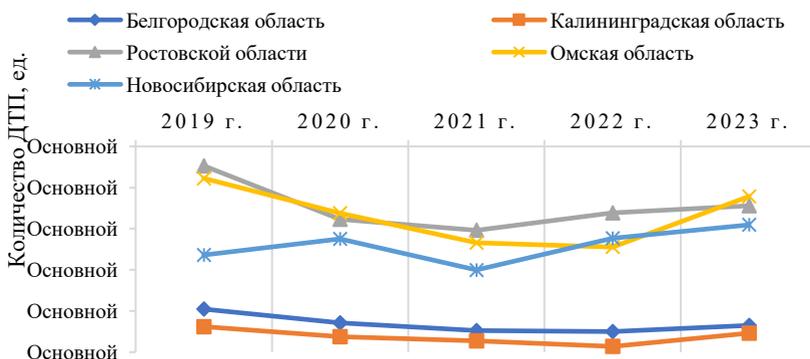


Рис. 2. График изменений числа ДТП в Белгородской, Калининградской, Ростовской, Омской и Новосибирской областях за период с 2019 г. по 2023 г.

На графике отмечен рост числа ДТП в рассматриваемых областях за период с 2019 по 2023 год, в связи с тем, что отсутствует возможность, позволяющая проводить анализ и сравнение статистики ДТП среди регионов РФ. К мерам по повышению БДД относят: профилактику (мероприятия, тесты и лекции), организацию дорожного движения (внедрение передовых и современных стратегий в развитие ТС), технический и дорожный надзор (использование спец. средств, наблюдение за передвижением участников дорожного движения). Это, в свою очередь, затрудняет определение опасных участков дороги, где увеличение количества происшествий особенно высоко. Без возможности сравнительного исследования ДТП в регионах невозможно определить какие факторы интенсивнее отражаются на рост аварийности на дороге и затруднительно разработать соответствующие стратегии по их устранению и/или снижению.

Обработанные статистические данные о происшествиях на дороге со всеми участниками движения дают возможность отслеживать зависимость изменений количества ДТП, оценивать состояние БДД и определить неблагоприятный участок в регионе. Непосредственно в Тихоокеанском государственном университете (г. Хабаровск) рассматривают взаимосвязанные факторы для принятия эффективных и оптимальных решений в области БДД [3]. В Орловском юридическом институте МВД России им. В. В. Лукьянова изучают влияние проблем на организацию и безопасность дорожного движения в регионах России и их решения, которые направлены на повышение пропускной способности дорог [4]. Специалисты научного центра безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации изучают влияние статистических показателей аварийности на реализацию и эффективность профилактических мероприятий в сфере безопасности дорожного движения [5].

Анализ статистики ДТП позволяет определить главные факторы, влияющие на возникновение аварий, так же помогает качественно определить опасные участки на улично-дорожной сети и изучить детально закономерность, которая оказывает влияние на характер и количество происшествий. Действенное управление показателями состояния безопасности дорожного движения и данными о числе и причинах ДТП требует систематизированные методы, которые объединяют в себе не только сбор и хранение информации, но и анализ данных. В таком взаимодействии акцентировать внимание необходимо на применение современных информационных систем и технологий, а также сотрудничестве и коммуникации на всех уровнях – от муниципальных до федеральных структур.

Грамотная работа по повышению безопасности дорожного движения невозможна без взаимосвязи на разных уровнях, а именно на муниципальном, региональном и федеральном уровне. Сбор сведений на муниципальном уровне осуществляется с помощью сотрудников ГИБДД, а уже в региональном подразделении систематизируются данные о причинах и количестве ДТП [6]. Обмен информацией, касаемо увеличения числа происшествий на дороге, происходит по градации от муниципального до федерального уровня, однако выявлено отсутствие коммуникаций на примере Республика Адыгея – Республика Башкортостан (рис. 3).

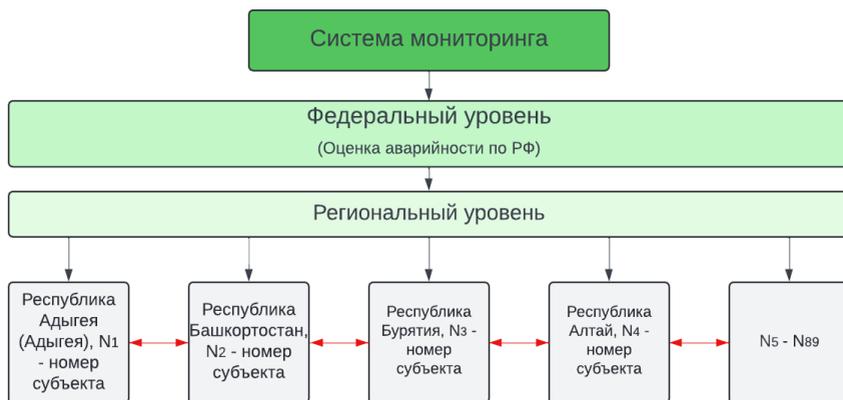


Рис. 3. Предлагаемая схема реализации информационно-коммуникационных связей в области безопасности дорожного движения [7]

Предлагается создание единой системы мониторинга аварийности по субъектам РФ, с возможностью дальнейшего прогнозирования и оценивания проводимых мероприятий внутри регионального уровня с целью обмена информации касаемо результативно-проводимых мероприятий в субъекте по повышению БДД [8].

На сегодняшний день показатели аварийности включают в себя данные об общем количестве ДТП, происшествиях с участием пешеходов, водителей пассажирского и личного транспортных средств, ДТП с несовершеннолетними, происшествиях на различных участках улично-дорожной сети и категориях дорог. В России есть 14 показателей ДТП, которые делятся по признакам их происхождения, участников и обстоятельств (рис. 4).

В свою очередь, каждый показатель состояния безопасности дорожного движения формирует в себе систему. В частности, дорожно-транспортных происшествия структурирован по: день недели, времени суток, году и т. д. Показатель ДТП и пострадавшие из-за нарушения ПДД водителем ТС подразделяется на: водителей пассажирских, грузовых, легковых, сельскохозяйственных транспортных средств и т. д. ДТП и пострадавшие пешеходы подразделяются, в свою очередь, на: происшествия из-за нарушения ПДД пешеходами и происшествия из-за наезда на пешехода.

1. Дорожно-транспортные происшествия;
2. ДТП и пострадавшие из-за нарушения ПДД водителями транспортных средств;
3. ДТП и пострадавшие из-за выезда на полосу, предназначенную для встречного движения;
4. ДТП и пострадавшие пешеходы;
5. ДТП и пострадавшие дети до 16 лет;
6. ДТП и пострадавшие дети до 18 лет;
7. ДТП и пострадавшие в населённых пунктах;
8. ДТП и пострадавшие вне городов и населённых пунктов;
9. ДТП и пострадавшие на автомобильных дорогах общего пользования;
10. ДТП и пострадавшие на железнодорожных переездах;
11. ДТП и пострадавшие на участках, контролируемых стационарными комплексами автоматической фотовидеофиксации нарушений ПДД;
12. ДТП и пострадавшие, с места совершения которых транспортные средства скрылись;
13. ДТП и пострадавшие с места совершения которых водитель скрылся, а транспортное средство осталось на месте;
14. ДТП и пострадавшие с участием неустановленных транспортных средств.

Рис. 4. Основные показатели состояния безопасности дорожного движения [9]

Существующие статистические данные Госавтоинспекции по состоянию безопасности дорожного движения в регионах Российской Федерации позволяют задать простой запрос по сформированным показателям (например, ДТП и пострадавшие пешеходы по вине водителей), но не позволяют получить ответы на сложные и комплексные запросы, которые, в свою очередь, для нескольких категорий участников дорожного движения выведут показатели с анализом случившихся причин аварийности. Отсутствует возможность задать комбинированный запрос на сайте Госавтоинспекции с целью получения группы данных об аварийности и основных факторах, влияющих на возникновение ДТП и ДТТ на федеральных трассах. Например, ДТП по вине легковых ТС с участием детей до 16 лет во вторник в период с 16:00 до 17:00 или ДТП на дорогах регионального значения и пострадавшие из-за нарушения ПДД водителем ТС со стажем управления от 2 до 5 лет. Особенно важно в данном случае является определение факторов и причин, которые кроются в элементах системы «водитель – автомобиль – дорога – среда».

Для предоставления более подробных и аналитических ответов на комплексные запросы по показателям статистических данных Госавтоинспекции недостаточно. Например, мы можем узнать общее количество ДТП на трассах федерального значения в Белгородской области, которые составляют около 10 % от всех дорог региона, но мы не можем получить полную информацию о причинах возникновения аварий на улично-дорожной сети, таких как неудовлетворительное состояние полотна автодороги (выбоины, ямы), отсутствие освещения и т. д. Так же не будет информации комбинированного запроса в области ДТП с детьми на федеральных, региональных, местных и частных дорогах и данных о днях, когда случилось больше всего аварий на улично-дорожной сети с участием водителей общественного транспорта.

Система «водитель – автомобиль – дорога – среда» (ВАДС) заключается в комплексной и сопряжённой связи элементов, где каждая составляющая выполняет ведущие функции в обеспечении БДД (рис. 5).

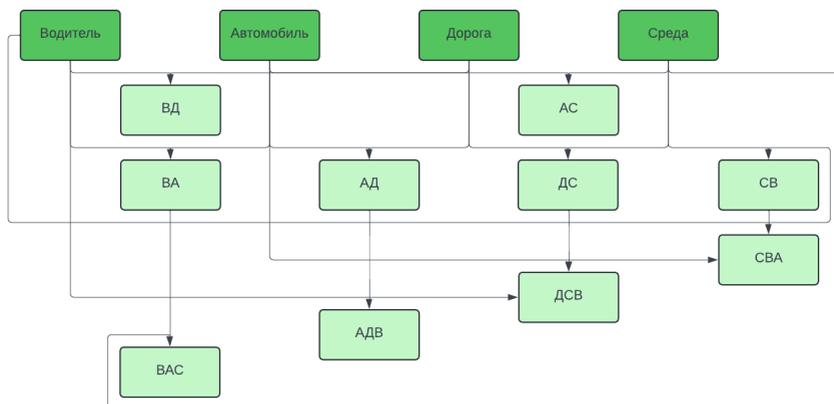


Рис. 5. Структурная составляющая система ВАДС

Каждый компонент из рассматриваемой системы «водитель – автомобиль – дорога – среда» тесно связан подсистемно. Например, неблагоприятные погодные-климатические условия требуют от водителя ТС осторожного вождения и повышенной внимательности. В то время как транспортное средство должно быть подготовлено к выстроенным условиям (например, с зимними шинами и исправными дворниками). Только грамотное и комплексное функционирование всех элементов системы ВАДС может в дальнейшем обеспечить эффективное и безопасное дорожное движение.

Координация компонентов и регулирование системой «водитель – автомобиль – дорога – среда» (рис. 6) требуют сопряжённой концепции, которая в свою очередь, включает в себя систематическое обучение водителей, организацию технического сервиса транспортных средств, улучшение улично-дорожной сети принимая во внимание климатические особенности.

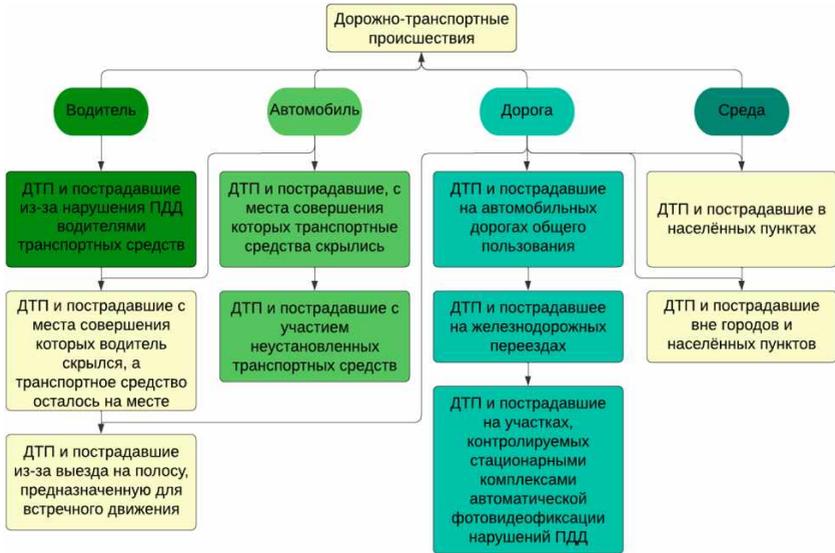


Рис. 6. Показатели состояния безопасности дорожного движения в системе ВАДС

Среда, равным образом, оказывает воздействие на водителя транспортного средства, автомобиль и дорогу в процессе их взаимодействия, тем самым акцентирует внимание на корреляциях рассматриваемых элементов. К категории «пешеход» можно отнести такие показатели как: 1. ДТП и пострадавшие пешеходы; 2. ДТП и пострадавшие дети до 16 лет; 3. ДТП и пострадавшие дети до 18 лет.

Предлагаемая схема элементов в системе ВАДС с участием пешеходов и показателей состояния безопасности дорожного движения в регионах РФ (рис. 7).

Распределённая структура совместно с элементом «пешеход» позволит грамотно структурировать произошедшие ДТП в субъектах по элементам системы ВАДС. Внедрение в процесс по изменению положения и уровня БДД современных подходов с первичным анализом показателей аварийности о ДТП и показателей состояния безопасности дорожного движения остаётся актуальной задачей в области БДД. Распределение с усовершенствованными по современным запросам компонентов в системе ВАДС, которые, в свою очередь, основаны на обработке больших данных касательно аварийности в регионах РФ и показателях статистики Госавтоинспекции, позволяют осуществлять

более комплексный количественный анализ, раскрывая неявные направления изменений числа происшествий на дороге [10].

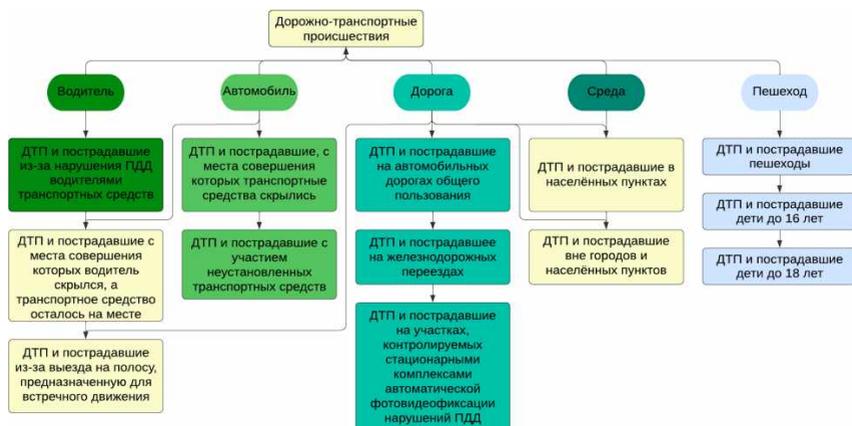


Рис. 7. Показатели состояния безопасности дорожного движения с участием пешеходов в системе ВАДС

Во всей совокупности рассматриваемых факторов и причин, которые оказывают воздействие на изменение количества происшествий в межмуниципальном, региональном и федеральном уровнях, корректирование составленной системы для основного статистического анализа показателей состояния безопасности дорожного движения и аварийности в регионах имеет большое значение в рассматриваемом направлении повышения БДД и снижению числа аварийности, а также сохранение социального и экономического положения в регионах РФ.

1. О Концепции обеспечения безопасности дорожного движения с участием беспилотных транспортных средств на автомобильных дорогах общего пользования: распоряжение Правительства РФ от 25.03.2020 г. № 724-р [Электронный ресурс] // Сайт «Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов». – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/564526787>.

2. Методика оценки влияния дорожных условий на аварийность на автомобильных дорогах федерального значения для планирования мероприятий по повышению безопасности дорожного движения: отраслевой дорожный методический документ ОДМ 218.6.011-2013 (издан на основании распоряжения Росавтодора 25.02.2013 № 226-р) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosavtodor.gov.ru/storage/app/media/uploaded-files/218.6.011-2013.pdf>.

3. Пугачев, И.Н. Методология разработки и реализации концепции безопасности дорожного движения и программы мероприятий на территории субъекта (на примере Хабаровского края) / И. Н. Пугачев, В. И. Щеглов // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. – 2017. – № 1. – С. 92–96.

4. Губенков, О.Е. Проблемы организации и безопасности дорожного движения в регионах России / О. Е. Губенков // Наука и практика. – 2016. – № 4(69). – С. 30-32.

5. Герман, Т. А. Влияние статистических показателей аварийности на реализацию и эффективность профилактических мероприятий в сфере безопасности дорожного движения в регионах Российской Федерации / Т. А. Герман // Безопасность дорожного движения. – 2018. – № 17. – С. 72-77.

6. Шевцова, А.Г. Обзор новых технических средств организации дорожного движения / А. Г. Шевцова, Ю. А. Мочалина // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. – 2015. – Т. 2, № 2(3). – С. 672-677.

7. Шевцова, А.Г. Оценка влияния параметров автомобилей на значение потока насыщения / А. Г. Шевцова, А. Г. Бурлуцкая, А. А. Юнг // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2022. – № 1. – С. 126-134. – DOI 10.25198/2077-7175-2022-1-126.

8. Шевцова, А.Г. Внедрение интеллектуальной транспортной системы Ramp Metering на примере г. Белгород / А. Г. Шевцова, А. Г. Бурлуцкая, В. В. Васильева // Мир транспорта и технологических машин. – 2018. – № 4(63). – С. 42-48.

9. Показатели состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <http://stat.gibdd.ru/>.

10. Glagolev, S. Basis for application of new-generation anti-icing materials as an efficient way to reduce the accident rate on roads in winter / S. Glagolev, A. Shevtsova, S. Shekhovtsova // Transportation Research Procedia, Saint Petersburg, 27–29 сентября 2018 года. Vol. 36. – Saint Petersburg: Elsevier B.V., 2018. – P. 193-198.

Bychkova Christina

Podkopaev Anton

Shevtsova Anastasia, Doctor of Technical Sciences

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhova,

e-mail: rector@intbel.ru, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46, Russia

DEVELOPMENT OF METHODS FOR PRIMARY ANALYSIS OF ACCIDENT INDICATORS

Abstract: An analysis of the main indicators included in the official road safety database was carried out, which focused on adjusting the number of road traffic accidents (RTA) in the Russian Federation and revealed the lack of relationship between the indicators and the components of the «driver-vehicle-road-environment»

system (VADS). Based on the results, a fresh approach to assessing indicators was proposed, based on the VADS system, which adapts the work with statistical data of road accidents.

Keywords: road traffic accidents; statistics; analysis; VADS system.

Миленский Валерий Семенович, Белорусский научно-исследовательский институт транспорта «Транстехника» (Беларусь, Минск),

кандидат технических наук, доцент

e-mail: st@niit.by 220005 г. Минск, ул. Платонова, 22А

Круглый Петр Евгеньевич, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет» (Беларусь, Минск),

кандидат технических наук, доцент

e-mail: kpe.tots@bsatu.by 220012 г. Минск, пр-т Независимости, 99, к. 2

Круглый Сергей Петрович, ГУ «Транспортная инспекция Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь» (Беларусь, Минск),

e-mail: k.sp@mail.ru, 220088, г. Минск, ул. Смоленская, 15

МЕТОДИКА РАСЧЕТА СЛОЖНОСТИ МАРШРУТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ

Аннотация: Приведены результаты анализа факторов, влияющих на скорость движения автомобильных транспортных средств при грузовых перевозках. Предложена методика расчета сложности маршрута в зависимости от дорожных условий.

Ключевые слова: автомобильная дорога; автомобильное транспортное средство; скорость движения; анализ; фактор.

Скорость движения автомобильных транспортных средств является одним из важных показателей, влияющих на объемы транспортной работы. Она является многопараметрической функцией и зависит от технических характеристик автомобиля, вида груза, дорожных условий, дорожной обстановки, организации движения, квалификации водителя и т. п [1, 2].

В процессе исследований установлено, что средняя скорость груженых и порожних автопоездов при движении в условиях города, где наблюдаются частые остановки у светофоров, а также в дорожных условиях сельского хозяйства различаются всего на 1...6 %. Аналогичная ситуация наблюдается при перевозке легковесных (подвяленная трава, зелёная масса и др.) или хрупких (яйца, стеклянные банки, бутылки и др.) грузов. Погодные условия (дождь, снегопад, укатанный слой снега на дороге), кроме случаев гололеда, незначительно влияют на выбор скорости водителем автотранспортного средства. Интенсивность движения (измеряемая количеством автомобилей, проехавших за один час по наблюдаемому участку дороги) менее 300 автомобилей в час, не оказывает значимого влияния на скорость движения. Однако с ростом

интенсивности движения более 300 автомобилей в час скорость постепенно снижается. При больших интенсивностях движения скорость отдельного автомобиля зависит от скорости транспортного потока. Максимум эксплуатационной производительности транспортного потока достигается при скорости 56...63 км/ч.

Поверхность автомобильной дороги имеет различные выступы и впадины, которые определяют степень ее ровности. Исходя из характера воздействия неровностей на автомобиль, их можно разделить на: шероховатости, выступы и впадины, волны и уклоны.

Автомобильная дорога, имеющая неровности высотой до 5 мм – считается шероховатой. Она практически не оказывает воздействие на плавность хода автомобиля. Выступы и впадины высотой от 5 до 100 мм и длиной от 0,3 до 6,0 м в основном характеризуют дороги с гравийным или грунтовым покрытием. При этом короткие (длиной 0,3...1,0 м) выступы или впадины и длинные (длиной 1,0...6,0 м) – вызывают высокочастотные колебания поддрессоренной массы автомобиля со сравнительно небольшими значениями амплитуд и большими значениями вертикальных ускорений. При длинных выступах или впадинах амплитуда колебаний поддрессоренной массы автомобиля может превысить высоту неровностей. Длина волн может находиться в пределах 6...25 метров. Неровности такого вида вызывают низкочастотные колебания поддрессоренных масс. Волны, длина которых превышает 25 метров, принимаются как уклоны, которые влияют на динамику, а не на плавность хода автомобиля. Как правило, расположение неровностей имеет случайный характер. В среднем на 1 км дороги приходится 500...600 неровностей. На асфальтобетонных дорогах чаще всего встречаются неровности высотой от 13 до 20 мм, а на грунтовых дорогах в плохом состоянии средняя высота неровностей составляет от 50 до 100 мм.

Влияние неровностей высотой до 5 мм гасится шинами. С возрастанием величины неровностей дорожных покрытий автомобиль испытывает повышенные вертикальные нагрузки. В этом случае часть энергии двигателя транспортного средства расходуется на преодоление дополнительного сопротивления движению автомобиля, а перевозимый груз подвергается значительным вертикальным ускорениям.

Оценить влияние вибраций, вызванных неровностью автомобильной дороги, на скорость транспортного средства можно на основе расчета показателя неровности (H), который учитывает суммарное перемещение кузова автомобиля относительно его колес (см на 1 км дороги). Его значение варьируется в пределах от 100 до 1200 см/км. Исследованиями установлено, что при величине этого показателя до 200 см/км скорость автомобилей не снижается, от 200 см/км до

700 см/км – снижается, а при значениях свыше 700 см/км – стабилизируется.

Корреляционную зависимость между средним значением показателя неровности и расстоянием перевозок для расстояний до 35 км можно определить следующим образом:

$$H = 702 \cdot e^{-0.034 \cdot l}, \quad (1)$$

где H – показатель неровности, см/км;
 l – расстояние перевозок, км.

При расстояниях более 35 км показатель неровности можно принимать как постоянную величину, поскольку его дальнейшее уменьшение оказывает незначительное влияние на скорость транспортного средства.

Одной из характеристик продольного профиля автомобильной дороги являются уклоны, которые принято выражать в виде десятичной дроби, в процентах или промилле. Допустимые значения уклонов продольного профиля дороги регламентируются строительными нормами и правилами в зависимости от категории дорог. К примеру, у дорог V категории допустимые значения уклонов на горизонтальной местности составляют 70 %, на холмистой – 90 %, на горной 100 %.

Рельеф местности может быть разделен на пять типов: равнинный, слабохолмистый, холмистый, гористый и горный. В Республике Беларусь рельеф местности изменяется от равнинного до слабохолмистого (на Минской и Новогрудской возвышенностях до холмистого).

Средняя скорость движения транспортных средств зависит не только от величины угла подъема и спуска дороги, но и от длины таких участков. В процессе исследований установлено, что скорость грузового автомобиля на подъемах в 30 % снижается на 1,39 м/сек, в 40 % – на 4,17 м/сек, в 60 % – на 6,94 м/сек, в 70 % – на 9,72 м/сек. При этом следует отметить, что скорость транспортного средства снижается не только при преодолении подъемов, но и при спусках, особенно если присутствует плохая видимость или извилистость автомобильной дороги. Определить показатель пересеченности продольного профиля автомобильной дороги можно по формуле

$$\Pi = \alpha_{\text{п}} \cdot \left(1 + \frac{l_{\text{ср-п}}}{l_{\text{ср-п}} + \frac{a}{\alpha_{\text{ср-п}}} - b} \right) + \frac{\alpha_{\text{ср-сп}} \cdot l_{\text{ср-сп}}}{l_{\text{ср-сп}} + \frac{c}{\alpha_{\text{ср-сп}}} - d}, \quad (2)$$

где $\alpha_{\text{п}}$, $\alpha_{\text{ср}}$ – математическое ожидание угла подъема и спуска, %;

$\alpha'_{\text{ср.п}}, \alpha'_{\text{ср.сп}}$ – средний угол подъема и спуска, ‰;
 $l_{\text{ср.п}}, l_{\text{ср.сп}}$ – средняя длина подъема и спуска, м;
 a, b, c, d – постоянные, учитывающие влияния длины подъемов и спусков ($a = 30\,000, b = 100, c = 21\,600, d = 140$).

Математическое ожидание углов подъема и спуска $\alpha_{\text{п}}$ и $\alpha_{\text{сп}}$ определяется следующим образом:

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot l_i}{\sum l_i}, \quad (3)$$

где α_i и l_i – соответственно уклон и длина подъема и спуска, м;

$\sum l_i$ – длина маршрута, м.

Значение показателя пересеченности автомобильной дороги может изменяться в зависимости от удельного веса ее горизонтальных участков и участков с уклонами. На практике наибольшее значение показателя пересеченности автомобильной дороги составляет 43 ‰, а наименьшее – 0 ‰.

Корреляционная зависимость между показателем пересеченности и расстоянием перевозок определяется по формуле

$$П = 16,5 \cdot e^{-0,08 l}, \quad (4)$$

где $П$ – показатель пересеченности автомобильной дороги, ‰;
 l – расстояние, км.

При расстоянии перевозок грузов более 35 км значения показателя $П$ не оказывают значительное влияние на среднюю скорость транспортного средства.

На скорость движения транспортного средства оказывает влияние изгиб автомобильной дороги, начиная с радиуса в 500 метров и менее. На таких участках водитель транспортного средства, как правило, снижает скорость. Извилистость автомобильной дороги можно оценить по следующей формуле

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_{\text{пов}}}{\sum l_i} \cdot \frac{\sqrt{\rho_0} - \sqrt{\rho_0}}{\sqrt{\rho_0}}, \quad (5)$$

где $\sum_{i=1}^n \alpha_{\text{пов}}$ – сумма углов поворотов, град;
 $\sum l_i$ – длина дороги, км;

ρ_0 – радиус, при котором скорость не снижается, $\rho_0 = 1000$ м;
 $\overline{\rho_0}$ – математическое ожидание радиуса поворота, м.

Движение транспортного средства, при прохождении участков автомобильной дороги с ограничением скорости, во многом схожа с движением по извилистой дороге.

Для учета большинства факторов, влияющих на скорость движения транспортного средства, предлагается методика расчета сложности маршрута, определяемого по формуле:

$$\sum l_{\text{экв}} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{V_{\text{пр}i} + V_{\text{кр}i}}{2} \cdot t_{1i} + V_{\text{кр}i} \cdot t_{2i} \right), \quad (6)$$

$$\rho_{\text{экв}} = \frac{\sum_{i=1}^n l_{\text{экв}i} \rho_i}{\sum_{i=1}^n l_{\text{экв}i}}, \quad (7)$$

$$\rho_i = \frac{V_{\text{кр}i}^2}{q \cdot \mu}, \quad (8)$$

где $V_{\text{пр}}$ – скорость автомобиля до ограничения, м/сек;
 $V_{\text{кр}}$ – скорость автомобиля в зоне ограничения, м/сек;
 t_1 – время снижения скорости от $V_{\text{пр}}$ до $V_{\text{кр}}$, сек;
 t_2 – время движения со скоростью $V_{\text{кр}}$, сек;
 ρ_i – радиус отдельной эквивалентной кривой, м;
 q – ускорение свободного падения – 9,81 м/сек²;
 μ – отношение поперечной силы к весу автомобиля; при $\mu = 0,1$ влияние кривой не ощущается.

В случае полной остановки и стоянки автомобиля из-за помехи ($V_{\text{кр}} = 0$) радиус отдельной эквивалентной кривой ρ_i принят равным наименьшему радиусу поворота по колес внешнего переднего колеса автомобиля.

После преобразований формула расчета показателя сложности маршрута принимает следующий вид:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{V_{\text{пр}i} + V_{\text{кр}i}}{2} \cdot t_{1i} + V_{\text{кр}i} \cdot t_{2i} \right) \cdot 180 \cdot \sqrt{\rho_0 - \overline{\rho_0}}}{\frac{\pi \cdot \sum_{i=1}^n l_i \cdot \sum_{i=1}^n l_{\text{экв}i} \cdot V_{\text{кр}i}^2}{q \cdot \mu \cdot \sum_{i=1}^n l_{\text{экв}i}}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\rho_0}}, \quad (9)$$

Показатель сложности маршрута варьируется в пределах от 50 до 850 град/км. Корреляционная связь между показателем помехонасыщенности и расстоянием перевозок определяется выражением

$$K = -158,9 \log l + 869,6, \quad (10)$$

где K – показатель помехонасыщенности, град/км;

l – расстояние перевозок, км.

Зависимость справедлива для расстояний перевозок до 35 км. При больших расстояниях значение показателя стабилизируется.

Средняя скорость транспортного средства зависит от многих состояний системы «водитель – автомобиль – дорога – прочие транспортные средства». Различные факторы (объективные и субъективные) во всевозможных комбинациях влияют на выбор водителем скорости движения. Многочисленные исследования в этом направлении показывают, что скорость автомобилей носит вероятностный характер и как случайная величина характеризуется нормальным законом распределения [3–5]. При этом как показывают исследования при планировании маршрутов целесообразно учитывать факторы, влияющие на скорость транспортного средства: ровность дорожного покрытия, помехонасыщенность маршрута и пересеченность продольного профиля дороги, интенсивность движения и др.

Управление пересеченностью автомобильной дороги можно осуществлять в процессе ее проектирования. Улучшение ровности дорожных покрытий можно проводить при реализации определенных организационно-технических мероприятий.

1. Миленкий В.С., Круглый П.Е. Планирование перевозок грузов на основе применения математических методов решения транспортной задачи. – В кн.: Проблемы и перспективы развития транспортного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции. – Минск, БелНИИТ «Транстехника», 2016. – С. 104-107.

2. Кормаков Л.Ф. Формирование и использование технического потенциала сельскохозяйственного производства. – М.: Лань, 2005. – 240 с.

3. Круглый П.Е., Ежелев Е.Ю., Круглый С.П. и др. Предпосылки применения факторного анализа при использовании автомобильных транспортных средств в сельском хозяйстве. – В кн.: Техсервис – 2022: материалы научно-практической конференции. – Минск: БГАТУ, 2022. – С. 54-57.

4. Круглый П.Е., Балько А.А., Круглый С.П. и др. Определение и анализ влияния факторов на показатели использования автомобильных транспортных средств в сельском хозяйстве. – В кн.: Техсервис-2022: материалы научно-практической конференции. – Минск: БГАТУ, 2022. – С. 58-61.

5. Лоули Д., Максвелл А. Факторный анализ как статистический метод. – М.: Книга по требованию, 2013. – 145 с.

Milenki Valery, RUE "Belarusian Research Institute of Transport

*"Transtekhnika" (Belarus, Minsk),
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
e-mail: st@niit.by, Minsk, Platonova str., 22A, 220005*

Krugly Peter, *Belarusian State*

Agrarian Technical University (Belarus, Minsk),

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

e-mail: kpe.tots@bsatu.by Minsk, Independence Ave., 99, room 2, 220012.

Krugly Sergey, *State Institution "Transport Inspection*

Ministry of Transport and Communications of the Republic of Belarus"

(Belarus, Minsk)

e-mail: k.sp@mail.ru, Minsk, Smolenskaya str., 15, 220088

METHOD FOR CALCULATING ROUTE COMPLEXITY DEPENDING ON ROAD CONDITIONS

Abstract: The results of the analysis of factors affecting the speed of automobile vehicles during freight transportation are presented. A methodology for calculating the complexity of the route depending on road conditions is proposed.

Keywords: road; automobile vehicle; speed; analysis; factor.

Якубович Сергей Петрович, заместитель генерального директора – ученый секретарь, магистр технических наук

Гольдман Геннадий Эммануилович, старший научный сотрудник

Белорусский научно-исследовательский

институт транспорта «Транстехника» (Беларусь, Минск),

e-mail: autozd@niit.by, 220005, г. Минск, ул. Платонова, 22А

ОСНОВНЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ ПЛАНОВ УСТОЙЧИВОЙ ГОРОДСКОЙ МОБИЛЬНОСТИ

Изложены основные методические подходы к разработке планов устойчивой городской мобильности. Рассмотрены типовые мероприятия, которые рекомендуется включать в планы устойчивой городской мобильности.

Ключевые слова: план устойчивой городской мобильности; мероприятие; перевозки пассажиров транспортом общего пользования; маршрутная сеть; улично-дорожная сеть; организация дорожного движения.

Автомобильный, городской электрический транспорт и метрополитен оказывают значительное влияние на развитие социальной сферы республики, занимая соответственно порядка 96 и 55 процентов в общем объеме перевозок пассажиров и пассажирообороте всех видов транспорта. При этом реализация потребностей населения в перемещениях может осуществляться не только с использованием услуг, предоставляемых транспортом общего пользования в регулярном сообщении и нерегулярном сообщении (включая перевозки пассажиров автомобилями-такси), но и с использованием услуг по аренде (прокату) транспортных средств (легковых автомобилей, велосипедов, электровелосипедов, электросамокатов и иных средств персональной мобильности) на время (каршеринга, шеринга велосипедов, электровелосипедов, электросамокатов и иных средств персональной мобильности), и с использованием транспорта индивидуального пользования (транспортных средств, находящихся в личной собственности граждан: легковых автомобилей, велосипедов, электровелосипедов, электросамокатов и иных средств персональной мобильности), и пешком.

С учетом этого для решения задачи по обеспечению доступности, повышения качества и безопасности услуг автомобильного, городского электрического транспорта и метрополитена, повышения эффективности работы транспортных организаций пунктом 8 приложения 6 к Государственной программе «Транспортный комплекс»

на 2021–2025 годы, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 23 марта 2021 г. № 165 (далее – Программа) предусмотрено мероприятие по разработке и реализации планов устойчивой городской мобильности. Важным условием выполнения работ в рамках вышеуказанного мероприятия является его методическое обеспечение. С этой целью Белорусским научно-исследовательским институт транспорта «Транстехника» разработаны методические рекомендации по разработке Плана устойчивой городской мобильности, позволяющие объективно оценить состояние маршрутной сети городского пассажирского транспорта, развитие транспортной инфраструктуры, а также иные факторы, оказывающие влияние на обеспечение эффективного и безопасного использования различных видов транспорта общего пользования и их взаимодействия в целях удовлетворения потребностей населения в перемещениях (в том числе пешком, а также посредством использования велосипедов и иных средств персональной мобильности). Такой подход обусловлен тем, что объективная оценка состояния транспортной инфраструктуры, маршрутной сети городского пассажирского транспорта, а также иных факторов, оказывающих влияние на обеспечение удовлетворения потребностей населения в перемещениях, является необходимым условием для разработки плана устойчивой городской мобильности (далее – План).

При подготовке методических рекомендаций по разработке Плана использованы материалы учебных [1–9] и методических пособий [10–12], предписания нормативных правовых актов [13–21] и технических нормативных правовых актов [22, 23], в том числе ранее действовавших [24–26], результаты научно-исследовательских работ по совершенствованию маршрутных сетей городского пассажирского транспорта, получивших практическое применение [27, 28]. Таким образом, методические рекомендации по разработке Плана основаны главным образом на отечественной методологии проведения работ по обследованию маршрутной сети городского пассажирского транспорта и трудовых корреспонденций, а также проведения работ по обследованию и анализу существующего состояния улично-дорожной сети и перемещающихся по ней транспортных и пешеходных потоков, в том числе пешеходов, использующих велосипеды и средства персональной мобильности.

Согласно методическим рекомендациям, разработка Плана включает два этапа. На первом этапе осуществляется сбор и анализ информации о реализации потребностей населения в перемещениях (далее – анализ), что позволяет выявить проблемы в области организации перевозок пассажиров транспортом общего пользования в регулярном

сообщении, а также в области организации и обеспечения безопасности дорожного движения, и определяются задачи и основные направления по их решению.

Исходя из задач, определенных по результатам проведения работ, предусмотренных первым этапом, на втором этапе формируются мероприятия Плана. Формирование мероприятий осуществляется либо с использованием типового перечня, приведенного в методических рекомендациях по разработке Плана, либо – самостоятельно, например, в случае отсутствия в типовом перечне мероприятий, соответствующих основным направлениям решения задач, поставленных по результатам анализа состояния перевозок пассажиров транспортом общего пользования в регулярном сообщении, а также анализа состояния существующей улично-дорожной сети.

В зависимости от уровня реализации в масштабах города все мероприятия Плана распределяются в зависимости от их целевого назначения по следующим группам:

- совершенствование организации и выполнения перевозок пассажиров транспортом общего пользования в регулярном сообщении;
- повышение технического состояния участка (участков) улично-дорожной сети с недостаточной пропускной способностью;
- совершенствование организации дорожного движения.

В группу мероприятий по совершенствованию организации и выполнения перевозок пассажиров транспортом общего пользования в регулярном сообщении включаются мероприятия, предусматривающие:

- внесение изменений в действующие маршруты, посредством их продления. Такие мероприятия могут включаться в План в случае, если установленное по результатам анализа время подхода жителей микрорайона города к остановочному пункту составляет более 8 мин.;

- внесение изменений в действующие маршруты, посредством их укорочения. Такие мероприятия включаются в План в случае, если установленное по результатам анализа значение коэффициента неравномерности пассажиропотока на различных участках маршрута составляет более 3;

– организацию кольцевых маршрутов. Такие мероприятия могут включаться в План в случаях, если по результатам анализа установлено, что: отсутствуют возможности организации маятниковых маршрутов, и (или) жилая застройка рассредоточена, разбита естественными и искусственными препятствиями, и (или) время подхода жителей микрорайона к остановочному пункту составляет более 8 мин.;

- замену кольцевых маршрутов маятниковыми. Такие мероприятия могут включаться в План в случае, если установленное по результатам

анализа значение коэффициента непрямолинейности маршрутной сети составляет более 1,3;

– организацию скоростных маршрутов. Такие мероприятия могут включаться в План в случае, если установленное по результатам анализа время поездки пассажира по обычному маршруту составляет более 30 мин.;

– упразднение остановочных пунктов с низким пассажирообменом. Такие мероприятия могут включаться в План в случае, если установленная по результатам анализа средняя эксплуатационная скорость по маршруту составляет менее 19 км/ч;

– открытие новых маршрутов без изменения общей протяженности маршрутной сети. Такие мероприятия могут включаться в План в случае, если установленное по результатам анализа значение коэффициента пересадочности составляет более 1,15;

– изменение трассы маршрута, посредством организации движения пассажирских транспортных средств на данном маршруте по параллельной улице. Такие мероприятия могут включаться в План в случае, если установленная по результатам анализа интенсивность движения транспортных средств на магистральной улице составляет более 60 ед./ч;

– организацию маршрутов автомобильных перевозок пассажиров в экспрессном регулярном сообщении, обслуживаемых автобусами категории М₂. Такие мероприятия могут включаться в План в случае, если по результатам анализа установлены направления движения, на которых может быть обеспечена рентабельность выполнения автомобильных перевозок пассажиров в экспрессном регулярном сообщении по маршрутам, обслуживаемых автобусами категории М₂;

– организацию укороченных рейсов на маршрутах, имеющих значительный общий участок следования. Такие мероприятия могут включаться в План в случае, если по результатам анализа установлено наличие общего участка маршрутов протяженностью более 2 км;

– плановое переключение пассажирских транспортных средств с маршрута на маршрут. Такие мероприятия могут включаться в План в случае, если по результатам анализа установлено несовпадение по времени максимального пассажиропотока на маршрутах;

– совершенствование расписаний движения на маршрутах. Такие мероприятия могут включаться в План в случаях, если по результатам анализа установлено, что: имеются несоответствия между потребным количеством пассажирских транспортных средств по часам суток и их количеством, предусмотренным расписанием движения по маршруту, и (или) имеются нарушения в действующем расписании движения требований к режиму труда и отдыха водителей;

– рассредоточение времени начала работы предприятий и учреждений. Такие мероприятия могут включаться в План в случае, если по результатам анализа установлено, что значение коэффициента использования номинальной вместимости пассажирских транспортных средств в часы «пик» составляет 0,8 и более.

В группу мероприятий по повышению технического состояния участка (участков) улично-дорожной сети с недостаточной пропускной способностью включаются мероприятия, предусматривающие проведение регламентных работ по содержанию улично-дорожной сети, а также регламентных работ по текущему и капитальному ремонту дорожного покрытия.

Основными критериями включения в План мероприятий по проведению регламентных работ по капитальному ремонту дорожного покрытия является наличие, установленных по результатам анализа, дефектов дорожного покрытия различного характера: износ покрытия, нарушение поперечного уклона покрытия, колейность покрытия достигает 3 см и более, имеются просадки, ощущаются неровности при движении автомобиля. Дополнительным критерием включения в План таких мероприятий является установленное по результатам анализа значение коэффициента загрузки участка улично-дорожной сети, превышающее 0,8.

Основными критериями включения в План мероприятий по проведению регламентных работ по текущему ремонту дорожного покрытия является наличие отдельных трещин на дорожном покрытии, колейности покрытия до 1,5 см (установленных по результатам анализа существующей улично-дорожной сети), небольших участков шелушения или частых трещин, а также если ровность покрытия не вызывает дискомфорта при движении. Дополнительным критерием включения в План таких мероприятий является установленное по результатам анализа значение коэффициента загрузки участка улично-дорожной сети, находящееся в интервале от 0,5 до 0,8.

Критерием включения в План мероприятий по проведению регламентных работ по содержанию улично-дорожной сети является наличие незначительных дефектов дорожного покрытия (установленных по результатам анализа существующей улично-дорожной сети), устраняемых при содержании.

В группу мероприятий по совершенствованию организации дорожного движения включаются мероприятия, предусматривающие:

- модернизацию объектов светофорного регулирования;
- установление специальных режимов использования отдельных участков улично-дорожной сети;

- выделение на улично-дорожной сети специальных полос, предназначенных для движения маршрутных транспортных средств;
- ограничение парковки и стоянки в центральной части города;
- оптимизацию размещения остановочных пунктов маршрутных транспортных средств;
- организацию перехватывающих парковок в транспортно-пересадочных узлах;
- развитие инфраструктуры для обеспечения пешеходных связей, а также для использования велосипедов и средств персональной мобильности, в том числе: обустройство тротуаров на участке улично-дорожной сети (в случае их отсутствия), благоустройство тротуаров и пешеходных дорожек, включая пешеходные подходы в жилых зонах к местам размещения остановочных пунктов, выделение на тротуарах (шириной не менее 4 м) линиями горизонтальной дорожной разметки пешеходных и велосипедных частей, устройство отдельных велодорожек и велосипедных полос, обустройство велопарковок и велостоянок.

Критерием включения в План мероприятий, предусматривающих модернизацию объектов светофорного регулирования и установление специальных режимов использования отдельных участков улично-дорожной сети, является установленное по результатам анализа значение коэффициента загрузки участка улично-дорожной сети, превышающее 0,8.

Критерием включения в План мероприятий, предусматривающих выделение на улично-дорожной сети специальных полос, предназначенных для движения маршрутных транспортных средств, ограничение парковки и стоянки в центральной части города, организацию перехватывающих парковок в транспортно-пересадочных узлах, является установленное по результатам анализа значение коэффициента загрузки участка улично-дорожной сети, превышающее 0,5.

Основными критериями включения в План мероприятий по оптимизации размещения остановочных пунктов маршрутных транспортных средств является установленное по результатам анализа наличие на маршрутной сети перегонов между остановочными пунктами, длина которых составляет менее 350 м, а также наличие остановочных пунктов с минимальным суточным пассажирообменом (менее 50 чел.). Дополнительный критерий – установленное по результатам анализа значение коэффициента загрузки участка улично-дорожной сети, превышающее 0,5.

Основными критериями включения в План мероприятий по развитию инфраструктуры для обеспечения пешеходных связей, а также для использования велосипедов и средств персональной мобильности

является установленное по результатам анализа отсутствие тротуаров, и (или) отсутствие благоустроенных тротуаров и пешеходных дорожек на участке улично-дорожной сети, отсутствие благоустроенных подходов к местам размещения остановочных пунктов в жилых зонах, отсутствие на тротуарах (шириной не менее 4 м) дорожек для движения велосипедистов и пользователей средств персональной мобильности, и (или) отсутствие отдельных велодорожек и велосипедных полос на участке улично-дорожной сети. Дополнительным критерием включения в План мероприятий по устройству отдельных велодорожек и велосипедных полос является расчетная интенсивность движения велосипедистов и пользователей средств персональной мобильности на участке улично-дорожной сети, составляющая более 50 чел./ч.

Необходимость включения мероприятий в План обосновывается с экономической и/или социально-экономической точки зрения. С этой целью в качестве обоснования необходимости реализации мероприятий, требующих привлечения финансирования, подготавливается бизнес-план в порядке, установленном Правилами по разработке бизнес-планов инвестиционных проектов, утвержденными постановлением Министерства экономики Республики Беларусь от 31 августа 2005 г. № 158. В качестве обоснования необходимости реализации мероприятий, носящих организационный характер, производится оценка экономической и/или социально-экономической эффективности их реализации. С этой целью может использоваться методика, прилагаемая к методическим рекомендациям по разработке Плана.

Для контроля за реализацией Плана осуществляется его мониторинг на основе анализа определенных к выполнению в соответствующем периоде мероприятий. С этой целью рекомендуется составлять детальный план-график обеспечения контроля реализации Плана (далее – план-график). В плане-графике по каждому мероприятию указываются этапы работ, необходимых для его реализации, а также контрольные события, свидетельствующие о начале и окончании выполнения таких работ.

Следует отметить, что методические рекомендации по разработке Плана, в соответствии с пунктом 8 статьи 2 Закона Республики Беларусь от 17 июля 2018 г. № 130-З «О нормативных правовых актах» [20], не являются нормативным правовым актом, поскольку не содержат «норм права как общеобязательных правил поведения постоянного или временного характера, рассчитанных на индивидуально не определенный круг лиц и неоднократное применение» и носят исключительно рекомендательный характер. По этой причине данные методические рекомендации предназначаются для использования в качестве методического пособия при проведении работ по разработке и

обоснованию мер, направленных по обеспечению удовлетворения потребностей населения в наиболее экологически безопасных перемещениях (с использованием услуг транспорта общего пользования, а также пешком, посредством использования велосипедов и средств персональной мобильности).

1. Блатнов М.Д. Пассажи́рские автомоби́льные перево́зки. – М.: «Транспорт», 1973. – 302 с.

2. Островский Н. Б. Пассажи́рские автомоби́льные перево́зки. – М.: Транспорт, 1986. – с. 98 – 152.

3. Спирин И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками. – М.: Академия, 2010. – С. 84–93.

4. Варелопуло Г.А. Организация движения и перевозок на городском пассажирском транспорте. – М.: Транспорт, 1990. – с. 67 – 81.

5. Пассажи́рские автомоби́льные перево́зки / Гудков В.А. [и др.]; под ред. Гудкова В.А. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – С 132–142.

6. Кли́нковштейн Г.И. Организация доро́жного дви́жения : учеб. для вузов / Г. И. Кли́нковштейн, М. Б. Афанасьев. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 2001. – 247 с.

7. Рэнкин В.У. Автомобильные перевозки и организация доро́жного дви́жения / В. У. Рэнкин, П. Клафи, С. Халберт и др. – М.: Транспорт, 1981. – 592 с.

8. Кременец Ю.А. Технические средства организации доро́жного дви́жения / Ю. А. Кременец. – М.: Транспорт, 1990. – 255 с.

9. Лобанов Е. М. Транспортная планировка городов / Е. М. Лобанов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.

10. Руководство по организации пассажирских перевозок в малых и средних городах / исполнители Г. А. Гуревич, Л. И. Свердлин, Р. В. Тхайцукова; Государственный научно-исследовательский институт автомобильного транспорта (НИИАТ). – М.: НИИАТ, 1984. – 85 с.

11. Рекомендации по разработке комплексных транспортных схем для крупных городов. М., «Стройиздат», 1983. – 122 с.

12. Методические рекомендации по проектированию велодорожек в населенных пунктах, утвержденные постановлением Министерства строительства и архитектуры Республики Беларусь, 27 дек. 2012 г., № 39 [Электронный ресурс] : // Yandex.By. Информационный сайт – Режим доступа: <https://docviewer.yandex.by/view/1130000014775632/?page=D>. – Дата доступа: 14.08.2023.

13. О местном управлении и самоуправлении в Республике Беларусь [Электронный ресурс] с изм. и доп. от 18.12.2019 № 273-3 и от 31.12.2021 № 141-3: Закон Респ. Беларусь от 4 янв. 2010 г., № 108-3 : принят Палатой представителей 11 дек. 2009 г. : одобр. Советом Респ. 17 дек. 2009 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

14. Об автомобильном транспорте и автомобильных перевозках [Электронный ресурс] с изм. и доп. от 17.07.2017 № 50-3 и от 18.07.2022 № 196-3:

Закон Респ. Беларусь от 14 авг. 2007 г., № 278-3 : принят Палатой представителей 14 июля 2007 г. : одобр. Советом Респ. 29 июля 2007 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

15. О городском электрическом транспорте и метрополитене [Электронный ресурс] с изм. и доп. от 09.01.2018 № 91-3 и от 09.01.2019 № 169-3 : Закон Респ. Беларусь от 5 мая 2014 г., № 141-3 : принят Палатой представителей 10 апр. 2014 г. : одобр. Советом Респ. 22 апр. 2014 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

16. О мерах по повышению безопасности дорожного движения [Электронный ресурс] : Указ Президента Респ. Беларусь, 28 нояб. 2005 г., № 551 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

17. О некоторых вопросах автомобильных перевозок пассажиров [Электронный ресурс] с изм. и доп. от 31.08.2018 г. № 636 : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 30 июня 2008 г., № 972 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

18. Об утверждении Правил перевозок пассажиров городским электрическим транспортом и Правил перевозок пассажиров метрополитеном [Электронный ресурс] с изм. и доп. от 12.11.2020 г. № 642 : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 22 нояб. 2014 г., № 1088 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

19. Об утверждении Инструкции о порядке учета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от мобильных источников выбросов [Электронный ресурс] : постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, 15 февр. 2010 г., № 6 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

20. О нормативных правовых актах [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь от 17 июля 2014 г., № 130-3 : принят Палатой представителей 17 июня 2018 г. : одобр. Советом Респ. 29 июня 2018 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

21. Вопросы Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 31 июля 2006 г., № 985 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

22. СН 3.03.06-2022 «Улицы населенных пунктов»: Строительные нормы / Минстройархитектуры Республики Беларусь. – Изд. официальное. – Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2022. – 51 с.

23. СН 3.01.03-2020 «Планировка и застройка населенных пунктов»: Строительные нормы / Минстройархитектуры Республики Беларусь. –

Изд. официальное. – Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2021. – 69 с.

24. Пособие ПЗ-01 к СНБ 3.03.02-97. Проектирование сетей городского пассажирского транспорта : Пособие к строительным нормам Республики Беларусь: дата введения 2002-07-01 / Минстройархитектуры Республики Беларусь. – Изд. официальное. – Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2002. – 64 с.

25. Пособие П1-99 к СНБ 3.03.02-97. Сеть улиц и дорог городов, поселков и сельских населенных пунктов : Пособие к строительным нормам Республики Беларусь: дата введения 1998-01-01 / Минстройархитектуры Республики Беларусь. – Изд. официальное. – Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 1998. – 64 с.

26. Пособие П2-99 к СНБ 3.03.02-97. Обследование транспортных потоков и прогнозирование нагрузки сети городских улиц и дорог : Пособие к строительным нормам Республики Беларусь: дата введения 1998-01-01 / Минстройархитектуры Республики Беларусь. – Изд. официальное. – Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 1998. – 58 с.

27. Совершенствование маршрутной сети городского пассажирского транспорта г. Лида: отчет о НИР (заключ.) / БелНИИТ «Транстехника»; рук. А. Н. Кулеш. – Минск, 2013. – 243 с. – № ГР НИОКТР 20130233.

28. Исследование и разработка предложений по совершенствованию маршрутной сети городского пассажирского транспорта города Пинска: отчет о НИР (заключ.) / БелНИИТ «Транстехника»; рук. С. П. Якубович – Минск, 2017. – 272 с. № ГР НИОКТР 20170893.

Yakubovich Sergey, Deputy General Director – Scientific Secretary, Master of Technical Sciences

Goldman Gennadi, Senior Research Associate

Belarusian Research Institute of Transport «Transtekhnika»,

e-mail: autozd@niit.by, Platonova str., 22A, Minsk, 220005, Belarus

THE MAIN METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF SUSTAINABLE URBAN MOBILITY PLANS

The main methodological approaches to the development of sustainable urban mobility plans are outlined. Typical measures that are recommended to be included in sustainable urban mobility plans are considered.

Keywords: sustainable urban mobility plan; event; passenger transportation by public transport; route network; street and road network; traffic management.

Исупов Андрей Анатольевич, заместитель заведующего отделом исследований в области автомобильного транспорта, магистр техники и технологии
Белорусский научно-исследовательский институт транспорта «Транстехника»
(Беларусь, Минск)

e-mail: autozd@niit.by, 220005, г. Минск, ул. Платонова, 22А

Семченков Сергей Сергеевич, старший преподаватель,
кандидат технических наук

Белорусский национальный технический университет (Беларусь, Минск),

e-mail: sergej.semtschenkow@gmail.com, 220013, г. Минск, ул. Я. Коласа, 12-802

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПЕРЕВОЗОК ПАССАЖИРОВ: ОТ АВТОБУСА – К ТРОЛЛЕЙБУСУ И ЭЛЕКТРОБУСУ

Аннотация: Рассмотрен обобщенный опыт развития экологически чистых электрических транспортных систем, обновление подвижного состава городского пассажирского транспорта современными инновационными автобусами, троллейбусами и электробусами для перевозки пассажиров.

Ключевые слова: автобус; троллейбус; электробус; маршрут; перевозка пассажиров; пассажирский транспорт; контактная сеть троллейбуса; городской электрический транспорт; зарядная станция.

На современном этапе развития решение экологических проблем является стимулом для инноваций, в том числе в области электрификации транспорта. По прогнозам Международного энергетического агентства, к 2030 г. мировой парк электромобилей может вырасти до 145 млн ед. [1]. В связи с вводом в эксплуатацию Белорусской АЭС Республику Беларусь также можно отнести к странам, особенно заинтересованным в следовании общемировому тренду по электрификации транспорта. Тем более, что такой подход отвечает приоритетам социально-экономического развития в Республике Беларусь, таким как, например, создание развитой устойчивой инфраструктуры и обеспечение мобильности [2]. В целях расширения использования электрического транспорта в Республике Беларусь реализуются как мероприятия по созданию производственной базы для увеличения количества используемых транспортных средств на электрической тяге, предусмотренные Комплексной программой развития электротранспорта на 2021–2025 годы, утвержденной постановлением Совета Министров Республики [2] от 9 апреля 2021 г. № 213, так и мероприятия по обновлению парка подвижного состава автомобильного, городского электрического транспорта и

метрополитена современными, комфортабельными, экономичными, экологичными и надежными транспортными средствами, предусмотренные подпрограммой 2 Государственной программы «Транспортный комплекс» на 2021–2025 годы, утвержденной постановлением Совета Министров Республики от 23 марта 2021 г. № 165 [3].

Маршрутный пассажирский транспорт (МПТ) занимает особое место в жизни общества. Он входит в комплекс отраслей социальной инфраструктуры, то есть отраслей, связанных с воспроизводством рабочей силы и жизнедеятельностью населения, наряду со здравоохранением, образованием, розничной торговлей, жилищно-коммунальным хозяйством, сферой организации досуга и пр. В современных условиях для выполнения массовых городских перевозок пассажиров во всех странах наиболее широко используются автобусы, электробусы, троллейбусы IMF¹ (питаемые в движении), троллейбусы IMC² (с тяговыми аккумуляторными батареями, заряжаемыми в движении), трамваи, скоростные трамваи [1, 3, 4]. И Республика Беларусь, в данном случае, не является исключением – все перечисленные виды пассажирского транспорта можно увидеть на городских улицах страны. А некоторые виды используются не только в городском, но и в пригородном сообщении – кроме вездесущих автобусов, с некоторых пор, такие перевозки стали осуществляться и электробусами.

При этом стоит отметить, что правовая классификация видов транспорта относит автобусы к автомобильному транспорту, трамваи и троллейбусы – к городскому электрическому транспорту, а электробусы в различных странах может относить как к автомобильному, так и к городскому электрическому транспорту [5, 6, 7].

Автобус – это вид транспорта, транспортные средства которого двигаются по улицам и дорогам, приводятся в движение двигателем внутреннего сгорания (ДВС), получающим топливо из емкостей, находящихся на борту транспортного средства. Автобус обеспечивает возможность легкого изменения маршрутной сети в соответствии с колебаниями пассажиропотоков и организации маршрутов в новых районах жилой застройки. Автобус является единственным видом транспорта в малых городах и в городах на маршрутах со сравнительно небольшими пассажиропотоками, а в крупных и крупнейших городах – вспомогательным на подвозящих и развозящих маршрутах [8].

¹IMF – IN-Motion-Feeding (англ. питаемый в движении) [4].

²IMC – IN-Motion-Charging (англ. заряжаемый в движении) [4].

К достоинствам автобуса можно отнести: большую независимость от работы других видов транспорта; функционирование на общей сети дорог; несложное использование различных технологий перевозки – обычной, скоростной, экспрессной; более простую организацию экстренной перевозки по любому направлению (в том числе в целях гражданской обороны).

К общеизвестным недостаткам автобуса можно отнести низкую динамику разгона, значительное увеличение массы транспортного средства при заполнении пассажирами, невысокие скорости движения, сравнительно небольшую провозную способность, высокую себестоимость, сложность запуска бензинового или дизельного двигателя в зимнее время, большой расход топлива, нанесение ущерба экологии посредством загрязнения воздуха отработанными газами [1].

Развитие инновационных технологий, позволяющих эффективно накапливать и использовать электрическую энергию, появление доступных тяговых аккумуляторных батарей, молекулярных накопителей энергии дало развитие еще одному виду транспорта – электробусам [9].

Электробус – это вид электрического транспорта, транспортные средства которого передвигаются по улицам и дорогам, приводятся в движение тяговыми электродвигателями, получающими электроэнергию от автономного бортового источника (зарядка бортового источника производится во время нахождения электробуса на специальных зарядных станциях и требует определенного времени) [3, 4].

Исходя из способов зарядки, приобрела актуальность следующая классификация электробусов:

– электробусы с ультрабыстрой зарядкой (OC³) (электробусы OC), имеющие запас хода соизмеримый с протяженностью одного рейса или обратного рейса, требующие наличие зарядной инфраструктуры на конечной станции маршрута (конечных станциях маршрута), при этом зарядка, как правило, осуществляется за время до 10 мин [3, 4];

– электробусы с ночной зарядкой (ONC⁴) (электробусы ONC), имеющие запас хода, достаточный для работы в течение одного рабочего дня [3, 4].

Построенные многими производителями на базе троллейбусов, электробусы являются достойной заменой дизельным автобусам на ряде маршрутов городов. Стоит отметить, что кроме экологичности электробусы не имеют преимуществ по производительности или провозной способности линии перед дизельными автобусами с ДВС и,

³OC – Opportunity-Charging (англ. дословно – возможность зарядки).

⁴ONC – OverNight-Charging (англ. заряжаемый ночью).

тем более, перед троллейбусами, не говоря уже о трамваях.

Автобусы и электробусы могут и должны не заменять собой троллейбусную или трамвайную сеть, а дополнять ее.

Троллейбус – это безрельсовый вид транспорта, подвижной состав которого получает питание от воздушной контактной сети (воздушная КС). Его провозная способность составляет до 8000 пасс./час [1]. Троллейбусы недороги в эксплуатации, просты и надежны, экологически чисты, обладают высокими динамическими характеристиками. Вместе с тем, сооружение и содержание троллейбусной воздушной КС требует определенных затрат, к тому же она несколько визуально загромождает улицы, а привязанность к контактной сети ограничивает «маневренность» троллейбуса. Однако, благодаря наличию питания от контактной линии, работа подвижного состава может осуществляться с разными режимами движения и высокими динамическими характеристиками, практически независимыми от нагрузки от суммарного веса пассажиров, а благодаря электрическому приводу троллейбусы обладают высокой мощностью, низким уровнем шума, не создают вредных выбросов отработавших газов, экономичны в использовании. На маршрутах с большим количеством остановок низкопольные, бесшумные и плавно передвигающиеся троллейбусы пользуются популярностью у пассажиров, справляясь с различными топографическими и климатическими условиями [10].

Еще недавно казалось, что троллейбус не будет иметь в будущем значительной перспективы, однако мировая тенденция развивать для перевозок пассажиров в городах электротранспорт благоприятно отразилась и на отношении властей городов к троллейбусу, и сегодня открываются новые троллейбусные маршруты, а производители создают современные троллейбусы, отвечающие высоким требованиям безопасности, комфортности, возможности использования людьми с ограниченной мобильностью. Начиная с середины 2010-х гг., троллейбус получил «второе рождение», что обусловлено применением троллейбусов с тяговыми аккумуляторными батареями, которые позволяют обеспечивать троллейбусу автономный от контактной линии ход [11]. Таким образом, за счет наличия тяговых аккумуляторных батарей в таких троллейбусах появилась возможность организовывать маршруты без устройства воздушной КС на всей трассе маршрута. Такое конструктивное решение значительно повысило возможности троллейбусов. В связи с этим приобрела актуальность следующая классификация троллейбусов:

– троллейбусы с питанием в движении (IMF) – вид транспорта, транспортные средства которого передвигаются по улицам и дорогам, приводятся в движение тяговыми электродвигателями, получающими

электроэнергию от воздушной КС – «обычные» или «классические» троллейбусы;

– троллейбусы с зарядкой в движении (ИМС) – вид транспорта, транспортные средства которого передвигаются по улицам и дорогам, приводятся в движение тяговыми электродвигателями, получающими электроэнергию от воздушной КС или от тяговых аккумуляторных батарей, зарядка которых производится при движении троллейбуса на участках с питанием от воздушной КС. Таким образом, троллейбусы ИМС являются разновидностью троллейбусов, но для получения электроэнергии на отдельных участках маршрута троллейбусами с зарядкой в движении может использоваться не воздушная КС, а автономный бортовой источник энергии (тяговая аккумуляторная батарея), заряжающийся от воздушной КС во время движения троллейбуса⁵. На сегодняшний день такое решение является наиболее перспективным. Поэтому в городах, в которых имеется троллейбусное движение, следует делать ставку на использование не электробусов, а троллейбусов с тяговыми аккумуляторными батареями, которые заряжаются во время его движения под контактной сетью. Это также придает надежности троллейбусу,двигающемуся «под проводами», потому что в случае необходимости водитель всегда сможет легко объехать различные препятствия, например, при ремонте дороги или ДТП. Следует учитывать, что гарантированный запас автономного хода в существующих моделях троллейбусов ИМС составляет, как минимум, 15 км [3, 4, 14].

В городах, где уже проложены троллейбусные линии, развитие электрического транспорта за счет применения троллейбусов ИМС – очень перспективное и экономически выгодное направление. Главное преимущество в том, что при расширении географии маршрутов не требуется строительство дополнительных тяговых подстанций и контактных линий, а также зарядных станций, как это требуется для электробусов [15].

В связи с этим городам, в которых имеется троллейбусное движение, не следует сокращать протяженность контактных линий (заменяя троллейбусы IMF на ИМС), потому что существующая троллейбусная сеть в городах уже является готовой зарядной инфраструктурой, которая должна использоваться для замены автобусных маршрутов на маршруты троллейбусов ИМС. И следует

⁵Принцип работы троллейбусов ИМС и главное отличие от троллейбусов IMF состоит в том, что в нужный момент троллейбус ИМС может быть отключен от контактной линии и продолжает работу, получая питание от тяговой аккумуляторной батареи, поэтому их также называют «электробусами с динамической зарядкой», так как их батареи заряжаются не статически, а динамически, то есть в движении.

помнить, что троллейбус ИМС использует эту инфраструктуру равномерно во времени и пространстве, не создавая точечной концентрации нагрузки на электрическую сеть [13].

В целом, троллейбус целесообразно использовать в городах с населением более 250 тыс. жителей на маршрутах с устойчивыми пассажиропотоками не ниже 2–2,5 тыс. пассажиров в час в качестве как основного, так и вспомогательного вида транспорта [1].

Таким образом, исходя из современных мировых тенденций развития МПТ, для массовых городских перевозок пассажиров, наряду с автобусами, широко используются электробусы, троллейбусы ИМФ (питаемые в движении), троллейбусы ИМС (с тяговыми аккумуляторными батареями, заряжаемыми в движении), трамваи, скоростные трамваи. При этом правовая классификация видов транспорта в Республике Беларусь относит автобусы и электробусы к автомобильному транспорту, а трамваи и троллейбусы – к городскому электрическому транспорту.

Касаясь основных технических, эксплуатационных и экономических характеристик автобуса, следует отметить, что его жизненный цикл обычно составляет 10 лет. В целом, КПД автобусов (на уровне транспортного средства) составляет 27–30 %, дизельные одиночные автобусы при эксплуатации в условиях интенсивного городского движения с нормальной динамикой разгона имеют расход топлива до 39 л/100 км, сочленённые – до 57 л/100 км.

Благодаря своей высокой скорости, легкости и доступности заправки топливом, автобус имеет возможности передвижений на большие расстояния и быстрого восполнения запасов топлива, что позволяет своевременно вносить корректировки в трассы маршрутов движения автобусов и обеспечивать эксплуатацию даже в исключительных случаях. Ввиду массовости производства, доступность автобусов при приобретении у производителей довольно высокая при сравнительно адекватной цене, обусловленной серийным производством транспортных средств.

Помимо всех перечисленных положительных аргументов в пользу эксплуатации дизельных автобусов, остаются актуальными вопросы зависимости от невозобновляемых источников энергии; наличия выбросов вредных веществ, способствующих увеличению глобальной эмиссии CO₂; низкой эффективности дизельного двигателя, недостаточной динамики разгона, значительно падающей при увеличении нагрузки (увеличении числа пассажиров в салоне) и при этом значительно снижающей техническую скорость; снижения комфорта из-за вибрации и шума двигателя; высокого выделения тепла при работе двигателя; высокой стоимости топливно-энергетических ресурсов.

Жизненный цикл электробусов составляет 15–20 лет, что связано с отсутствием в их конструкции тяговой передачи сложных коробок перемены передач, применяемых в трансмиссиях автобусов, а также в более простой конструкции электрического двигателя, не требующего дорогостоящего обслуживания и ремонта, как двигатель внутреннего сгорания. Однако жизненный цикл тяговой аккумуляторной батареи составляет 7–10 лет, что потребует ее однократной замены в процессе эксплуатации электробуса.

В рамках определенной емкости накопителей энергии электробусы имеют жесткие ограничения по величине запаса хода. При работе на линии электробусы ОС, имея запас хода, соизмеримый с продолжительностью рейса или оборотного рейса, привязаны к наличию зарядных станций на конечной станции (или конечных станциях) маршрута [4].

Зарядка бортового источника производится во время нахождения электробуса в неподвижном состоянии на специальных зарядных станциях и требует определенного времени. Дополнительно требуется ряд объектов инфраструктуры, необходимой для обеспечения зарядки электробусов – зарядные станции на линии, зарядные станции на предприятии маршрутного пассажирского транспорта, электроподстанции, кабельные сети.

КПД электробусов ОС (с ультрабыстрой зарядкой) при питании от тяговых аккумуляторных батарей составляет 70–75 %. При эксплуатации в условиях интенсивного городского движения с нормальной динамикой разгона одиночные электробусы с NMC-батареями имеют расход электроэнергии 1,20 кВт·ч/км, одиночные электробусы с молекулярным накопителем энергии (суперконденсаторы) имеют расход энергии 1,10 кВт·ч/км, а сочлененные – 1,55 кВт·ч/км. Снижение расхода электроэнергии у электробусов ОС обусловлено более полным накоплением рекуперированной энергии за счет возможности осуществления заряда NMC-батарей и суперконденсаторов более высокими зарядными токами. В среднем же расход электроэнергии отмечается на уровне 1,10 кВт·ч/км. В зимнее время при включенном электрическом отоплении эти значения возрастают до 2,30–2,50 кВт·ч/км, для электробусов с дизельным отоплением – до 1,50 кВт·ч/км.

В то же время следует учитывать, что данные о расходе электроэнергии определяются по бортовому прибору учета электроэнергии, а КПД передачи электроэнергии во время зарядки и передачи его в направлении «Зарядная станция – Тяговая батарея – Тяговый двигатель» также ниже за счет потерь при всех преобразованиях энергии (по данным немецких исследователей потери составляют

до 20 %) [15]. При этом до 30 % расхода электроэнергии зависит от профессиональной подготовки водителя. Например, те водители, которые управляют электробусом, не применяя рациональных методов вождения, за счет рекуперации возвращают только 5 % энергии, в то же время водители, грамотные использующие рекуперацию, доводят это значение до 35 % [16].

Электробусы ONC менее привязаны к наличию зарядных станций на маршруте и по этой причине более гибко могут отклоняться от маршрутов, однако существующие решения не позволяют без ограничений эксплуатировать электробус в течение полного рабочего дня (двух рабочих смен подряд). Также следует отметить, что в отличие от троллейбусов, питающихся от воздушной КС, тяговый двигатель электробуса не может брать от аккумуляторной батареи дополнительную мощность, так как предельное значение токов определено характеристиками батареи, что влияет на динамику разгона электробуса в сравнении с троллейбусами IMF и IMC (при питании от КС) [3].

Таким образом, удельный расход электроэнергии при использовании электрических печей кабины и салона, а также системы кондиционирования воздуха электробуса, вызывает резкое сокращение запаса его хода. В связи с чем, отдельные производители используют дизельное отопление салона, что в свою очередь также наносит ущерб экологии, хотя и в меньшей степени по сравнению с автобусом.

Жизненный цикл троллейбусов IMF составляет около 15 лет, что связано с отсутствием в конструкции тяговой передачи сложных коробок перемены передач, применяемых в трансмиссиях автобусов, а также в более простой конструкции электрического двигателя, не требующего дорогостоящего обслуживания и ремонта, как двигатель внутреннего сгорания [8]. В рамках системы энергоснабжения нет ограничений по запасу хода троллейбуса IMF, более того тяговый двигатель может брать из воздушной КС в целом неограниченный объем мощности (ограничения налагаются только конструкцией токоприемника и сечением провода, однако запасы мощности довольно большие, что позволяет говорить в отношении троллейбуса о «неограниченном объеме мощности»), однако троллейбусы IMF привязаны к развитию воздушной КС. КПД троллейбусов IMF составляет 86 %.

Перечень объектов инфраструктуры, необходимой для обеспечения электрической тяги троллейбусов, помимо воздушной КС, включающей различные элементы спецчастей (сходные и электрические стрелки, изоляторы, секционные изоляторы, пересечения, кривые держатели и пр.), включает также электрические тяговые подстанции и кабельные сети.

Другой вид троллейбусов – троллейбусы ИМС, при движении которых со сложенными токоприемниками (как правило, по участкам без воздушной КС) обладают возможностями, в целом, аналогичными с электробусами, которые, в свою очередь, отличаются от параметров движения автобусов более высокими тягово-скоростными характеристиками [17]. С точки зрения организации дорожного движения для таких троллейбусов важно обеспечивать возможность беспрепятственного подъезда и размещения транспортного средства на проезжей части в зоне расположения кондукторов штанговых токоприемников (рис. 1), так называемых «ловушек» токоприемников, предназначенных для улавливания головки токоприемника при их автоматическом подъеме для постановки на контактные провода.



Рис. 1. Кондуктор штанговых токоприемников

Применение автоматического подъема значительно сокращает затраты времени, необходимого для постановки токоприемников на контактные провода в ручном режиме, а также повышает безопасность дорожного движения за счет того, что водителю не приходится выходить на проезжую часть и выполнять работы по постановке токоприемников.

В целом КПД троллейбусов ИМС при питании от воздушной КС составляет 86 %, при питании от тяговых аккумуляторных батарей составляет 75 %. Жизненный цикл троллейбусов ИМС составляет около 15 лет, что связано с отсутствием в конструкции тяговой передачи сложных коробок перемены передач, применяемых в трансмиссиях автобусов, а также в более простой конструкции электрического двигателя, не требующего дорогостоящего обслуживания и ремонта, как двигатель внутреннего сгорания. Однако жизненный цикл тяговой аккумуляторной батареи составляет 7–10 лет, что требует ее однократного восстановления (или замены) в процессе эксплуатации троллейбуса ИМС. В рамках системы энергоснабжения при движении под

контактной сетью отсутствуют ограничения по запасу хода, при этом тяговый двигатель может брать из воздушной КС неограниченный объем мощности. При движении на автономном от воздушной КС ходу троллейбусы ИМС не привязаны к развитию воздушной КС и могут отклоняться от проложенных маршрутов. Это преимущество делает возможным продление существующих и открытие новых маршрутов без создания дополнительной инфраструктуры [17].

Таким образом, для городов, имеющих троллейбусное движение, наибольший интерес в увеличении доли нерельсовых транспортных средств с электрическим приводом для массовой перевозки пассажиров представляют троллейбусы ИМС. С практической точки зрения, троллейбусы ИМС имеют возможность движения на участках, на которых не предусмотрена воздушная КС в режиме автономного хода до 15 км, и их целесообразно использовать для продления троллейбусных маршрутов «в вылетном направлении» на расстояние до 7,5 км от участка с контактной сетью с выполнением оборота в конце данного участка и движением в обратном направлении к участку с контактной сетью или для создания принципиально новых маршрутов, участки автономного хода которых будут находиться в центральной части маршрута [1].

Внедрение же электробусов со стационарной зарядкой должно происходить в первую очередь в городах, где нет троллейбусных и трамвайных линий. При этом в городах, где уже проложены троллейбусные линии электробусами следует сначала заменять дизельные автобусы. Но такая замена не должна носить повальный 100 %-ый характер.

1. Капский, Д.В. Транспорт в планировке городов : учебное пособие / Д. В. Капский ; Белорусский национальный технический университет. – Минск : БНТУ, 2023. – 571 с.

2. Планирование устойчивой городской мобильности : монография / И. Н. Пугачев, А. О. Лобашов, С. С. Семченков, Е. Н. Кот, Д. В. Капский, С. В. Богданович. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2023. – 147 с.

3. Маршрутный транспорт городов Полоцка и Новополоцка: эффективность и тенденции развития / Д. В. Капский, В. П. Иванов, Т. В. Вигерина, Е. Н. Кот, В. Н. Кузьменко, Д. В. Мозаковский, А. В. Коржова, А. С. Красильникова, Е. Н. Горелик, И. К. Гамульский, С. С. Семченков, Л. А. Лосин, А. А. Кузнецова, Н. В. Артюшевская, Н. С. Муравьева. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2021. – 308 с.

4. Основы автоматизации интеллектуальных транспортных систем : учебник / Д. В. Капский, Е. Н. Кот, С. В. Богданович, О. Н. Ларин, С. С. Семченков. – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 412 с.

5. Об автомобильном транспорте и автомобильных перевозках [Электронный ресурс] : Закон Республики Беларусь, 14 августа 2007 г., № 278-З //

Национальный правовой Интернет-портал. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=H10700278>. – Дата доступа: 01.03.2020.

6. О городском электрическом транспорте и метрополитене перевозках [Электронный ресурс] : Закон Республики Беларусь, 05 мая 2014 г., № 141-3 // Национальный правовой Интернет-портал. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=H11400141>. – Дата доступа: 01.03.2020.

7. О дорожном движении [Электронный ресурс] : Закон Республики Беларусь, 05 января 2008 г., № 313-3 // Национальный правовой Интернет-портал. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=H10800313>. – Дата доступа: 01.03.2020.

8. Устойчивая городская мобильность: теория и практика развития : учебник / А. О. Лобашов, С. С. Семченков, Е. Н. Кот, Д. В. Капский, С. В. Богданович, О. Н. Ларин. – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 236 с.

9. О комплексной программе развития электротранспорта на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Республики Беларусь, 09 апреля 2021 г., № 213 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=C22100213>. – Дата доступа: 20.07.2024.

10. Капский, Д.В. Методы и средства повышения привлекательности городского пассажирского транспорта / Д. В. Капский, С. С. Семченков // XIV Всероссийская мультиконференция по проблемам управления (МКПУ-2021) : матер. XIV мультиконф. : в 4 т. / Южн. федеральн. ун-т [редкол. : И. А. Каляев, В. Г. Пешехонов и др.]. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Изд-во Южного федеральн. ун-та, 2021. – С. 45–47.

11. В Беларуси повышается удобство перевозок, снижаются издержки и время поездок, внедряются эргономичные маршруты : [Движение к улучшению. Зеленый свет экотранспорту] // Народная газ. – 2024 – № 5 – С. 10–11.

12. Капский, Д.В. Сравнение возможностей использования троллейбусов и электробусов для перевозок пассажиров в городах / Д. В. Капский, Е. Н. Кот, С. С. Семченков // Автомобиле- и тракторостроение : материалы Междунар. науч.-практ. конф. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол. : отв. ред. Д. В. Капский [и др.]. – Минск : БНТУ, 2019. – Т. 2. – С. 210–214.

13. Развитие городского транспорта в городах Полоцке и Новополоцке / Д. В. Капский, А. К. Головнич, Т. В. Вигерина, В. Н. Кузьменко, А. С. Красильникова, Е. Н. Горелик, С. С. Семченков, Е. Н. Кот // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В. Промышленность. Прикладные науки. – 2020. – № 11. – С. 85–97.

14. Исследования действующей городской маршрутной сети пассажирского транспорта и разработка предложений по ее совершенствованию в г. Слониме : отчет о науч.-исслед. теме : 27.12.22 / Д. В. Капский. – Минск : БНТУ, 2013 – 83 с. – № 7420/12с.

15. Анализ развития различных видов городского электрического транспорта в Полоцке и Новополоцке / Д. В. Капский, В. Н. Кузьменко, А. С. Красильникова, С. С. Семченков, Е. Н. Кот, О. Н. Ларин // Наука и техника. – 2022. – № 2. – С. 150–157.

16. Kapsky, D. Measures to improve the operation of passenger transport and urban mobility / D. Kapsky, S. Semtchenkov, L. Khmel'nitskaya // Communications – Scientific Letters of the University of Žilina. – 2023. – № 1 – С. 14–25.

17. Капский, Д.В. Организация дорожного движения с учетом электрического маршрутного пассажирского транспорта / Д. В. Капский, С. С. Семченков, Е. Н. Кот // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. – 2021. – № 2(65). – С. 66–77.

Isupov Andrei, Deputy Head of the Department of Research in the field of road Transport, Master of Engineering and Technology

Belarusian Research Institute of Transport «Transtekhnika»

e-mail: autozd@niit.by, Platonova str., 22A, Minsk, 220005, Belarus

Semtchenkov Sergej, Senior lecturer, PhD

Belarusian National Technical University

e-mail: sergej.semtschenkow@gmail.com

Kolasa str., 12-802, Minsk, 220013, Belarus

MODERN DEVELOPMENT TENDENCIES OF PASSENGERS CONVEYANCE: FROM THE BUS – TO THE TROLLEYBUS AND ELECTRIC BUS

Abstract: The article considers the generalized experience in the development of environmentally friendly electric transport systems, upgrading rolling stock fleet with modern innovative buses, trolleybuses and electric buses for passenger transportation.

Keywords: bus; trolleybus; electric bus; route; conveyance of passengers; passenger transport; trolleybus contact wire; modern urban electric transport; charging station.

Синицкая Ольга Антоновна, заведующий отделом экономических исследований транспортной деятельности, магистр экономических наук
Боручико Михаил Владимирович, ведущий специалист отдела стратегических исследований в области транспортной деятельности
Белорусский научно-исследовательский институт транспорта
«Транстехника» (Беларусь, Минск),
e-mail: st@niit.by, 220005, г. Минск, ул. Платонова, 22А

ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ НАБЛЮДЕНИЙ В ОТНОШЕНИИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

В статье приводятся подходы к организации и проведению статистических наблюдений перевозочной деятельности индивидуальных предпринимателей, занимающихся коммерческими перевозками грузов в Республике Беларусь и странах ЕАЭС. Отмечены недостатки статистического наблюдения с использованием анкет. Спрогнозирована необходимость разработки более совершенных методологических основ по досчету объемов перевозок грузов и грузооборота автомобильным транспортом, осуществляемых индивидуальными предпринимателями.

Ключевые слова: грузооборот; индивидуальные предприниматели; нецентрализованные государственные статистические наблюдения; объем перевозок грузов; первичные статистические данные; формы нецентрализованных государственных статистических наблюдений.

Основным нормативным правовым актом, направленным на создание условий для удовлетворения потребности общества, государства и международного сообщества в официальной статистической информации, является Закон Республики Беларусь от 28.11.2004 «О государственной статистике» (далее – Закон) [1]. В соответствии с Законом одной из форм государственных статистических наблюдений является государственная статистическая отчетность. В отношении индивидуальных предпринимателей, осуществляющих коммерческие перевозки грузов, для сбора первичных статистических данных определена форма государственного статического наблюдения б-авто (ип) (Минтранс) «Анкета о перевозках грузов автомобильным транспортом, осуществляемых индивидуальным предпринимателем», утвержденная постановлением Национального статистического комитета Республики Беларусь от 29 сентября 2015 г. № 134 [2] (далее – форма б-авто (ип) (Минтранс)).

Для оценки вклада в экономические показатели транспортной отрасли сегмента автомобильных перевозок грузов исследованы подходы к организации и проведению государственных статистических наблюдений в Республике Беларусь и странах ЕАЭС в отношении индивидуальных предпринимателей, осуществляющих перевозки грузов автомобильным транспортом, на основе данных, размещенных в открытых источниках. Результаты исследования в обобщенном виде представлены в таблице. По представленным в таблице данным можно сделать следующие выводы.

1. Во всех рассмотренных странах проводятся государственные статистические наблюдения за деятельностью индивидуальных предпринимателей, осуществляющих перевозки грузов автомобильным транспортом.

2. При проведении статистических наблюдений используются как общие так и различные подходы.

2.1. К общим подходам можно отнести:

– в качестве основных показателей оценки перевозочной деятельности определены объемы перевозок грузов и грузооборот;

– в качестве метода распространения результатов, полученных в ходе выборочных наблюдений, на генеральную (базовую) совокупность респондентов используется метод прямого пересчета;

– продолжительность наблюдения одного респондента наблюдением составляет одну неделю;

– отражение (учет) объема перевозок грузов осуществляется по моменту доставки грузов.

2.2. Среди различий в подходах следует отметить:

– наблюдения проводятся как централизованно, так и нецентрализованно;

– применяются различные методы наблюдения (выборочный, сплошной);

– наблюдения проводятся как по формам анкет, так и по формам государственной статистической отчетности;

– используется разная периодичность проведения статистического наблюдения (1 раз в 5 лет, ежегодно);

– используется разная периодичность формирования отчетности (месячная, квартальная, годовая);

– различия в количестве наблюдаемых недель в месяце (одна – две), квартале (три – четыре);

– используются разные источники формирования генеральной совокупности респондентов;

– различия в формировании генеральной совокупности по виду экономической деятельности (основной и дополнительные);

Таблица 1

Подходы к организации и проведению наблюдений в отношении индивидуальных предпринимателей, осуществляющих перевозки грузов автомобильным транспортом

Показатели	Республика Беларусь	Российская Федерация	Республика Казахстан	Кыргызская Республика	Республика Армения
Вид и субъекты государственных статистических наблюдений (далее – ГСН)	Децентрализованное, Минтранс	Федеральное, Росстат (региональные органы Росстата)	Общегосударственное, Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам	Национальный статистический комитет (территориальные органы госстатистики)	Общегосударственное, Статистический комитет
Метод ГСН	Сплошной	Выборочный	Выборочный	Выборочный	Сплошной
Периодичность проведения ГСН – форма ГСН	1 раз в 5 лет – анкета 6-авто (ип) Минтранс	Ежегодно – анкета 1-ИП (автогруз)	Ежегодно – отчет 1-ИП (автогрузы)	Ежегодно – анкета 1-авто, обследование, квартальная	Ежегодно: отчет 1-авто – ежемесячный; отчет 1-транспорт – годовой
Источник формирования генеральной совокупности ИП	Административные данные Министерства по налогам и сборам	Автоматизированная система АС ГС ОФСН Росстата	Статистический бизнес регистр	Главное управление безопасности дорожного движения МВД	–
Подходы к формированию перечня респондентов (генеральной совокупности)	По основному и дополнительным видам экономической деятельности	По основному виду экономической деятельности	По основному и дополнительным видам экономической деятельности	По виду деятельности «Оказание услуг грузовых перевозок автотранспортом»	–

Показатели	Республика Беларусь	Российская Федерация	Республика Казахстан	Кыргызская Республика	Республика Армения
Охват ИП наблюдением в течение отчетного года	100 %	В соответствии с заданной величиной ошибки выборки	100 %	100 %	100 %
Количество наблюдаемых недель в месяце, квартале	1 неделя в месяц все кварталы	4 недели в квартал (по одной-две недели в месяц) все кварталы	Все недели месяца, все кварталы	Одна или несколько недель в квартале все кварталы	–
Подходы к формированию выборочной совокупности	Методом простого случайного отбора по региональному признаку	Методом простого случайного отбора	–	–	–
Размер выборочной совокупности	Ежемесячно 8,33 %	Ежеквартально 25 %	Ежеквартально 25 %	Ежеквартально 25 %	–
Виды перевозок, по которым осуществляется ГСН	На коммерческой основе	Как на коммерческой основе, так и для собственных производственных целей (исключая технологические перевозки)	На коммерческой основе	На коммерческой основе	На коммерческой основе
Распространение полученных по результатам наблюдения данных на	Методом прямого пересчета	Методом прямого пересчета	–	Методом прямого пересчета	–

Показатели	Республика Беларусь	Российская Федерация	Республика Казахстан	Кыргызская Республика	Республика Армения
генеральную совокупность					
Первичные статистические данные формы ГСН	- количество транспортных средств (далее – ТС) на 1 января года и на 1 число месяца, в котором проводится ГСН	- наличие ТС на дату начала обследования: всего, в т. ч. технически исправных, с градацией по грузоподъемности	- количество ТС всего, в т. ч. используемых за обследуемую неделю, с градацией по грузоподъемности	-	-
	- причина, если в отчетном периоде коммерческие перевозки не осуществлялись	-	- причина, если в отчетном периоде коммерческие перевозки не осуществлялись	-	-
	- количестве ездки с грузом (единиц)	- номера ездки с грузом по порядку	- номера ездки с грузом по порядку	- число ездки	-
	-	- пункт погрузки	- пункт погрузки	-	-
	-	- пункт разгрузки	- пункт разгрузки	-	-
	- объем перевозок грузов (тонн)	- перевезено грузов, тонн	- перевезено (транспортировано) грузов, багажа, грузобагажа, тонн	- объем перевезенных грузов	-
	- пробег с грузом (км) и/или время работы грузового ТС по почасовым тарифам (время работы,	- расстояние перевозки (пробег автомобиля с грузом от пункта погрузки до пункта разгрузки), км	- расстояние перевозки (пробег автомобиля с грузом от пункта погрузки до пункта разгрузки), км	- расстояние перевозки	-

Показатели	Республика Беларусь	Российская Федерация	Республика Казахстан	Кыргызская Республика	Республика Армения
	оплаченное заказчиком), с указанием грузоподъемности ТС (тонн)				
	–	–	- наименование видов грузов (в соответствии с перечнем)	–	–
	–	–	- код видов грузов	–	–
	–	–	- количество остановок для погрузки/разгрузки	–	–
	–	–	- доходы от перевозки (транспортировки) грузов, багажа, грузобагажа, тысяч тенге	–	–
Способ отражения (учета) объема перевозок грузов	- по моменту доставки грузов	- по моменту доставки грузов	- по моменту доставки грузов	- по моменту доставки грузов	–
Периодичность формирования отчетности в обследуемом году	Ежемесячно	Ежеквартально	Ежеквартально	Ежеквартально	Ежемесячно

Учет данных нетипичных ИП	Не учитываются	Учитываются без распространения на базовую совокупность объектов наблюдения	-	-	-
---------------------------	----------------	---	---	---	---

Ответственность ИП за непредставление или представление неполных данных	Не предусмотрена	Административная ответственность			
Показатели автомобильного транспорта	- объем перевозок грузов; - грузооборот	- объем перевозок грузов; - грузооборот	- объем перевозок грузов; - грузооборот; - доходы от перевозки грузов; - количество автотранспортных средств	- объем перевозок грузов; - грузооборот	- объем перевозок грузов; - грузооборот
Формирование сводных данных объема перевозки грузов и грузооборота	За квартал, за период с начала года и за год определяются суммированием расчетных данных за месяцы	За период с начала года и за год определяются суммированием расчетных данных за кварталы	За год и за месяц определяются на основе квартальных наблюдений. При этом данные за месяц составляют 1/3 часть объемов квартального обследования	За месяц, квартал, год	-

- различия в видах перевозок, по которым осуществляется наблюдение (как на коммерческой основе, так и для собственных производственных целей (исключая технологические перевозки));
- различия в охвате респондентов наблюдением в течение года (100 % или в соответствии с заданной величиной ошибки выборки);
- различия в учете нетипичных респондентов (учитываются, не учитываются, учитываются частично);
- различия в наборе (перечне) первичных статистических данных, содержащихся в формах (как в основных показателях оценки перевозочной деятельности, так и в дополнительных);
- различия в установлении ответственности за предоставление недостаточных и не предоставление первичных статистических данных респондентами.

3. Административная ответственность за нарушение порядка представления первичных статистических данных респондентами предусмотрена в Российской Федерации, Республике Казахстан, Кыргызской Республике и Республике Армения.

4. Недостатками статистического наблюдения с использованием анкет является субъективированная информация, трудоемкость рассылки и сбора, определенная вероятность неискренности респондентов и отсутствие их мотивации к участию в анкетировании, отсутствие ответственности за представление искаженных данных с применением мер административной или уголовной ответственности в порядке, установленном законодательством Республики Беларусь. Это не способствует росту охвата респондентов наблюдением и, как следствие, может привести к низкой достоверности¹ полученных результатов наблюдения. Проведенный анализ подходов к проведению статистических наблюдений в изучаемых странах не позволяет однозначно определить какой из подходов более эффективный. Для полноты оценки необходимо иметь дополнительные данные, отражающие реальные (практические) результаты наблюдений (реальный охват респондентов, качество заполнения анкет, достоверность поданных данных и т. д.).

Принимая во внимание недостатки статистического наблюдения с использованием анкет, а также изменения законодательства по вопросам предпринимательской деятельности, все большую актуальность приобретает необходимость разработки более совершенных

¹Информация о степени достоверности предоставленных респондентами данных в странах ЕАЭС в открытых источниках не представлена.

методологических основ по досчету объемов перевозок грузов и грузооборота автомобильным транспортом, осуществляемых индивидуальными предпринимателями.

1. О государственной статистике. Закон Республики Беларусь от 28 ноября 2004 г. № 345-З : ред. от 30 декабря 2022 г. № 238-З. – Минск : Эталонный банк данных правовой информации Республики Беларусь, 2024. – 13 с.

2. Об утверждении формы государственного статистического наблюдения 6-авто (ип) (Минтранс) «Анкета о перевозках грузов автомобильным транспортом, осуществляемых индивидуальным предпринимателем» и указаний по ее заполнению : постановление Национального статистического комитета Республики Беларусь 29 сентября 2015 г. № 134 : ред. от 3 ноября 2023 г. № 138. – Минск : Эталонный банк данных правовой информации Республики Беларусь, 2024. – 5 с.

Sinitskaya Olga, head of department of economic research of transport activities, Master of Economics

Barushka Mikhail, leading specialist of the department of strategic research in the field of transport activities

Belarusian research institute of transport «Transtechnika» (Belarus, Minsk),

e-mail: st@niit.by, 220005, Minsk, str. Platonova, 22A, Belarus

STUDY OF ORGANIZATION AND CONDUCTING OBSERVATIONS IN RELATION TO INDIVIDUAL ENTREPRENEURS CARRYING OUT CARGO TRANSPORTATION BY ROAD

The article presents approaches to organizing and conducting statistical observations of the transportation activities of individual entrepreneurs engaged in commercial transportation of goods in the Republic of Belarus and some of the studied countries. The shortcomings of statistical observation using questionnaires are noted. The need to develop more advanced methodological foundations for calculating the volumes of cargo transportation and freight turnover by road transport carried out by individual entrepreneurs is predicted.

Keywords: freight turnover; decentralized state statistical observations; volume of freight transportation; primary statistical data; forms of decentralized state statistical observations.

Раздел 4. РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОЙ И ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

УДК 629.3/504.6

*Ляхов Сергей Владимирович, кандидат технических наук,
Гончаров Игорь Петрович
Белорусский научно-исследовательский институт
транспорта «Транстехника» (Беларусь, Минск),
e-mail: oi@niit.by, 220005, г. Минск, ул. Платонова, 22А*

РАЗВИТИЕ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ ПОДВЕСНОГО РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА

В работе рассматривается история развития подвешного рельсового транспорта, описаны стандарты, регламентирующие его проектирование и эксплуатацию.

Ключевые слова: подвесной рельсовый транспорт; история развития; стандартизация; проектирование; эксплуатация; обеспечение безопасности.

ВВЕДЕНИЕ

Преимуществом подвешного рельсового транспорта является минимальное использование земельных площадей для постройки инфраструктуры, высокая степень защищенности инфраструктуры от актов постороннего вмешательства. Применение его актуально в городах с уже сложившейся плотной застройкой, в том числе, позволяя обеспечить малые радиусы поворота, и применяться на гористой местности с большими углами наклона. Строительство подвешного рельсового транспорта может осуществляться быстрыми темпами, и он дешевле чем метро. Подвесной рельсовый транспорт наиболее адаптируем под беспилотное управление с уровнем автоматизации 4 (GoA4) [1], когда машиниста в поезде нет.

История и современность подвешного рельсового транспорта

Использование подвешного рельсового транспорта имеем достаточно длинную историю. Наиболее известные подвешные рельсовые дороги представлены в таблице 1 [2].

Первой концепцией подвешной рельсовой дороги считается концепция разработанная Генри Робинсон Палмером, которую он запатентовал в 1821 году и описал в 1823 году в книге «Описание железной дороги по новому принципу» [3]. Он предполагал, что подвешные вагоны будут тянуть лошади.

Таблица 1

Наиболее известный подвесной рельсовый транспорт

№ п/п	Название	Страна	Год начала эксплуатации	Длина, км	Кол. станций, ед.
1	Вуппергальская подвесная железная дорога	Германия	1901	13,3	20
2	Дрезденская подвесная дорога	Германия	1901	0,27	2
3	Монорельсовая дорога Сёнан	Япония	1971	6,6	8
4	Дортмундская подвесная дорога	Германия	1984	3,16	5
5	СкайТрейн	Германия	1986, 2002, 2010	68,7	47 (3 линии)
6	Городской монорельс Тиба	Япония	1988	15,2	18 (2 линии)
7	Мемфисская подвесная дорога	Соединенные Штаты Америки	2018	0,58	2

Концепция была позже реализована, но только на демонстрационных образцах дороги, а разработанные технические проекты коммерческого использования пассажирского подвесного рельсового транспорта в конечном итоге реализованы не были.

Дальнейшее развитие использования подвесных дорог состоялось в 1887 году, когда городами Эльберфельд и Бармен была сформирована



Рис. 1. Фотография 1913 года участка Вуппертальской подвесной рельсовой дороги

комиссия по строительству надземной железной дороги. Испытательный участок в городе Вупперталь (Германия) был открыт в 1901 году [4]. Вуппертальская подвесная дорога является одной из самых старых коммерческих дорог в мире и действует по настоящее время. К 1925 году она перевезла 20 млн пассажиров. Особенностью дороги является то, что она проходит над рекой Вуппер (рис. 1) [5], проходящей через город. Сейчас дорога оборудована современными вагонами,двигающимися со скоростью до 60 км/ч.

Тема развития подвесного рельсового транспорта была особо популярна в Советском Союзе в 60 годы. Так проектно-изыскательскими работами по данному транспорту занимались сразу несколько организаций [6]: «ПромтрансНИИпроект» (1963), Институт Генплана (1966), «Метрогипротранс» (1964) [6]. Данными организациями была оценена стоимость дороги от 800 тыс. руб. по 2 млн руб. на км по тому времени, и должна была быть дешевле в 2 раза метрополитена не глубокого залегания, но на 40 % процентов дороже метрополитена наземной постройки.

Первый участок Московского монорельса (рис.2) [7], ранее называвшегося Московская монорельсовая транспортная система, был открыт в 2004 году. Дорога имеет протяженность 4,7 км с 6 станциями. Вагоны построены совместно со швейцарской компанией. Из-за значительных эксплуатационных расходов дорогу планировалось

закрывать. Однако в 2023 году было принято решение ее реконструировать, закупить дополнительно вагоны и сделать поезда беспилотными. Это единственная подвесная дорога (кроме поездов на магнитной подушке), где используется линейный электромагнитный движитель вагонов.



Рис. 2. Московский монорельс



Рис. 3. Испытание поезда Компания JR Central в префектуре

Топ уровнем технического развития подвесных дорог являются поезда на магнитной подушке (маглев). Лидерами в данной области считаются Китай и Япония. Китай использовал германские технологии, а Япония развивает свои собственные технологии (рис. 3) [8] и надеется в дальнейшем их продавать. В 2034 году откроется дорога Токио-Нагоя [8], длина дороги составит 286 км, а оценочная стоимость дороги – 100 млрд долларов. Поскольку местность в Японии гористая, то 90 % дороги будет проходить в туннелях. Время в пути составит 40 минут, вместо 90 минут на высокоскоростном поезде.

Дороги на магнитной подушке являются скорее экзотикой и строятся исключительно для престижа страны и толчка для развития науки.

Стандартизация подвесного рельсового транспорта

Основой продвижения использования подвесного рельсового транспорта является разработка и принятие стандартов, регламентирующих его проектирование и эксплуатацию. Отдельные страны и международные организации активно работают над разработкой таких стандартов.

В Республике Беларусь подготовлены первые редакции стандартов [9]:

– СТБ/ПР 1 Струнные транспортные системы. Подвижной состав. Средства рельсовые транспортные грузовые. Общие технические условия;

– СТБ/ПР 1 Струнные транспортные системы. Подвижной состав. Средства рельсовые транспортные пассажирские. Общие технические условия;

– СТБ/ПР 1 Струнные транспортные системы. Термины и определения.

В Российской Федерации приняты два стандарта:

– ГОСТ Р 52220-2004 Электроподвижной состав монорельсовой транспортной системы. Общие требования безопасности;

– ГОСТ Р 52278-2004 Электроподвижной состав монорельсовых транспортных систем. Проведение ремонта. Общие технические условия.

Данные стандарты разрабатывались в связи с введением в эксплуатацию Московского монорельса.

ГОСТ Р 52220-2004 регламентирует требования безопасности:

– к конструкции, где описаны требования к салону, эргономике кабины машиниста, оборудованию осветительными приборами и сигнализации, системам управления и контроля, к тормозным системам;

– к электробезопасности;

– к пожаробезопасности;

– безопасности и комфорта пассажиров.

Для подтверждения выполнения требований приводятся методы испытаний.

ГОСТ Р 52278-2004 регламентирует:

- организацию ремонта в целом;
- виды ремонта, которые должны проводиться;
- осуществление сдачи в приемку в ремонт;
- процесс проведения ремонта;
- требования к подвижному составу после проведения ремонта;
- правила проведения приемки после проведения ремонта.

Стандарты Российской Федерации построены по схеме аналогичной стандартам для трамваев и железной дороги. В стандартах используют принятые в технической литературе термины и определения. В отличие от российских стандартов, разрабатываемые белорусские стандарты имеют оригинальные термины, определения и подходы к построению содержания стандартов.

Никаких конкретных международных стандартов, регламентирующих проектирование и эксплуатацию монорельсового транспорта, на данный момент не существует.

Международная ассоциация монорельсового транспорта (далее – ИМА) [10] разработала Требования к монорельсовому транспорту [11, 12] (далее – Требования). ИМА рассматривает под монорельсовым транспортом все системы подвесных рельсовых дорог.

Требования были разработаны на основе существующих стандартов и документов железнодорожного транспорта и трамваев с участием экспертов, представляющих организации – члены ИМА, а также других заинтересованных организаций в области монорельсового транспорта.

Разработка требований была начата в 2014 году, документ согласовывался и дорабатывался с 2019 года по 2021 год. В 2022 году выпущено первое издание Требованиям.

Требования включают пункты:

- по необходимому уровню описания процессов по разработке проекта;
- по проектированию и строительству подвесной дороги, станций и депо, приемочному контролю выполненных работ, программе испытаний;
- по необходимому уровню обеспечения силовым электрооборудованием, системами управления и связи подвесной дороги;
- по проектированию вагонов и тележек, включая используемые материалы, требования к двигательной, тормозной системе, к электрооборудованию, связи, беспилотному управлению, диспетчерской связи, автоматизированному сбору данных по оплате проезда;

– по обеспечению жизненного цикла эксплуатации транспортной системы, надежности, ресурса, ремонтпригодности, по разработке инструкций и обучению персонала;

– по доступности транспортной системы для жителей, безопасности и комфорта пассажиров.

Процессы по разработке проекта включают все стадии жизненного цикла системного проектирования, реализации и проверки:

– требования к оформлению конструкторской и другой документации;

– разработка топологии дороги;

– расчет пассажиропотока, выбор расположения остановочных пунктов, количества транспортных средств, их вместимости, закладывается возможность по расширению длины маршрута, функций обеспечения безопасности;

– закладываемые сроки службы элементов транспортной системы, планы проверки и испытаний.

В настоящее время Требования являются наиболее полным документом, регламентирующим подвесной рельсовый транспорт.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По причине уникальности каждого проекта подвесной рельсовой дороги нет типовых решений по их проектированию, учету предполагаемого пассажиропотока, а, следовательно, точности оценки экономической целесообразности их строительства.

Для развития данного вида транспорта в первую очередь необходимо создать базу национальных ТНПА, которая на достаточном уровне будут решать задачи проектирования и эксплуатации данного вида транспорта.

Наиболее оптимальным решением по разработке национальных ТНПА целесообразно взять за основу разработанные Требования к монорельсовому транспорту международной ассоциацией IMA [12].

1. GoA4: The Way Forward for Metro Systems Worldwide – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.wsp.com/en-gb/insights/goa4-the-way-forward-for-metro-systems-worldwide>. – Дата доступа: 06.09.2024.

2. Suspended monorails – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://structurae.net/en/structures/infrastructure/suspended-monorails>. – Дата доступа: 21.08.2024.

3. Description of a Railway on a New Principle – [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://books.google.by/books/about/Description_of_a_Railway_on_a_New_Princi.html?id=HezfU0-Af4QC&redir_esc=y. – Дата доступа: 16.08.2024.

4. Wuppertal cable car line Schwebebahn – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.archinform.net/projekte/6273.htm>. – Дата доступа: 16.08.2024.

5. The Wuppertaler Schwebebahn, the oldest electric elevated railway, 1913 – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rarehistoricalphotos.com/wuppertaler-schwebebahn-oldest-electric-elevated-railway-1913/>. – Дата доступа: 16.08.2024.

6. Мечта в движении: между утопией и реальностью – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://archi.ru/russia/99758/mechta-v-dvizhenii-mezhdu-utopiei-i-realnosti>. – Дата доступа: 26.09.2024.

7. Монорельсовая дорога от ВДНХ до метро Тимирязевская – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.msk-guide.ru/monorelsovaya-doroga-ot-vdnh-do-metro-timiryazevskaya.htm>. – Дата доступа: 21.08.2024.

8. Chuo Shinkansen completion delayed until 2034 – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.railwaygazette.com/infrastructure/chuo-shinkansen-completion-delayed-until-2034/66398.article>. – Дата доступа: 21.08.2024.

9. Стандартизация в Республике Беларусь. Разработка – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://stb.by/Stb/Development.php>. – Дата доступа: 26.08.2024.

10. The International Monorail Association – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://monorailex.org>. – Дата доступа: 26.08.2024.

11. First Edition of IMA's Performance Specification for a Turnkey Mass Transit Monorail System released – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://monorailex.org/performance-specification-turnkey>. – Дата доступа: 26.08.2024.

12. Performance Specification for a Turnkey Mass Transit Monorail System – [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.monorailex2024.org/wp-content/uploads/2022/Final_IMA_Monorail_Performance%20Specification_first_edition_2022.pdf. – Дата доступа: 26.08.2024.

***Liakhau Siarhei, Phd,
Goncharov Igor***

*Belarusian Research Institute of Transport «Transtekhnika» (Belarus, Minsk),
e-mail: ot@niit.by, 220005, Minsk, Platonova str., 22A, Belarus*

DEVELOPMENT AND STANDARDIZATION OF SUSPENDED RAIL TRANSPORT

The paper examines the history of the development of suspended rail transport, describes the standards governing its design and operation.

Keywords: suspended rail transport; history of development; standardization; design; operation; safety.

*Костюченко Екатерина Дмитриевна, старший преподаватель
Лобаиов Алексей Олегович, доктор технических наук, профессор
Белорусский национальный технический университет (Беларусь, Минск),
e-mail: oapdd_atf@bntu.by, 220013, г. Минск, ул. Якуба Коласа, 12*

О СИСТЕМЕ ДОСТАВКИ ТОВАРОВ В Г. МИНСКЕ

Аннотация: Продолжающийся рост онлайн-коммерции ведет к более подробному изучению данных для оценки покупательского спроса. Более того анализ данных позволяет выявить эффективность процессов, прогнозирование спроса, оптимизацию маршрутов и времени доставки. В условиях растущей конкуренции и изменяющихся потребительских ожиданий, эффективная реализация доставки «последней мили» становится основным условием успешной доставки потребителю.

Ключевые слова: онлайн-коммерция; заказы товаров народного потребления; доставка «последней мили»; анализ данных; почтоматы; краудсорсинг.

Электронная коммерция В2С (от бизнеса к покупателю) приобретает все большее значение, в том числе и в Республике Беларусь. На сегодняшний день данная отрасль является одной из быстроразвивающихся. Данный факт обусловлен простотой онлайн-покупки и гибкостью графика доставки.

Статистические данные, представленные Национальным статистическим центром Республики Беларусь [1], демонстрируют, что за последние годы розничный товарооборот интернет-магазинов по территории Республики Беларусь увеличивается (рис. 1).

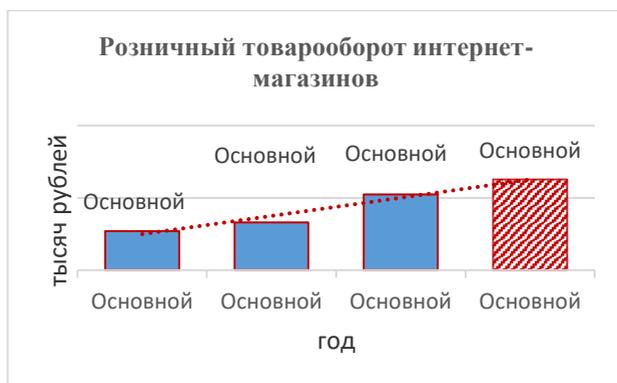


Рис. 1. Розничный товарооборот интернет-магазинов

Из графика видно, что прогнозируется дальнейшее развитие отрасли онлайн-коммерции. Отсюда следует важность изучения доставки «последней мили», которая является важнейшим компонентом логистики, который напрямую влияет на уровень удовлетворенности клиентов и финансовые результаты компаний.

Эффективность этой операции зависит от множества факторов, таких как: время доставки, организация маршрутов, загруженность дорог и т. д.

Распределение среднего количества заказов за январь 2024 г. онлайн-гипермаркета 21vek.by (табл. 1, рис. 2) демонстрирует, что практически половина от общего количества товаров доставляется по городу Минску.

Такое распределение для доставки «последней мили» является причиной таких проблем как: перегрузка транспортной инфраструктуры, задержки в доставке, рост цен на услуги, увеличение сроков доставки и т. д.

Таблица 1

Среднее количество доставляемых товаров онлайн-гипермаркетом 21vek.by

	Крупнобытовые товары, шт.	Мелкобытовые товары, шт.	Итого:
Минск	19070	31242	50312
Остальной регион страны	54707	3226	57933
Итого:	73777	34468	108245

Распределение среднего количества заказов на маршруте



Рис. 2. Распределение среднего количества заказов в онлайн-гипермаркете 21vek.by

Анализ системы доставки является важной частью в решении транспортных задач, которая позволяет оптимизировать технологию, снизить затраты и повысить эффективность [2].

К основным видам анализа систем доставки можно отнести:

- качественный анализ – изучение и оценка процессов на основе экспертных оценок, отзывов клиентов;

- количественный анализ – сбор и обработка отчётных данных, таких как: время доставки, количество заказов, скорость доставки. Это позволяет выявить тренды, закономерности и взаимосвязи между данными (регрессионный анализ, распределение Хи-квадрат Пирсона, критерий Фишера и т. д.

- моделирование – помогает прогнозировать процессы и оценить их эффективность при различных сценариях.

С развитием системы доставки появляются новые альтернативные способы обеспечения товарами пользователей [3]. К ним можно отнести использование почтоматов [4]. Эта система предполагает использование терминалов самообслуживания.

Так же свое развитие получает краудсорсинг. Это процесс, где любой пользователь системы имеет возможность предоставить курьерские услуги.

Таким образом рост онлайн-коммерции требует детального анализа данных и использования новых способов доставки. Всё это способствует оптимизации процесса и как следствие снижению затрат и минимизации сроков доставки.

1. Товарная структура розничного товарооборота интернет-магазинов по территории Республики Беларусь [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://dataportal.belstat.gov.by/osids/indicator-info/10211000046/> (дата обращения: 25.08.2024).

2. Hongrui Chu, Wensi Zhang, Pengfei Bai, Yahong Chen. Data-driven optimization for last-mile delivery // Complex & Intelligent Systems - 2019. - P. 2271–2284.

3. Современные технологии в транспортной отрасли: сборник статей Межд. научно-технической конф., Новополоцк, 25–26 апреля 2024 г./ Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой ; Т.В. Вигерина (гл. редактор). – Новополоцк: ПГУ им. Евфросинии Полоцкой, 2024. – 118–121 с.

4. Science and development 2024: problems and development trends: international conference on the topic, Namangan, 11–12 June 2024/Namangan engineering – construction institute; ed.: Sh.Ergashev Craig [et al.]. – Namangan: Namangan engin. – constr. instit., 2024. – 187–189 p.

Kostyuchenko K., senior lecture
Lobashov O., Grand PhD in Engineering, Professor
Belarusian National Technical University (Belarus, Minsk),
e-mail: oapdd_atf@bntu.by, 220013, Minsk, str. Yakub Kolas,12

ABOUT THE SYSTEM OF GOODS DELIVERY IN THE CITY OF MINSK

Abstract: The continued growth of online commerce leads to a more detailed study of data to assess consumer demand. Moreover, data analysis allows us to identify process efficiency, demand forecasting, route optimization and delivery time. In the context of increasing competition and changing consumer expectations, effective implementation of last mile delivery is becoming a key condition for successful delivery to the consumer.

Keywords: online commerce; consumer goods orders; last mile delivery; data analysis; parcel terminals; crowdsourcing.

*Химакова Алина Алексеевна, студент 3 курса
факультета экономики и бизнес-технологий
Трасковская Юлия Александровна
Белорусский государственный университет транспорта
(Беларусь, Гомель),
e-mail: himakovaalina@gmail.com, 246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34*

РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОЙ И ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ В РАМКАХ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ «ТРАНСПОРТНЫЙ КОМПЛЕКС» НА 2021–2025 ГОДЫ

В статье рассматриваются ключевые направления и результаты развития транспортной и логистической инфраструктуры на железнодорожном транспорте в рамках государственной программы «Транспортный комплекс» на 2021–2025 годы. Особое внимание уделяется модернизации железнодорожных путей, внедрению инновационных технологий и улучшению логистических процессов.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт; эффективность; конкурентоспособность; инфраструктура; модернизация; перевозки.

Развитие транспортного комплекса Республики Беларусь является одной из приоритетных задач государства, учитывая его важную роль в обеспечении экономики страны и повышении качества жизни населения. Государственная программа «Транспортный комплекс» на 2021–2025 годы направлена на совершенствование транспортной и логистической инфраструктуры, что должно обеспечить рост эффективности и устойчивости транспортной системы страны. Мы рассматриваем ключевые аспекты программы в области железнодорожного транспорта, включая её цель, задачи, ожидаемые результаты, перспективы, а также плюсы и минусы её реализации.

Государственная программа «Транспортный комплекс» на 2021–2025 годы утверждена постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 23 марта 2021 г. № 165.

Развитие транспортной и логистической инфраструктуры в области железнодорожного транспорта приведены в подпрограмме 1 «железнодорожный транспорт» Государственной программы. Соответствующей задачей согласно Государственной программы в области железнодорожного транспорта является комплексное развитие железнодорожного транспорта, включая развитие инфраструктуры,

обновление железнодорожного подвижного состава, технические и технологические мероприятия на железнодорожном транспорте.

Белорусская железная дорога (далее – БЖД) обладает развитой инфраструктурой, современным транспортом и использует передовые информационные технологии. В период 2016–2020 годов проводилась электрификация ключевых участков, что способствует переходу на электрическую тягу, снижению выбросов и улучшению качества обслуживания пассажиров.

Железнодорожный транспорт Республики Беларусь играет ключевую роль в обеспечении потребностей экономики и населения в перевозках. В 2020 году грузооборот железнодорожного транспорта составил 42,4 млрд тонно-километров, что на 4 % больше, чем в 2015 году, тогда как пассажирооборот снизился на 47,4 %, достигнув 3,7 млрд пассажиро-километров.

Программа предполагает дальнейшее развитие международных перевозок, включая участие в проекте «Один пояс – Один путь», и совершенствование тарифной политики. Для повышения конкурентоспособности планируется увеличение скорости движения поездов, улучшение качества перевозок и развитие цифровых технологий.

В рамках подпрограммы предусмотрено комплексное развитие железнодорожной инфраструктуры, продолжение электрификации и внедрение инновационных транспортных средств. Это позволит повысить транзитную привлекательность страны, развить цифровые транспортные коридоры и сократить потребление нефтепродуктов, а также открывает следующие перспективы:

1. Модернизация инфраструктуры, включая обновление железнодорожных путей, станций и вокзалов, а также внедрение современных технологий для повышения безопасности и эффективности перевозок.

2. Развитие пассажирских перевозок (планируется улучшение качества обслуживания пассажиров, увеличение скорости и комфорта поездов, а также расширение сети маршрутов).

3. В сфере грузовых перевозок предполагается усиление конкурентоспособности железнодорожного транспорта в сфере грузоперевозок, включая развитие логистических центров и улучшение условий для транзитных перевозок.

4. Экологическая устойчивость направлена на внедрение экологически чистых технологий и снижение негативного воздействия на окружающую среду.

5. Цифровизация (внедрение цифровых технологий для управления перевозками, включая автоматизацию процессов и

использование больших данных для оптимизации маршрутов и графиков движения.

Вышеперечисленные направления развития в рамках Государственной программы сопровождаются целым рядом положительных факторов:

1. Повышение безопасности (модернизация инфраструктуры и внедрение современных технологий способствуют снижению аварийности и повышению безопасности пассажиров и грузов).

2. Улучшение качества обслуживания (обновление подвижного состава и улучшение условий на вокзалах и станциях делают поездки более комфортными и удобными для пассажиров).

3. Экономическая эффективность (развитие логистических центров и оптимизация маршрутов позволяют снизить затраты на перевозки и повысить конкурентоспособность железнодорожного транспорта).

4. Экологическая устойчивость (внедрение экологически чистых технологий помогает снизить выбросы вредных веществ и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду).

5. Цифровизация (автоматизация процессов и использование больших данных позволяют более эффективно управлять перевозками, что приводит к сокращению времени в пути и улучшению точности расписания).

В то же время, нельзя не обратить внимание на потенциальные сложности в ходе реализации программы:

1. Высокие затраты: модернизация инфраструктуры и внедрение новых технологий требуют значительных финансовых вложений, что может увеличить нагрузку на бюджет.

2. Внедрение новых технологий и модернизация могут столкнуться с техническими и организационными трудностями, что может замедлить процесс реализации программы.

3. Временные неудобства: работы по модернизации могут вызвать временные неудобства для пассажиров и грузоотправителей, включая задержки и изменения в расписании.

4. Риски превышения планируемых затрат: в случае недостаточного финансирования некоторые проекты могут быть отложены или реализованы не в полном объеме, что снизит общую эффективность программы.

5. Сопrotивление изменениям: внедрение новых технологий и методов работы потребует дополнительных усилий по обучению и адаптации персонала.

В качестве обобщения отметим следующее. Государственная программа «Транспортный комплекс» на 2021–2025 годы представляет собой стратегически важный документ, направленный на развитие

транспортной инфраструктуры и улучшение нормативного правового регулирования в этой области. Программа обладает значительным потенциалом для повышения эффективности и устойчивости транспортной системы Беларуси, особенно в условиях быстрого технологического прогресса и необходимости интеграции в глобальные логистические цепочки. Однако реализация программы будет зависеть от ряда факторов, включая финансовую стабильность, политическую ситуацию и успешность межведомственного взаимодействия.

До 2025 года существует необходимость разработки новой государственной программы с учётом изменений в технологической, экономической и геополитической среде. Ожидается увеличение в 2025 году грузооборота железнодорожного транспорта до 120 % по сравнению с базовым уровнем 2020 года и рост пассажирооборота до 107,9 %. Значительное обновление железнодорожных путей, станций и вокзалов повысит безопасность и эффективность перевозок. Активное внедрение цифровых технологий для управления перевозками позволит оптимизировать маршруты и улучшить точность расписания. Внедрение экологически чистых технологий поможет снизить негативное воздействие на окружающую среду. Эти меры направлены на создание более эффективной, безопасной и экологически устойчивой железнодорожной системы, что принесет пользу как пассажирам, так и грузоотправителям.

Himakova Alina, 3rd year student

of the Faculty of Economics and Business Technologies

Traskovskaya Yulia

Belarusian State University of Transport (Belarus, Gomel),

e-mail: himakovaalina@gmail.com, 34, Kirova str., 246653, Gomel

DEVELOPMENT OF TRANSPORT AND LOGISTICS INFRASTRUCTURE IN RAILWAY TRANSPORT WITHIN THE FRAMEWORK OF THE STATE PROGRAM "TRANSPORT COMPLEX" FOR 2021-2025

The article discusses the key directions and results of the development of transport and logistics infrastructure in railway transport within the framework of the state program «Transport Complex» for 2021-2025. Special attention is paid to the modernization of railway tracks, the introduction of innovative technologies and the improvement of logistics processes.

Keywords: railway transport; efficiency; competitiveness; infrastructure; modernization; transportation.

Раздел 5. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

УДК 656.13: 656.25

*Харлап Сергей Николаевич, Белорусский государственный университет транспорта (Беларусь, Гомель), кандидат технических наук, доцент,
e-mail: hsn2013@tut.by, 246653, Республика Беларусь, г. Гомель, ул. Кирова, 34
Конопацкая Анастасия Юрьевна, ОАО «Конструкторское бюро системного программирования» (Беларусь, Гомель),
e-mail: anstsknptsk@gmail.com, 246012, г. Гомель, проспект Речицкий, 135*

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ БЕСПИЛОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

В работе выполнен обзор причин нарушения нормальной работы беспилотных транспортных средств, вызванных некорректной работой систем искусственного интеллекта, а также методов, направленных на повышение их функциональной безопасности. Основное внимание уделяется методам оценки робастности систем искусственного интеллекта в условиях воздействия внешних факторов. Рассмотрены типовые методы оценки робастности, в том числе методы повышения устойчивости систем искусственного интеллекта к воздействию электромагнитных помех.

Ключевые слова: беспилотные транспортные средства; система искусственного интеллекта; функциональная безопасность; робастность.

Беспилотные транспортные средства (БТС) – одна из самых передовых технологий, представляющая собой сложную интеграцию искусственного интеллекта (ИИ), сенсоров и систем управления. Эти системы призваны обеспечить автономное вождение с минимальным вмешательством человека. Однако, несмотря на стремительное развитие, ИИ в беспилотных транспортных средствах подвержен ряду рисков, связанных с отказами. Отказы ИИ могут иметь серьёзные последствия, включая угрозы безопасности участников дорожного движения, повреждения имущества и утрату доверия к технологиям. В данной работе рассматриваются основные причины возникновения отказов ИИ в БТС, их риски, а также способы устранения этих проблем.

Рассмотрим далее основные причины отказов ИИ в беспилотных транспортных средствах.

Ошибки восприятия окружающей среды. ИИ в беспилотных транспортных средствах зависит от множества сенсоров, таких как

камеры, лидары, радары и ультразвуковые датчики, которые собирают информацию о дорожной обстановке. Ошибки в восприятии окружающей среды могут возникать:

- по причинам погодных условий: дождь, снег или туман могут исказить или блокировать сигналы сенсоров, приводя к неверному распознаванию объектов;

- из-за многообразия объектов: сложные или непредсказуемые объекты на дороге, такие как животные или мусор, могут быть неправильно классифицированы системой ИИ;

- из-за сбоев в работе сенсоров: выход из строя или неисправность сенсоров может привести к некорректным данным, что приведет к ошибкам в принятии решений.

Недостатки в алгоритмах принятия решений. Алгоритмы, управляющие движением беспилотных транспортных средств, должны быть высокоэффективными и учитывать множество факторов одновременно.

Технические сбои и отказ оборудования. Ошибки в коде или несовместимость компонентов программного обеспечения могут вызвать отказ в работе системы ИИ. Выход из строя процессоров, оперативной памяти или других критически важных компонентов системы может привести к потере контроля над транспортным средством.

Кибератаки. Беспилотные транспортные средства могут стать целью кибератак, направленных на нарушение работы ИИ. Атаки могут изменить параметры управления транспортным средством или вывести его из строя. Внешние манипуляции с данными, поступающими с сенсоров, например, с помощью лазеров или других устройств, могут нарушить корректное восприятие ИИ окружающей среды.

Функциональная безопасность для ИИ играет ключевую роль в обеспечении корректной и безопасной работы систем, особенно в критических приложениях, таких как беспилотные транспортные средства, медицинские устройства и промышленная автоматизация. Цель функциональной безопасности заключается в предотвращении или смягчении опасных ситуаций, вызванных отказами системы или непредвиденными ошибками, путем реализации мер по снижению рисков.

Функциональная безопасность для ИИ основывается на нескольких ключевых принципах.

Предотвращение отказов системы. ИИ, применяемый в сложных системах, должен быть устойчив к отказам как в аппаратной, так и в программной составляющей. Основная задача функциональной безопасности – минимизация риска возникновения опасных ситуаций в случае сбоя или неправильной работы ИИ.

Моделирование рисков. Для управления рисками, связанными с ИИ, важно идентифицировать все возможные сценарии отказов и опасных ситуаций. Для этого используются методы анализа, такие как: FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) – анализ возможных отказов и их последствий; FTA (Fault Tree Analysis) – метод анализа, который помогает идентифицировать основные причины отказов системы.

Устойчивость к непредсказуемым ситуациям. ИИ должен быть спроектирован так, чтобы справляться с неожиданными или нестандартными ситуациями, которые могут возникнуть в реальной жизни. ИИ должен быть обучен на данных, представляющих различные сценарии, включая необычные и опасные ситуации. Система должна адаптироваться к быстро меняющимся условиям, особенно если стандартные алгоритмы не могут дать решение.

Наиболее перспективными направлениями по повышению функциональной безопасности систем искусственного интеллекта являются следующие направления.

Автоматическое обнаружение угроз. Развитие систем автоматического обнаружения угроз (IDS) и систем предупреждения об аномалиях (IPS) для алгоритмов ИИ позволяет оперативно обнаруживать подозрительное поведение и атаки на модели и данные.

Дифференциальная конфиденциальность. Разработка методов дифференциальной конфиденциальности, которые позволяют анализировать данные, не раскрывая личную информацию, что обеспечивает защиту приватности пользователей.

Технологии защиты от уязвимостей. Исследования направлены на разработку методов обнаружения и защиты от уязвимостей в моделях и алгоритмах ИИ, чтобы предотвратить атаки, основанные на выявленных уязвимостях.

Автоматизация безопасности. Разработка инструментов и платформ для автоматического анализа безопасности моделей и алгоритмов ИИ, а также для автоматического внедрения мер безопасности.

Наиболее распространенные ошибки ИИ заключаются в неправильном распознавании окружающей среды, связанном с внешними воздействиями.

Проверка на робастность ИИ для устранения ошибок восприятия окружающей среды является важным шагом в обеспечении надежности и безопасности беспилотных транспортных средств. Под робастностью понимается устойчивость системы к внешним изменениям и возмущениям, которые могут возникать в реальной дорожной среде, включая различные погодные условия, непредсказуемые объекты и искажения данных сенсоров.

Проблемы восприятия окружающей среды. Восприятие окружающей среды является ключевым компонентом работы ИИ в беспилотных транспортных средствах. Ошибки восприятия могут возникать из-за неадекватной обработки данных от сенсоров (камер, лидаров, радаров), неправильного распознавания объектов на дороге, сложных погодных условий (туман, дождь, снег), которые ухудшают видимость, сбоев в работе аппаратуры или программных алгоритмов. Проверка на робастность ИИ заключается в оценке того, как система справляется с этими внешними факторами и насколько устойчиво её поведение в сложных или нестандартных ситуациях.

Рассмотрим типовые методы проверки робастности ИИ:

Моделирование внешних условий. Один из методов проверки робастности заключается в создании симуляций различных внешних условий. В симуляторе можно воспроизвести различные сценарии, включая погодные изменения (снегопад, дождь, густой туман), препятствия на дороге (животные, дорожные работы, разбросанный мусор). ИИ подвергается тестированию в этих условиях, и оценивается его способность правильно идентифицировать объекты и адекватно реагировать на изменения в окружающей среде.

Аугментация данных. Для повышения робастности ИИ применяют аугментацию данных – искусственное создание вариаций исходных данных для обучения. Например, изображение дороги можно обработать для имитации различных погодных условий (дождь, снег) или изменения освещённости (день/ночь). Это помогает ИИ научиться корректно распознавать объекты в различных контекстах и минимизировать вероятность ошибок восприятия.

Тестирование на «загрязнённых» данных. В реальных условиях данные сенсоров могут быть искажены, например, из-за грязи на камерах или осадков на лидарах. Проверка на робастность включает тесты на «загрязнённых» данных – ИИ обучается и тестируется на данных с определёнными искажениями. Это помогает системе развить устойчивость к небольшим потерям или искажениям информации.

Использование конкурирующих моделей. Один из способов устранения ошибок восприятия – применение нескольких параллельных моделей ИИ, каждая из которых анализирует поступающие данные с разных типов сенсоров. Например, лидары могут компенсировать недостатки камер в условиях низкой видимости, и наоборот. Эти модели могут сравнивать свои результаты, повышая общую точность и надёжность системы.

Для устранения ошибок восприятия есть некоторые методы, которые следует детально рассмотреть.

Многосенсорные системы. Надежность восприятия окружающей среды можно улучшить за счёт использования нескольких источников данных: камеры, лидары, радары и ультразвуковые сенсоры. Многосенсорные системы позволяют ИИ компенсировать недостатки одного сенсора данными с другого. Например, лидар может точно определить расстояние до объекта, когда камера не может этого сделать из-за плохой видимости.

Фильтрация и обработка данных. Для устранения ошибок восприятия применяется фильтрация данных, позволяющая отсеивать шумы и искажения. Одним из распространённых методов является фильтр Калмана, который использует поступающие данные для предсказания и корректировки траекторий объектов, помогая уменьшить неопределённость.

Глубокое обучение и регуляризация. Для повышения робастности можно использовать методы глубокого обучения, такие как сверточные нейронные сети (CNN), которые лучше справляются с распознаванием объектов на сложных изображениях. Важно применять методы регуляризации (например, dropout или L2-регуляризация), чтобы избежать переобучения модели на определённых данных и улучшить её способность к обобщению новых ситуаций.

Обратная связь и самообучение. Беспилотные транспортные средства могут быть оборудованы механизмами обратной связи, которые позволяют ИИ обучаться на реальных данных в режиме реального времени. Если система сталкивается с ошибкой в распознавании объекта, она может корректировать свои алгоритмы, улучшая точность работы в будущем.

Проверка на робастность ИИ при воздействии электромагнитных помех (ЭМП) – это важный этап в обеспечении безопасности и надежности работы систем, использующих искусственный интеллект, особенно в критических сферах, таких как беспилотные транспортные средства, авиация, медицина и промышленные устройства. Электромагнитная совместимость (ЭМС) предполагает способность системы нормально функционировать в условиях ЭМП, которые могут возникать как от внешних, так и от внутренних источников.

ИИ-системы, особенно в автономных устройствах, используют множество электронных компонентов, таких как процессоры, сенсоры, антенны, которые могут быть подвержены воздействию электромагнитных полей. Если ИИ-устройства не защищены от электромагнитных помех, это может привести к следующим проблемам: нарушение работы сенсоров и их некорректная интерпретация окружающей среды, сбой в работе ИИ-алгоритмов из-за ошибок в передаче или обработке данных, потеря связи с другими системами или

внешними устройствами, риск полного отказа системы, что особенно критично для беспилотных транспортных средств и медицинских приборов.

Электромагнитные помехи могут возникать из различных источников, как внешних, так и внутренних.

Внешние ЭМП исходят от других устройств, таких как мобильные телефоны, радиопередатчики, линии электропередач и т. д.

Внутренние ЭМП генерируются внутри самой системы из-за работы процессоров, электродвигателей или других электронных компонентов.

Методы проверки робастности ИИ на электромагнитную совместимость включают в себя:

– **лабораторные испытания на ЭМС.** Одним из основных методов проверки робастности на электромагнитную совместимость является тестирование в специализированных лабораториях. В лабораторных условиях создаются контролируемые электромагнитные помехи различных частот и интенсивностей, чтобы проверить, как система ИИ справляется с этими условиями;

– **анализ источников ЭМП.** Для минимизации рисков электромагнитных помех проводится анализ потенциальных источников ЭМП как внутри системы, так и снаружи;

– **экранирование и защита от помех.** Одним из способов повышения устойчивости к электромагнитным помехам является экранирование и использование защитных схем.

Для устранения рисков, связанных с электромагнитными помехами, можно применять следующие меры:

– **комплексная изоляция систем.** Все критические компоненты ИИ-системы, включая сенсоры, процессоры и коммутационные устройства, должны быть защищены от внешних и внутренних источников ЭМП с помощью экранирующих материалов и конструкций;

– **резервирование систем.** В условиях повышенного риска электромагнитных помех полезно использовать резервные системы, которые могут взять на себя управление, если основная система ИИ столкнется с отказами;

– **мониторинг и диагностика ЭМП.** Современные системы могут включать датчики, отслеживающие уровень электромагнитных помех в реальном времени. Это позволит своевременно диагностировать угрозы и адаптировать работу системы для минимизации рисков;

– **обучение ИИ на данных, подверженных ЭМП.** Для того чтобы ИИ был готов к работе в условиях помех, можно включить в процесс обучения данные, которые содержат искажения или шумы, вызванные

электромагнитными помехами. Это позволит ИИ лучше адаптироваться к реальным условиям эксплуатации.

Проверка на робастность ИИ – это критически важный процесс для повышения безопасности и надёжности беспилотных транспортных средств. Она включает моделирование различных условий, аугментацию данных, использование многосенсорных систем и применение передовых методов машинного обучения. Только за счёт тщательной проверки на устойчивость можно минимизировать риски ошибок восприятия окружающей среды и обеспечить бесперебойную работу ИИ в реальных дорожных условиях. Комплексное тестирование, экранирование, алгоритмическая обработка данных и защита от электромагнитных помех помогут обеспечить устойчивость и надёжность работы ИИ-систем в реальных условиях.

В заключении необходимо отметить, что развитие стандартов, нормативов и технологий безопасности в области ИИ является ключевым элементом обеспечения доверия к этим технологиям и их успешного внедрения в различные отрасли и области применения. Также важно отметить, что вопросы этики и социальной ответственности в использовании ИИ играют все более значимую роль. Необходимо уделять должное внимание обеспечению прозрачности, справедливости и ответственности при разработке и применении систем ИИ.

Следует подчеркнуть, что развитие и внедрение искусственного интеллекта на транспорте представляет собой важный шаг к современной и безопасной транспортной системе. Однако, для успешного осуществления этого процесса необходимо уделить должное внимание функциональной безопасности. Работа в этом направлении должна быть осуществлена с учетом высоких стандартов надежности и безопасности, а также с учетом социальной ответственности перед обществом.

1. Ответственность за причинение ущерба высокоавтоматизированным транспортным средством: состояние и перспективы [Электронный ресурс] – 2019. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/otvetstvennost-za-prichinenie-uscherba-vysokoavtomatizirovannym-transportnym-sredstvom-sostoyanie-i-perspektivy/viewer>. – Дата доступа: 19.08.2024.

2. Беспилотные транспортные средства: новые вызовы общественной безопасности [Электронный ресурс] – 2019. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/bespilotnye-transportnye-sredstva-novye-vyzovy-obshchestvennoy-bezopasnosti/viewer>. – Дата доступа: 19.08.2024.

3. Потенциал искусственного интеллекта в беспилотных автомобилях [Электронный ресурс] – 2023. – Режим доступа: vestnik-glonass.ru/~DuD12. – Дата доступа: 20.08.2024.

4. ПНСТ 836 – 2023. Функциональная безопасность и системы искусственного интеллекта. Предварительный национальный стандарт

Российской Федерации. – Москва: Российский институт стандартизации, 2023 – 70 с.

Kharlap Siarhei,

Belarusian State University of Transport (Belarus, Gomel),

Ph.D. in Technical Science, A.P.

e-mail: hsn2013@tut.by, 34, Kirova str., 246653, Gomel

Konopatskaya Anastasia,

Design Bureau of System Programming (Belarus, Gomel),

e-mail: anstsknptsk@gmail.com, 135, Rechitsky ave., 246012, Gomel

REVIEW OF EXISTING METHODS FOR IMPROVING THE FUNCTIONAL SAFETY OF UNMANNED VEHICLES

The work provides an overview of the reasons for disruption of the normal operation of autonomous vehicles caused by incorrect operation of artificial intelligence systems, as well as methods aimed at increasing their functional safety. The main attention is paid to methods for assessing the robustness of artificial intelligence systems under the influence of external factors. Standard methods for assessing robustness are considered, including methods for increasing the resistance of artificial intelligence systems to the effects of electromagnetic interference.

Keywords: autonomous vehicles; artificial intelligence systems; functional safety; robustness.

Бойко Наталия Семеновна, кандидат юридических наук,
доктор исторических наук, профессор кафедры ЛЭиБП
e-mail: nboenko2005@mail.ru

Сучков Александр Владимирович, старший преподаватель кафедры ЛЭиБП
Ульяновский институт гражданской авиации ФГБОУ ВО имени Главного
Маршала авиации Б. П. Бугаева (Россия, Ульяновск)
e-mail: sasa40@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ ЗАКОНЦОВОК НА АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРЫЛА

Аннотация: В статье рассмотрены определенные типы законцовок (концевые крылышки, винглеты) крыла, которые значительно распространены в самолётостроении за счёт положительного влияния в снижении индуктивного сопротивления и, соответственно, повышения экономичности воздушных судов. На данный момент активно ведутся исследования и разработки наиболее эффективных типов законцовок крыла, которые будут эффективны во диапазоне эксплуатируемых углов атаки. В связи с наличием большого количества типов законцовок встает вопрос выбора определенного, наиболее эффективного из них. В данной статье приведен анализ влияния различных типов законцовок крыла, с целью определения наилучшего по влиянию на АДХ крыла.

Ключевые слова: концевые крылышки и винглеты крыла; самолётостроение; индуктивное сопротивление; воздушное судно; угол атаки.

Законцовки крыла (концевые крылышки, винглеты, концевые шайбы и т. п.) – небольшие дополнительные элементы на концах плоскостей крыла в виде крылышек или шайб, увеличивающие эффективный размах крыла и снижающие индуктивное сопротивление.

Законцовки крыла позволяют бороться с отрицательным эффектом индуктивного сопротивления, вызванного перетеканием воздуха с нижней поверхности крыла на верхнюю, уменьшая его и увеличивая удлинение крыла без изменения размаха крыла. Помимо этого, за счёт препятствия перетеканию воздуха увеличивается подъемная сила крыла [1].

Первые типы законцовок были запатентованы английским инженером Ф. Ланчестером в 1897 году. С этого момента и по сей день, форма и концепция законцовок значительно развилась и видоизменилась. Суммарно, за счёт использования различных видов законцовок удалось достичь экономии топлива порядка 4–10 % [2].

Для сравнительного анализа были использованы различные типы законцовок крыла с одинаковыми геометрическими характеристиками, такими как удлинение, длина хорды, относительное утолщение и с одинаковым профилем [3].

Сравнение проводилось для таких типов законцовок, как обычный винглет, шайба Уиткомба, концевая шайба и спиралевидная законцовка (рис. 1).

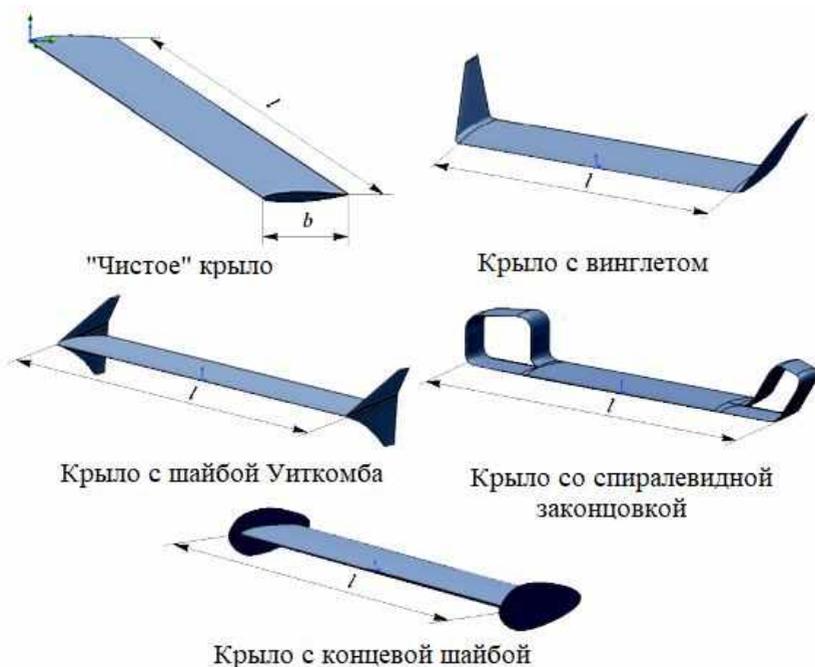


Рис. 1. Крылья с различными типами законцовок

Для расчёта показателей и визуализации вихрей использовался метод компьютерного моделирования.

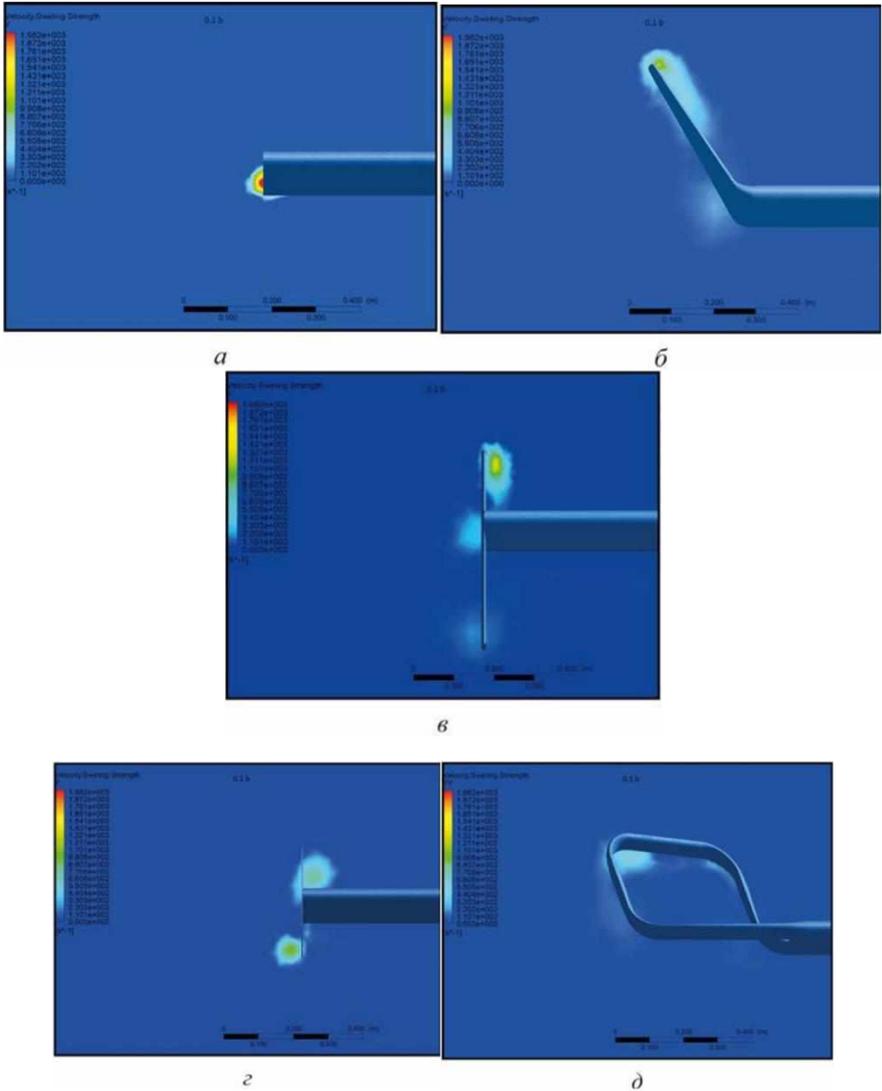


Рис. 2. Визуализация интенсивности вихрей позади крыла

На рисунке 2 видно, что наиболее интенсивный вихрь достигается без использования законцовок на крыле.

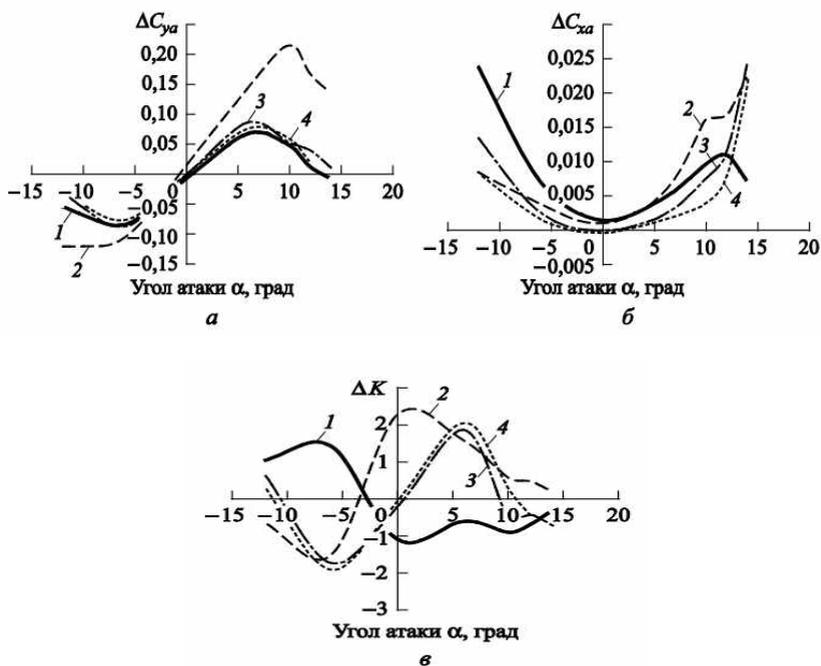


Рис. 3. Графики зависимости приращения коэффициента подъемной силы (а), лобового сопротивления (б) и качества (в) от угла атаки: 1 – со спиралевидной законцовкой; 2 – с обычным винглетом; 3 – с шайбой Уиткомба; 4 – с шайбой

В качестве критерия сравнения было использовано аэродинамическое качество. Данный показатель был выбран, так как при установке законцовок изменяется как значение коэффициента подъемной силы, так и лобового сопротивления [4].

Как видно из рисунка 3, при использовании обычного винглета достигается наибольшее приращение качества вблизи нулевого угла атаки. Основной причиной является отклонение винглета по вертикали. Обычный винглет имеет положительное приращение качества на всех углах атаки.

АДХ крыла с концевой шайбой и с шайбой Уиткомба имеют практически одинаковое значение. Отсюда следует, что значительное влияние на АДХ крыла с законцовками оказывает угол отклонения законцовок [2, 5].

Использование спиралевидной законцовки не оказало положительного эффекта на значение качества крыла. Это связано с тем, что одна горизонтальная часть законцовки не даёт прироста подъемной силы, а передняя горизонтальная часть представляет собой малое крыло, которое так же создает отрывные вихри. Из двух вертикальных частей законцовки, только концевая участвует в локализации вихря. Вследствие данных особенностей спиралевидная законцовка приводит лишь к уменьшению аэродинамического качества [3].

По результатам сравнения, наиболее эффективным оказалось использование обычного винглета, ведь при этом достигается прирост качества во всём диапазоне эксплуатируемых углов атаки.

При использовании концевой шайбы и шайбы Уиткомба приращение наблюдается лишь при малых углах атаки, а при дальнейшем увеличении – отрицательно влияние на приращение качества [2].

Спиралевидная законцовка не внесла каких-либо положительных изменений.

Таким образом видно, почему на современных воздушных судах в основном используются обычные винглеты и их разновидность – шарклеты.

1. Wingtips: [Электронный ресурс]. М., 2018. URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/wingtips>. (дата обращения: 15.08.2024).

2. The effect of Whitcomb winglets and other wingtip modifications on wake vortices: [Электронный ресурс]. М., 2024. URL: <https://vtechworks.lib.vt.edu/items/17bd4559-3ab1-4368-b52b-217a18d613d2>. (дата обращения: 10.09.2024).

3. Experimental investigation of a new spiral wingtip: [Электронный ресурс]. М., 2024. URL: <https://commons.erau.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1213&context=ijaaa>. (дата обращения: 11.07.2024).

4. Законцовка крыла: [Электронный ресурс]. М., 2024. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Законцовка_крыла. (дата обращения: 07.09.2024).

5. Влияние винглетов на АДХ крыла: [Электронный ресурс]. М., 2024. URL: <https://clck.ru/38B2Do>. (дата обращения: 11.09.2024).

Boyko Natalia, Candidate of Legal Sciences, Doctor of Historical Sciences,
Professor of the Department of Economics and Safety
e-mail: nboyko2005@mail.ru

Suchkov Alexander, senior lecturer of the Department of Physical Safety
and Health of the Federal State Budgetary Educational
Institution of Higher Education named after Chief Marshal of Aviation B.P. Bugaev
(Russia, Ulyanovsk),
e-mail: sasa40@yandex.ru

THE INFLUENCE OF WINGLETS ON THE AERODYNAMIC CHARACTERISTICS OF A WING

Annotation: The article discusses certain types of wing tips (tip wings, winglets), which are widely used in aircraft construction due to their positive effect in reducing induced drag and, accordingly, increasing the efficiency of aircraft.

At the moment, research and development of the most effective types of wing tips that will be effective in the range of operating angles of attack are actively underway.

Due to the presence of a large number of types of endings, the question arises of choosing a specific, most effective one. This article provides an analysis of the influence of various types of wing tips in order to determine the best one in terms of influence on the wing ADC.

Keywords: wing tips and winglets; aircraft construction; induced drag; aircraft; angle of attack.

Алешко Александр Анатольевич, заведующий отделом технической эксплуатации транспортных средств

Яцкевич Денис Джонович, заместитель заведующего отделом технической эксплуатации транспортных средств

Белорусский научно-исследовательский институт транспорта «Транстехника» (Беларусь, Минск)

e-mail: teh@niit.by, 220005, г. Минск, ул. Платонова, 22А

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОБУСА

Рассмотрены история и этапы развития нового вида пассажирских транспортных средств.

Ключевые слова: Электробус; электрический автобус; накопитель электроэнергии; электромобиль; троллейбус; автобус; техническое обслуживание; аккумулятор.

Электрические автомобили, достигшие вершин развития в начале XX века, практически полностью исчезли до начала XXI века и возродились, когда потребовался малотоксичный и экологичный транспорт.

Первый удачный электрифицированный фургон был представлен в США Ульямом Моррисоном в 1890 году. Электромобиль был шестиместным и развивал скорость 22,5 км/ч [1]. Только через 10 лет на всемирной Парижской выставке был представлен электробус на железных колесах. Еще через 6 лет 18 апреля Лондонская компания «London Electrobuses Co» выпустила свой электроавтобус. Уникальный, мощностью около 15 лошадиных сил электродвигатель, изготовлен Французской компанией «Томсон Хьюстон электрик», аккумуляторная батарея весила более одной тонны. После удачных испытаний в середине 1907 года открывается регулярное движение по маршруту: вокзал Виктория–улица Ливерпуль стрит. Запас хода составлял примерно 60 километров, что вполне хватало для четырех поездок по маршруту. Затем разряженные батареи сменялись заряженными. В 1908 году в компании эксплуатировалось 20 таких транспортных средств. Следует отметить, что термин «Электробус» возник от названия Лондонской компании «London Electrobuses Co» и стал нарицательным.

В Российской империи электрический автобус пассажироместимостью 15 человек собран в 1902 году на фабрике Дукс с запасом хода почти 70 км. Создателем машины является И. Романов,

который был известен изобретением двухместного электромобиля «Кукушка» в 1899 году [2].

В начале 20 века бурное развитие автомобилестроения и широкое применение двигателей внутреннего сгорания привело к всемирному сокращению использования электромобилей, которые продолжали эксплуатироваться еще какое-то время в качестве общественного и железнодорожного транспорта.

В настоящее время наибольшее количество электробусов в мире эксплуатируется в Китайской Народной Республике. По данным [3] только к началу 2021 года количество экологически чистых городских автобусов в Китае достигло почти полмиллиона единиц, что составило больше 66 % от общего числа городского пассажирского транспорта. Основными мировыми производителями электробусов являются Китайские компании BYD и Yutong, CAF (Испания, США), Группа ВДЛ (Нидерланды) и АВ Volvo (Швеция).

По данным [4] лидером на европейском рынке электромобилей в 2023 году стала Великобритания, рост регистраций составил 76,1 %, достигнув в общей сложности более 1200 новых единиц в 2023 году по сравнению с 685 в 2022 году. В 2023 году на дорогах Германии эксплуатировались 753 электробуса общей массой более восьми тонн после 548 штук в 2022 году. Общее количество таких электробусов в Германии возросло до 2500 единиц. Это около 4 % всех автобусов данной массы. Страной с самым стремительным ростом является Португалия, там в 2023 году регистрируется 364 электробуса вместо 52 в 2022 году. Также значительно возросло количество электрических машин в Бельгии с 42 до 172.

В России, Москва – единоличный лидер по количеству эксплуатируемых электробусов, на середину 2024 года их количество достигло 1500 единиц. Производством московских электробусов в основном занимаются «Группа ГАЗ» и ПАО «КАМАЗ».

В перспективе модернизация электробуса, это повышение числа сидячих мест, объема остекления и др. За пять лет планируется внедрить компоненты беспилотного управления, беспилотную установку электробуса на зарядку, а также увеличение запаса хода на одном заряде. В Москве электробусы обслуживаются по контракту жизненного цикла, т. е. производителю оплачиваются затраты на их техническое обслуживание (ТО) в течение всего срока службы в 15 лет, что вдвое больше эксплуатации дизельного автобуса.

Второй страной по количеству эксплуатируемых электробусов на постсоветском пространстве является Республика Казахстан. На середину 2023 года в Казахстане эксплуатировалось 135 электробусов, в том числе в городах Алматы 32 единицы и 67 в Астане [5]. Основной поставщик

электробусов в Казахстане костанайская компания ТОО «СарыаркаАвтоПром». Предприятие локализовало производство двух марок электрических автобусов от мировых лидеров этого сегмента китайских компаний Yutong и Ankaï.

В Республике Беларусь первые электробусы Vitovt моделей E420 и E433, производства ОАО «УКХ «БКМ», представлены городской общественности в 2016 году. Эти машины оборудованы суперконденсаторами (ионисторами), подзаряжаемыми через полупантограф, с подзарядкой на конечных остановочных пунктах маршрута. Запас хода без подзарядки составляет 12,5 км [6].

На базе кузова троллейбуса АКСМ-321 разработан электробус E321 с запасом хода до 50 км и временем зарядки не более 8 минут. Срок службы суперконденсаторов, использованных для электробуса, составляет 90 тысяч циклов зарядки-разрядки. Серийное производство электробусов белорусским предприятием ОАО «УКХ «БКМ» начато в 2017 году.

В мае 2021 года ОАО «МАЗ» передало в эксплуатацию АП 1 Государственного предприятия «Минсктранс» низкопольные электробусы МАЗ 303Е10. В электробусе установлены литий-железо-фосфатные аккумуляторные батареи, отличающиеся высокой удельной емкостью в 412 А·ч и длительным сроком службы. Расчетный запас хода электробуса составляет до 300 км.

В зависимости от количества аккумуляторов в накопителе электроэнергии емкость аккумулятора и запас хода может меняться. Основные технические характеристики электробусов, эксплуатируемых на территории ЕЭС, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Модель	БКМ E321 Olgerd	БКМ E433 Vitovt	КАМАЗ 6282	ЛиАЗ 6274	МАЗ 303Е	MAN Lions Citi 12E	Volgabus 5270.E0
Длина, м	12,5	18,75	12,4	12,0	12,425	12,2	11,99
Пассажиро- вместимость, чел	67	153	85	85	90	77	90
Кол-во мест для сидения, шт	30	38	35	30	35	36	28-33
Снаряженная масса, кг	12000	17550	Н. д	12200	13500	13000	12900
Полная масса, кг	18000	28000	18800	18000	18000	19500	19000
Мощность двигателя, кВт	150	160	2x125	2x125	300	270	120

Емкость аккумулятора, кВт ч	32	34	80	77	412	480	240
Запас хода, км	50	12,5	50	59	300	270	300
Тип зарядки	Ультра быстрая	Ультра быстрая	Ультра быстрая	Ультра быстрая	ночная	ночная	ночная

Совет Евразийской экономической комиссии (ЕЭК) 12.12.2023 одобрил разработку проекта Межгосударственной программы «Евразийский электробус». Текст подготовлен по инициативе Республики Беларусь в развитие рекомендации Совета Комиссии от 15.02.2023 о развитии кооперационного сотрудничества стран ЕЭС при формировании и реализации проектов в области электромобилестроения [7].

Как отметил министр промышленности и агропромышленного комплекса ЕЭК Артак Камалян: – «Главной целью Межгосударственной программы является удовлетворение потребностей союзного рынка электробусов в высоко локализованной продукции, произведенной в нашем Союзе». Одной из задач программы является развитие научно-исследовательских и опытно-конструкторских решений в сфере производства электробусов и сокращение импортной составляющей в стоимости компонентов.

На первом этапе участие в разработке и реализации проекта межгосударственной программы подтвердили шесть предприятий – ООО «Айрон стрим» (Армения); ОАО «УКХ «Белкоммунмаш», Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, ОАО «МАЗ» (Беларусь); ПАО «Камаз», ООО «РЭНЕРА» (Россия).

В Республике Беларусь постановлением Совмина утверждена и действует Комплексная программа развития электротранспорта на 2021–2025 годы. За 5 лет предполагается создать все условия для производства транспортных средств на электрической тяге, расширить инфраструктуру и оптимизировать влияние на экологию [8].

Однако, наряду с достоинствами, эксплуатация электробуса имеет ряд недостатков, в т. ч. в сфере технического обслуживания (ТО) и ремонта.

Важным фактором долговечности накопителя энергии является среднее значение циклов зарядки и разрядки. Для современных литий-железо-фосфатных аккумуляторных батарей, из которых и состоит накопитель энергии, это значение составляет от 4 до 8 тыс. циклов, что ориентировочно соответствует от 5 до 10 годам, в зависимости от интенсивности использования. Для правильной работы накопителя энергии необходимо контролировать температуру и напряжение в ячейках и др. Каждые 6 месяцев или через 200 циклов с использованием

специального оборудования производится полная разрядка и зарядка ячеек.

Согласно СТБ 2531-2018 «Перевозка пассажиров. Термины и определения», электробус – это разновидность автобуса, хотя накопители энергии (суперконденсаторы, аккумуляторы) различных марок электробусов имеют диапазон напряжения аккумулируемой энергии от 320 до 600 В, а высоковольтное электрооборудование электробуса функционирует в диапазоне напряжения постоянного тока от 320 до 720 В, аналогично электрооборудованию троллейбуса.

В соответствии с пунктом 9.3 СТБ 960-2011 «Техническое обслуживание и ремонт транспортных средств. Общие требования безопасности» к проверке электрооборудования троллейбуса должны допускаться лица не моложе 18 лет, прошедшие специальную подготовку и имеющие удостоверение на допуск к работам в электроустановках и квалификационную группу не ниже III группы по электробезопасности. Государственная нормативная и технологическая база для безопасной эксплуатации электробусов в Республике Беларусь отсутствует.

Белорусские производители электробусов представляют технологическую документацию для проведения ТО в условиях сервисного центра. Опыт проведения ТО показал наличие недостатков в технологической документации и проведении ТО в условиях эксплуатирующей организации.

Начиная с 2024 года БелНИИТ «Транстехника» для Государственного предприятия «Минсктранс» разрабатывает технологическую документацию для ТО электробусов белорусского производства.

По экспертной оценке, оптимальное выполнение технологических операций ТО и ремонта транспортных средств приводит к повышению межремонтного пробега автомобилей и снижению затрат на ТО и ремонт на 10–15 %, и позволяет обеспечить планируемый ресурс эксплуатации.

1. История развития электротранспорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://en.wikipedia.org/>. – Дата доступа: 21.08.2024.

2. Битюков, М.В. Эксплуатация электробусов в России / М. В. Битюков. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2022. – № 48 (443). – С. 21-25 – Режим доступа <https://moluch.ru/archive/443/97193/>. – Дата доступа: 21.08.2024.

3. В автопарках КНР насчитывается 66 % электробусов [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://en.wikipedia.org/>. – Дата доступа: 21.08.2024.

4. Рост электробусов в России и Европе за 2023. Показатели и прогнозы. [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://vc.ru/>. – Дата доступа: 23.08.2024.

5. Электробус по-казахстански. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://Электробус/elektrobus-po-kazahstanski-kitayskiy-recept.htm>. – Дата доступа: 26.08.2024.

6. Транспорт, которому доверяют. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://holdingbkm.com>. – Дата доступа: 23.08.2024.

7. Евразийская экономическая комиссия. [Электронный ресурс]. – Режим доступа [https:// eec.eaeunion.org](https://eec.eaeunion.org). – Дата доступа: 23.08.2024.

8. О Комплексной программе развития электротранспорта на 2021–2025 годы. [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100213>. – Дата доступа: 28.08.2024.

*Aleshko Alexander, Head of the Department of Technical Operation of Vehicles
Yatskevich Denis, Deputy Head of the Department of Technical Operation of Vehicles
Belarusian Research Institute of Transport «Transtekhnika» (Belarus, Minsk),
e-mail: teht@niit.by, 220005, Minsk, Platonova str., 22A, Belarus*

THE HISTORY OF THE CREATION AND OPERATION OF THE ELECTRIC BUS

The stages of development of a new type of passenger vehicles are considered.

Keywords: Electric bus; electric power storage; electric car; trolleybus; bus; maintenance; battery.

Афанасьев Алексей Павлович, директор
ОАО «Белсудопроект», (Беларусь, Гомель)
e-mail: aleks.afanassiev@gmail.com

Афанасьева Евгения Викторовна,
БелНИИТ «Транстехника», (Беларусь, Минск)
e-mail: E.afanassieva@niit.by, 220005, г. Минск, ул. Платонова 22А

Качанов Игорь Владимирович, доктор технических наук

Денисов Владислав Александрович
Белорусский национальный технический университет
«ГЭСВТГ» (Беларусь, Минск),
e-mail: hidrokaf@bntu.by, 220013, г. Минск, проспект Независимости, 65

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВОЗДУШНОЙ КАВЕРНЫ НА СУДАХ РЕЧНОГО ФЛОТА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Аннотация: В статье предлагаются конструкторские решения по созданию воздушной каверны под днищем судов речного флота Республики Беларусь. Для буксиров толкачей проекта 570 подробно рассмотрены две схемы создания воздушной каверны: блочно-пакетная и трубчато-перфораторная. Для баржебуксирных составов рассмотрена система кавернообразования, состоящая из трех продольных ограничительных скегов-ресиверов, выполняющих роль источника принудительной подачи воздуха, для создания и поддержания воздушной каверны под днищем баржи проекта 775. Предложенные конструкторские решения позволят повысить эксплуатационные характеристики судов речного флота, особенно в условиях мелководья и ограниченности фарватера.

Ключевые слова: буксир; баржа; воздушная каверна; скеги; трубы; компрессор.

Для повышения технико-эксплуатационных характеристик судов речного флота Республики Беларусь в условиях ограниченности фарватера и на мелководье на кафедре ГЭСВТГ БНТУ было предложено использование под днищем речных судов воздушной каверны. При выполнении научно-технических договоров № 2241/186 от 05.06.2018 и № 2402/20с от 02.06.2020 с ОАО «Белсудопроект» (г. Гомель) были проведены теоретические и экспериментальные исследования по созданию воздушных каверн под днищем буксира толкача проекта 570 и баржи проекта 775, которая входила в баржебуксирный состав.

Чтобы каверна обеспечивала существенное снижение буксировочного сопротивления, она должна иметь оптимальные характеристики: большую площадь в плане, повышенное избыточное давление и плавное замыкание. Большая площадь каверны необходима

для изоляции от воды максимально возможной площади смоченной поверхности корпуса. Повышенное избыточное давление позволяет каверне нести на себе значительную часть веса судна, обеспечивая наибольшее всплытие корпуса. Плавное замыкание требуется для уменьшения объемов воздуха, подаваемого под днище, что приводит к снижению мощности, необходимой для работы компрессора.

Своим внешним обликом, особенно обводами носовой оконечности, судно с каверной похоже на традиционное. Отличие заключается в наличии днищевой ниши, где создается одна каверна или система из нескольких каверн. Длина этой ниши может составлять от 50 до 70 % длины судна, а ширина – до 90 % ширины корпуса. Носовая часть ниши ограничена поперечным реданом стреловидной формы. С боков ее ограждают скеги, днищевая поверхность которых является плавным продолжением поверхности днища перед реданом (рис. 1).



Рис. 1. Внешний вид судна с каверной

Чтобы каверна обладала оптимальными характеристиками, необходимо тщательно согласовать три области днища, ограничивающие нишу. Первая область, которая формирует каверну, расположена в районе редана. В этой области подбираемыми параметрами являются положение редана по длине корпуса и форма редана в плане. Вторая область представляет собой скеги, препятствующие уносу воздуха в сторону бортов. У скегов выбирают ширину и высоту. Третья, самая ответственная область днища, на которой происходит замыкание каверны, расположена между скегами вблизи транца. Для этой области подбирают ее высоту над основной плоскостью, угол наклона и форму поперечного сечения. Геометрия этой области во многом зависит от выбранной формы редана, расчетной скорости судна и его посадки.

При правильно подобранной геометрии днища можно добиться значительного снижения сопротивления и снижения энергетических затрат на подачу воздуха в каверну до величин, не превосходящих 2–3 % затрат на движение. Столь незначительный расход воздуха позволяет использовать для привода компрессоров электродвигатели, питаемые от штатного дизель-генератора, устанавливать компрессоры на валу главного двигателя. На небольших быстроходных судах в ряде случаев вообще можно обойтись без компрессоров, а вместо них использовать выхлопные газы главных дизелей. Следует отметить, что большинство производителей дизелей не возражают против небольшого избыточного давления на выходе газовыхлопа.

Количество каверн зависит главным образом от скорости судна. Для глиссирующих судов достаточно сформировать одну каверну. Для водоизмещающих судов одной каверны недостаточно, чтобы обеспечить изоляцию от воды значительной области днища. В этом случае необходимо создать систему из нескольких каверн, следующих одна за другой. Задача выбора днищевых обводов с системой каверн значительно усложняется, поскольку придется подбирать геометрию участков днища, расположенных между кавернами. Эти участки должны одновременно служить для замыкания одной каверны и формирования следующей, причем каждая из каверн может иметь свои индивидуальные характеристики. При этом следует стремиться к тому, чтобы все каверны имели плавное замыкание, высокое избыточное давление, а замытые водой участки днища между кавернами были как можно меньше. Рекордной по количеству каверн была модель быстроходного водоизмещающего судна с системой из шести каверн.

Интерес вызывает и создание каверн на судах, имеющих две заданные скорости. Решение этой задачи представляет еще большую сложность. Поскольку длина каверны зависит от скорости судна, на разных скоростях необходимо создавать системы из разного количества каверн. Особенность выбора профилировки днища заключается в том, что при увеличении скорости она должна обеспечить попарное объединение каверн. При этом часть промежуточных реданов поглощаются кавернами и тем самым изолируются от контакта с водой.

Для определения профилировки днища, обеспечивающей формирование каверн с оптимальными характеристиками, технология должна включать компьютерное проектирование днищевых обводов, последующую отработку этих обводов на буксировочных моделях в гидравлическом лотке или опытовом бассейне, согласование каверн с движителем, пересчет результатов испытаний на натурное судно и выбор параметров системы подачи воздуха.

Многолетние модельные испытания речных, смешанного «река-море» плавания и морских судов (всего 13 различных типов), а также натурные испытания речной баржи грузоподъемностью около 1000 т однозначно свидетельствуют о возможности значительного снижения гидродинамического сопротивления (на тихой воде для самоходных судов на 16–24 %, у речных барж – до 30 %). При этом затраты энергии на поддув воздуха не превышают 2–3 % от мощности главных двигателей.

При выполнении вышеуказанных в статье научно-технических договоров с ОАО «Белсудопрект» (г. Гомель) кафедрой ГЭСВТГ БНТУ были предложены следующие конструкторские решения по созданию воздушной каверны в днище судов речного флота Республики Беларусь.

Для модернизации мелкосидящего буксира проекта 570 предлагаются две схемы для создания воздушных каверн под днищем судна. Система кавернообразования состоит из следующих друг за другом по длине судна поперечных силовых элементов и побортно установленных продольных ограничительных скегов. Она включает в себя источник принудительной подачи воздуха под днище судна для создания и поддержания образованных каверн. Подвод воздуха осуществляется по специальным трубопроводам. Отводится воздух от водометной трубы к бортам с помощью трапецевидного редана, выполненного перед кормой. Проведенная модернизация позволит повысить эксплуатационные характеристики судна в условиях ограниченности фарватера и на мелководье [1].

Первая схема – это блочно-пакетная схема, представленная на рисунке 2.

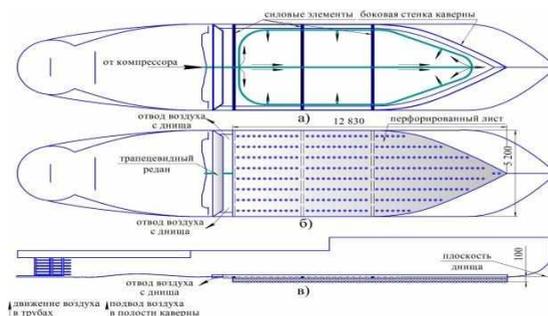


Рис. 2. Вид компоновки блочно-пакетной схемы для создания воздушной каверны:

а – схема трубопровода; *б* – установка перфорированного листа; *в* – вид со скегами

Для ее реализации предлагается приварить побортно боковые стенки каверны, которые начинаются от кормы и повторяя обводы судна сходятся в носовой части. Далее изготавливается система трубопроводов для подачи сжатого воздуха от компрессора. Система подачи воздуха предусматривает встречное направление потоков центральной и боковых труб, что обеспечит равномерное давление в системе и расход воздуха по трем кавернам, которые отделены друг от друга поперечными силовыми элементами. Точки подвода воздуха показаны короткими стрелками, где предусмотрена установка обратных клапанов [1].

Поперечные силовые элементы представляют собой швеллеры с вваренными внутрь его прямоугольными пластинами с шагом, обеспечивающим требуемую прочность при использовании их в качестве опорных элементов при постановке на стапель. Кроме того, они выполняют функцию крепления системы трубопроводов (рис. 3) [1].

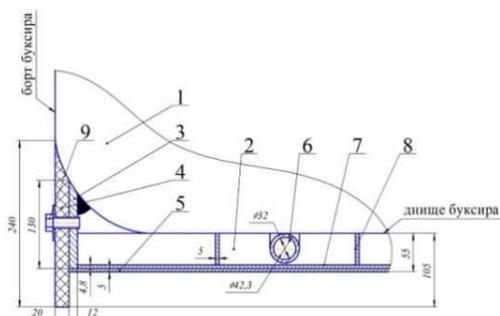


Рис. 3. Сечение каверны по силовому элементу пакетной схемы:
 1 – корпус буксира; 2 – силовой элемент; 3 – боковая стенка каверны; 4 – скег; 5 – перфорированный лист; 6 – труба; 7 – швеллер № 12; 8 – усиливающие пластины; 9 – крепление скега

На рисунке 3 показано сечение каверны по одному из силовых элементов. К корпусу буксира 1 приварены силовые элементы 2 и боковая стенка каверны 3 в которой выполняются отверстия с резьбой М16 для крепления болтами 9 скега 4. Болты рекомендуется выполнить из нержавеющей стали 40Х13. Скег 4 выполняется из конвейерной резинотканевой ленты по ГОСТ 20-2018 морозостойкого типа. Труба 6 имеет размер проходного сечения 1^{1/4} дюйма и выбирается согласно ГОСТ 3262-75 в усиленном варианте с толщиной стенки 4 мм из стали 10. Трубопровод в сборе фиксируется за счет пазов, выполненных в силовых элементах, которые представляют собой швеллер 7 с набором

сваренных пластин 8. Благодаря наличию перфорированного листа 5, который защищает трубопровод, в качестве альтернативы можно рекомендовать выполнение трубопровода из резинового напорного рукава с текстильным каркасом по ГОСТ 18698-79 в морозоустойчивом исполнении [1].

После монтажа системы трубопровода силовые элементы привариваются к днищу буксира.

Сборка каверны завершается установкой перфорированного листа и приваркой его по периметру боковых стенок каверны (рис. 4).

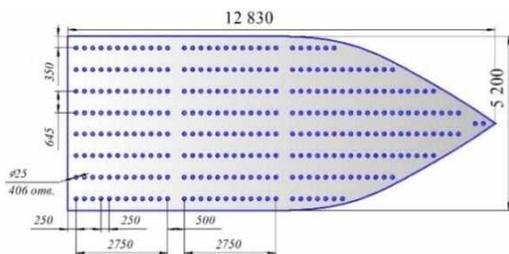


Рис. 4. Эскиз перфорированного листа

Вторая схема – это трубчато-перфораторная схема, представленная на рисунке 5.

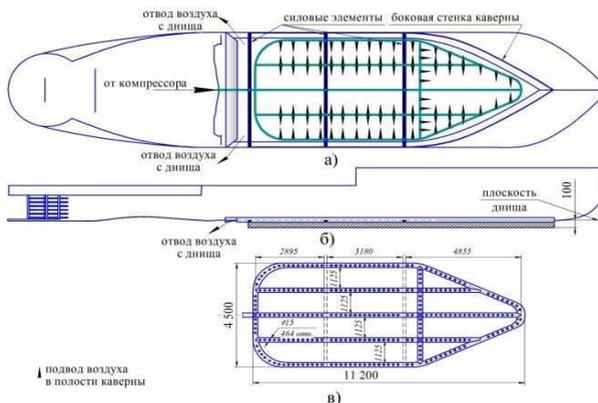


Рис. 5. Вид компоновки трубчато-перфораторной схемы для создания воздушной каверны:

a – схема трубопровода; *b* – вид со скегами;

в – схема выполнения отверстий в трубопроводе

Для нее аналогично пакетной схеме привариваются побортно боковые стенки каверны, которые начинаются от кормы и повторяя обводы судна сходятся в носовой части. Далее изготавливается система трубопроводов для подачи сжатого воздуха от компрессора, как показано на рисунке 5. Система подачи воздуха предусматривает подачу воздуха через вертикальные отверстия под днище буксира по всему трубопроводу и через боковые отверстия, как показано на рисунке 5, а).

Поперечные силовые элементы представляют собой швеллеры с вваренными внутрь его прямоугольными пластинами с шагом, обеспечивающим требуемую прочность при использовании их в качестве опорных элементов при постановке на стапель. Кроме того, они выполняют функцию крепления системы трубопровода (рис. 6).

После монтажа системы трубопровода силовые элементы привариваются к днищу буксира.

На рисунке 6 показано сечение каверны по одному из силовых элементов.

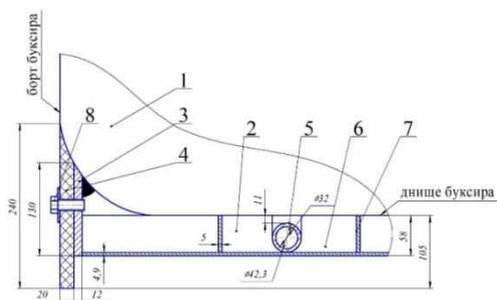


Рис. 6. Сечение каверны по силовому элементу трубчатой схемы:
 1 – корпус буксира; 2 – силовой элемент; 3 – боковая стенка каверны;
 4 – скег; 5 – труба; 6 – швеллер № 14; 7 – усиливающие пластины;
 8 – крепление скега

К корпусу буксира 1 приварены силовые элементы 2 и боковая стенка каверны 3, в которой выполняются отверстия с резьбой М16 для крепления болтами 8 скега 4. Скег 4 выполняется из конвейерной резиноканевой ленты по ГОСТ 20-2018 морозостойкого типа. Болты рекомендуется выполнить из нержавеющей стали 40Х13.

Труба 5 имеет размер проходного сечения $1^{1/4}$ дюйма и из-за постоянного контакта большой поверхности с водой рекомендуется изготовление трубопровода из нержавеющей стали 12Х13 согласно ГОСТ 9941-81 в усиленном варианте с толщиной стенки 4 мм.

Трубопровод в сборе фиксируется за счет пазов, выполненных в силовых элементах, которые представляют собой швеллер б с набором сваренных пластин 7 [1].

Для создания воздушной каверны под днищем баржи проект 775 предлагается приварить побортно трубы прямоугольного сечения с размерами 200x80 мм практически по всей длине цилиндрической вставки баржи (рис. 7, 8).



Рис. 7. Схематичное отображение реализации системы по созданию воздушной каверны для баржи проекта 775:

- а) пневматическая схема подачи воздуха;
- б) система для создания каверны

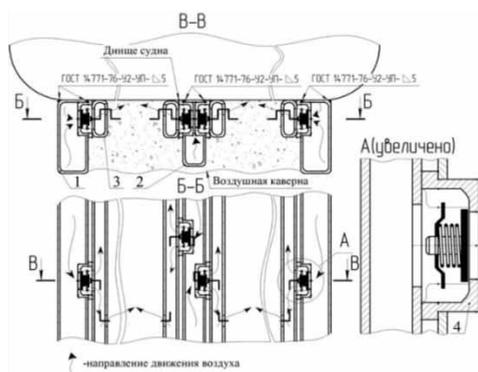


Рис. 8. Конструктивное исполнение системы подачи воздуха для создания воздушной каверны:

- 1 – бортовые скег-ресиверы; 2 – килевой скег-ресивер; 3 – трубы-рассеиватели; 4 – обратные клапаны

По центру приваривается килевой скег, который также представляет собой трубу прямоугольного сечения с размерами 180x60 мм. Килевой скег выполняется несколько меньшей высоты относительно бортовых скегов с целью создания целостной воздушной прослойки на разделе вода-воздух, что дополнительно снижает сопротивление движению баржи. Также для обеспечения целостности воздушной каверны в носовой части размещается редан-ресивер в форме трапецеидального клина (рис. 7, 9), который препятствует срыву воздушной каверны и прорыву воздушных пузырей в носовую часть баржи [2].

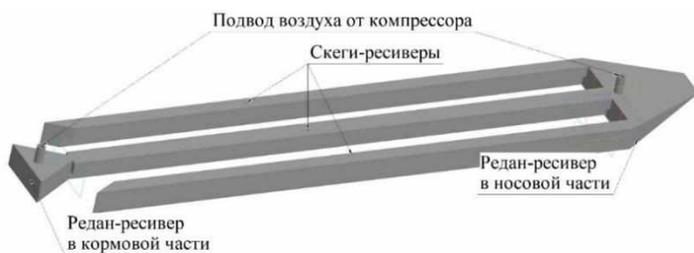


Рис. 9. Схематичная 3D модель системы кавернообразования

Редан-ресивер в форме треугольника в кормовой части предназначен для отвода отработанного воздуха к бортам баржи, что исключит его попадание к винту буксира-толкача, а, следовательно, не приведет к явлению кавитации на его лопастях.

На рисунке 9 видно, что скеги-ресиверы и реданы-ресиверы представляют собой единую систему, в которую воздух закачивается от двух компрессоров, один из которых располагается в носовой части, а второй в кормовой.

Согласно ранее приведенных расчетов для подачи необходимого объема воздуха достаточно двух бортовых скегов, однако наличие килевого скега позволит обеспечить более равномерную подачу воздуха по площади днища судна, что повысит его остойчивость и улучшит управляемость. Кроме того, запрещается устанавливать регуляторы давления (рис. 7) в системах, где минимальная пропускная способность ниже установленной для самих регуляторов. Также в процессе эксплуатации будет неизбежно происходить снижение пропускной способности из-за обрастания подводной части судна и засорения труб-рассеивателей, поэтому установка килевого скега увеличит пропускную

способность системы и обеспечит надежную работу пневмосистемы до периода планового обслуживания судна [2].

Подача воздуха из скег-ресиверов в трубы-рассеиватели осуществляется через обратные клапаны с условным внутренним диаметром DN 50, которые устанавливаются с шагом 6 м (рис. 7).

Таким образом, на бортовых скегах устанавливаются по 8 обратных клапанов с направлением подачи воздуха от скег к диаметральной плоскости, а на килевом скеге – 16 штук с направлением подачи воздуха от килевого скега к бортовым скегам. Причем на килевом скеге пары обратных клапанов, подающих воздух к разным бортам, устанавливаются с некоторым смещением, а не напротив друг друга, чтобы не сужать проходное сечение в местах их установки (рис. 7, 8) [2].

Также при разработке проекта модернизации следует учесть затраты на изготовление фундаментов и системы электропитания компрессорного оборудования.

1. Качанов И.В. Разработка рекомендаций по повышению эффективности функционирования движительно-рулевых комплексов мелкосидящих буксирных теплоходов, эксплуатируемых на внутренних водных путях Республики Беларусь [электронный ресурс]: отчет о НИР (заключ.) / БНТУ; рук. И.В. Качанов; исполн.: Ключников В.А., Кудин М.В., Шаталов И.М. и др. – Мн., 2020. – 356 с. – Библиогр.: с. 282–292. – № ГР 20181106.

2. Качанов И.В. Анализ и исследование технико-эксплуатационных характеристик барже-буксирных составов, эксплуатирующихся на внутренних водных путях Республики Беларусь в условиях мелководья и разработка технических предложений для модернизации составов [электронный ресурс]: отчет о НИР (заключ.) / БНТУ; рук. И.В. Качанов; исполн.: Ключников В.А. [и др.] – Мн., 2023. – 364 с. – Библиогр.: с. 340–346. – № ГР 20201084.

Afanasyev Alexey, director

JSC "Belsudoproekt", (Belarus, Gomel),

e-mail: aleks.afanassiev@gmail.com

Afanassieva Evgeniya, head of the department of research in the field of water transport, BRIT «Transtekhnika» (Belarus, Minsk)

e-mail: evgeniya.afanassieva@gmail.com

Kachanov Igor, Doctor of Technical Sciences, Professor

Denisov Vladislav,

Belarusian National Technical University (Belarus, Minsk)

e-mail: hidrokaf@bntu.by, Minsk, Nezavisimosti Ave., 65

ON THE USE OF AN AIR CAVITY ON THE VESSELS OF THE RIVER FLEET OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Abstract: The article proposes design solutions for creating an air cavity under the bottom of river vessels of the Republic of Belarus. For pusher tugs of Project 570, two schemes for creating an air cavity are considered in detail: block-package and tubular-perforator. For barge-tug combinations, a cavern formation system is considered, consisting of three longitudinal restrictive skegs-receivers, acting as a source of forced air supply, to create and maintain an air cavity under the bottom of a barge of Project 775. The proposed design solutions will improve the performance characteristics of river vessels, especially in shallow water and limited fairway conditions.

Keywords: tug; barge; air cavity; skegs; pipes; compressor.

*Гурский Александр Станиславович, Белорусский национальный технический университет (Беларусь. Минск), кандидат технических наук, доцент
e-mail: ASGURSKI@bntu.by, 220013, г. Минск, пр-т Независимости, 65*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ С ЭЛЕМЕНТАМИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Аннотация: В статье приводятся диагностические параметры контроля состояния высоковольтных накопителей электроэнергии (ВНЭ) электрических автотранспортных средств (ЭАТС). Оперативное устранение нарушений в работе накопителей позволит предотвратить более серьезные повреждения. Данные полученные по результатам оперативного контроля позволят спланировать своевременное техническое обслуживание и прогнозирование состояния ВНЭ.

Ключевые слова: емкость; высоковольтный; накопитель; батарея; диагностирование; параметры.

Введение. Система контроля за работой и состоянием высоковольтных накопителей электроэнергии (ВНЭ) электрических автотранспортных средств (ЭАТС) в режиме реального времени и предупреждение возникновения неисправностей на сегодняшний день являются одними из актуальных задач. Система удаленного мониторинга и дистанционной диагностики позволит повысить качество эксплуатации накопителей высоковольтной энергии, сохранить заявленные характеристики в течение всего срока эксплуатации и повысить эффективность использования ЭАТС. Для выполнения данной задачи необходимо четко сформировать перечень диагностических параметров для их фиксации во времени. Предположительно полученные результаты обработки данных контроля использовать в автоматизированной системе планирования технического обслуживания ЭАТС [1].

Основные параметры определения состояния ВНЭ:

- напряжение на ячейке в процессе заряда/разряда, В;
- напряжение ВНЭ в процессе заряда/разряда, В;
- сила тока заряда/разряда, А;
- температура ячеек в процессе заряда/разряда, градус Цельсия;
- температура окружающей среды, градус Цельсия;
- количество циклов зарядки/разрядки;

Данные предполагается считывать в аналоговой форме как например сила тока разряда накопителей с использованием датчика тока,

температуру окружающей среды предполагается считать в аналоговой форме с внештатного датчика температуры. Остальные параметры будут получены с шины данных CAN. Силу тока разряда и заряда также можно считать с шины данных, однако это значение как правило соответствует только потреблению тягового двигателя, без учета других потребителей. Третьим способом определения силы тока следует указать прибор учета потребляемой энергии на борту электрического автотранспортного средства, однако с подключением к данному устройству зачастую имеются ограничения, что требует применения дополнительных преобразователей. Считывание данных о напряжении на отдельных ячейках требует применения дополнительных устройств для организации преобразования цифровых сигналов формата RS-485 или Bluetooth. Полученная информация поступает в микропроцессор, где в соответствии с заложенным алгоритмом рассчитываются все параметры, связанные с циклами зарядки/разрядки с привязкой ко времени:

- уровень заряда, %;
- фактическая емкость, А·ч;
- среднее значение силы тока за определенный интервал времени, А;
- приращение напряжения на ячейках и ВНЭ за определенный интервал времени, В;
- среднее значение напряжения за определенный интервал времени, В;
- мгновенная мощность, отдаваемая в процессе разряда ВНЭ, Вт;
- мощность, отдаваемая в процессе разряда, за определенный интервал времени, Вт;
- электроэнергия, отдаваемая в процессе разряда, за определенный интервал времени, Вт·ч;
- мгновенная мощность, получаемая в процессе заряда ВНЭ, Вт;
- мощность, получаемая в процессе заряда, за определенный интервал времени, Вт;
- электроэнергия, получаемая в процессе заряда, за определенный интервал времени, Вт·ч;
- электроэнергия, получаемая в процессе заряда при рекуперации, за определенный интервал времени, Вт·ч;
- отношение электроэнергии, получаемой при рекуперации к общей электроэнергии в процессе заряда, за определенный интервал времени, %;
- наибольшая температура одной из ячеек за период заряда/разряда [2].

Для расчета энергозапаса ВНЭ применяется формула

$$W_{AKB} = U_{AKB} \cdot C, \text{ Вт} \cdot \text{ч} \quad (1)$$

где U_{AKB} – напряжение высоковольтного накопителя энергии, В;
 C – номинальная емкость, А·ч.

Сила тока разряда контролируется во времени при определенных значениях напряжения, что позволяет определить затраченную энергию, которая пропорциональна выполненной работе:

$$A \approx E_{AKB} = \sum_{i=0}^{n-1} (I_p \cdot U) \Delta t, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \quad (2)$$

где E_{AKB} – затраченная энергия высоковольтного накопителя энергии, Вт·ч;

U_{AKB} – напряжение высоковольтного накопителя энергии, В;

I_p – сила тока в цепи, А.

Контроль силы тока производится шунтовыми датчиками или датчиками Холла на силовых клеммах аккумуляторной батареи. Уровень заряда аккумуляторных батарей (SOC), в соответствии с формулами 1 и 2 определяется:

$$SOC = \frac{E_{AKB}}{W_{AKB}} \cdot 100 \% \quad (3)$$

Для повышения точности измерений уровня заряда можно применить алгоритм, базирующийся на оценке напряжения с применением способа интегрирования токов. Данный способ более действенно применим к системе с активной балансировкой последовательно-соединенных ячеек как по примеру (рис. 1).

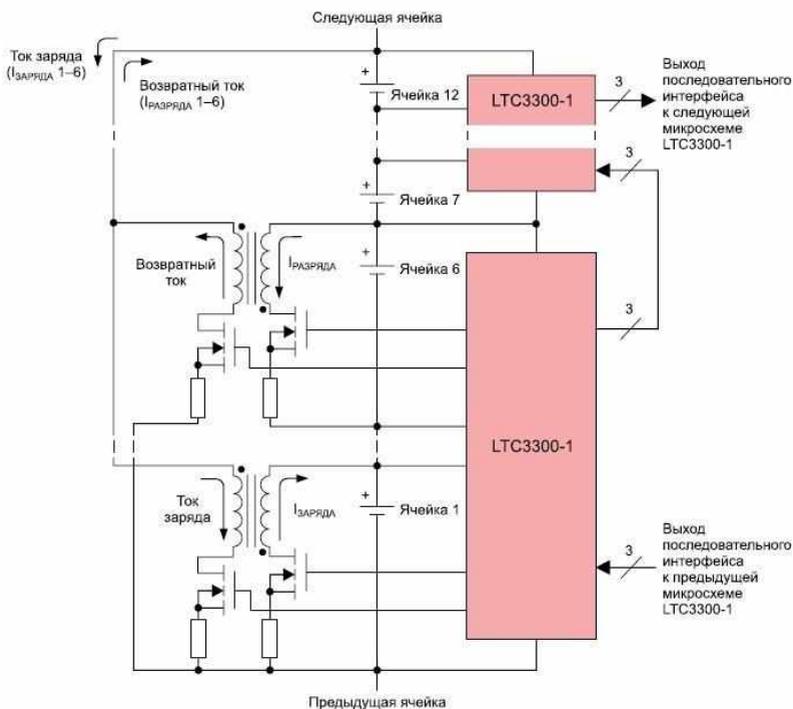


Рис. 1. Схема активной балансировки ячеек

Рассматривая диагностические параметры ВНЭ, следует отметить емкость, внутреннее сопротивление и повышенный саморазряд. При их определении необходимо манипулировать такими параметрами, как падение напряжения на ячейках ВНЭ и сила тока в цепи [3]. Емкость ВНЭ определяется по разрядной или зарядной характеристике с определением самой отстающей ячейки. В случае выявления отстающей ячейки можно косвенно судить об увеличении внутреннего сопротивления в данной ячейке. С учетом того, что ячейки соединены последовательно, то и емкость всей аккумуляторной батареи будет зависеть от состояния самой отстающей ячейки.

Способ определения емкости в режиме заряда экономичен, т. к. после полного разряда производится зарядка до требуемого значения напряжения, после чего ЭАТС может выполнять работу. Сложность с проведением заряда заключается в соблюдении поддержания постоянства силы тока и соответственной адаптации зарядного устройства для выполнения требований заряда, в соответствии со спецификацией

производителей ячеек. Кроме того включение системы активной балансировки при выявлении отдельных ячеек при достижении предельных значений позволяет перераспределять энергию между ячейками. Образующиеся колебания в значительной степени вносят погрешность в измерение силы тока и напряжения на отдельных ячейках, что в свою очередь снижает точность полученных данных (рис. 2).

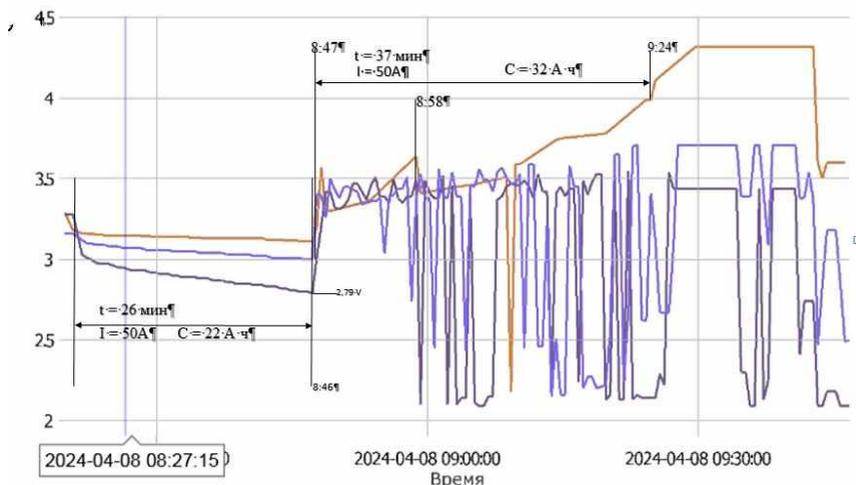


Рис. 2. Графики наибольшего, наименьшего и среднего значения напряжения по ячейкам в процессе разряда и заряда ВЭ

Определение емкости по разрядной характеристике. В соответствии с техническими требованиями разряд необходимо выполнять с силой тока 50 А согласно требованиям завода изготовителя аккумуляторных ячеек [4]. Как видно из графика на этапе разряда система активной балансировки не влияет на процесс. Следует также отметить, что время разряда составило 26 минут на отстающей ячейке. При силе тока в 50 А это указывает на емкость в 22 А·ч номинальная емкость составляет 100 А·ч. В результате проверки установлено что емкость составляет 22 % от требуемого значения. Следовательно, следует считать способ контроля по разрядной характеристике более точным. Недостатком следует считать повышенный расход электроэнергии, и необходимость применения громоздких резисторов. Процесс испытания включает подготовительные операции:

- проводятся стандартные проверки безопасности перед работой с электротранспортом;

- ВНЭ заряжается до полной зарядки;
- отключаются контакторы в отсеках;
- подключается система контроля напряжения и температуры к линии передачи данных ВАКБ (система имеет оптическую развязку);
- подключается датчик тока к первой ячейке (датчик тока имеет электромагнитную развязку).

Комплекс параметров поступает в микропроцессорную систему обработки, где формируется массив. В массиве определяются средние значения напряжения в каждой из ячеек, затем из этих средних значений определяется наибольшее, наименьшее значение с определением номера ячейки во всей батарее [5]. Одновременно определяется суммарное напряжение всех ячеек и среднее напряжение ячеек. Эти данные через телематический шлюз передаются на сервер телематических услуг. Одновременно с этими данными передаются данные о наибольшей температуре и номеру ячейки с наибольшей температурой и среднее значение температуры ВНЭ.

Подключаясь к серверу и обрабатывая данные за определенный период работы по изменению напряжения и температуры. Определяя время с момента начала разряда до граничного допустимого значения напряжения в ячейках и при силе тока рассчитывается остаточная емкость. После обработки данных принимается решение о проведении работ по обслуживанию и ремонту ВНЭ.

Применение комплекса параметров для снятия разрядной характеристики ВНЭ позволит определять остаточную емкость с высокой точностью. Применение системы считывания и обработки на борту электрического автотранспортного средства с последующей передачей на сервер позволит выполнять оперативное управление в режиме реального времени и предупреждение возникновения неисправностей, подключить автоматизированную систему контроля емкости ВНЭ в режиме функционирования. Накапливая данные на сервере можно выполнять прогнозирование работы ВНЭ на перспективу с возможностью корректировки режимов эксплуатации ЭАТС.

1. Гурский А.С. Автотранспортные средства с электродвигателем: учебное пособие / А. С. Гурский, Е.Л. Савич, В.В. Капустин – Минск : Вышэйшая школа, 2023 – 256 с.: ил.

2. Гурский, А.С. Методологические особенности анализа эффективности использования тяговых аккумуляторных батарей для электромобилей = Methodological features of the analysis of the efficiency of the use of traction batteries for electric vehicles / А. С. Гурский, В. М. Изойтко, К. В. Буйкус // Изобретатель. – 2022. – № 1-2. – С. 15-20.

3. Филиппович, А.И. BMS: измерение аналоговых показателей и трансформация их в цифровые = BMS: measurement of analog indicators and

transformation into digital ones / А. И. Филиппович, А. С. Гурский // Автотракторостроение и автомобильный транспорт : сборник научных трудов : в 2 томах / Белорусский национальный технический университет, Автотракторный факультет ; редкол.: Д. В. Капский (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2021. – Т. 2. – С. 53-61 bkb 55-63/13.

4. Гурский, А.С. Анализ параметров высоковольтных аккумуляторных батарей электробусов с целью создания алгоритмов их общего и поэлементного диагностирования с применением телематических систем = Analysis of parameters of high-voltage batteries of electric buses in order to create algorithms for their general and element-by-element diagnostics using telematics systems / А. С. Гурский // Транспорт и транспортные системы: конструирование, эксплуатация, технологии : сборник научных статей / Белорусский национальный технический университет ; редкол.: С. В. Харитончик (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2022. – Вып. 4. – С. 12-20.

5. Гурский, А.С. Система удаленного мониторинга и дистанционной диагностики высоковольтных накопителей электроэнергии электрических автотранспортных средств / А. С. Гурский // Транспорт и транспортные системы: конструирование, эксплуатация, технологии : сборник научных статей / Белорусский национальный технический университет ; редкол.: С. В. Харитончик (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2023. – Вып. 5. – С. 109-115.

Gursky Alexander, Belarusian

National Technical University (Belarus. Minsk),

Candidate of Technical Sciences, docent

e-mail: ASGURSKI@bntu.by, 220013, Minsk, Nezavisimosti Ave., 65

DETERMINING THE STATE OF HIGH-VOLTAGE ENERGY STORAGES WITH FORECASTING ELEMENTS

Abstract: The article provides diagnostic parameters for monitoring the condition of high-voltage electricity storage devices (HVE) of electric vehicles (EV). Prompt elimination of drive malfunctions will prevent more serious damage. The data obtained from the results of operational monitoring will make it possible to plan timely maintenance and forecast the state of the water supply.

Keywords: capacity; high-voltage; storage; battery; diagnostics; parameters.

Серебряков Игорь Андреевич, кандидат технических наук

Горнак Илья Владимирович

Тавгень Илья Александрович

Белорусский национальный технический университет

(Беларусь, Минск),

e-mail: serabarakovtea@bntu.by, г.Минск, пр. Независимости, 65

РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПЕРЕОБОРУДОВАНИЯ КОММЕРЧЕСКИХ АВТОМОБИЛЕЙ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ТЯГУ

Аннотация: В статье поднимается вопрос перспектив развития рынка коммерческого электротранспорта в Беларуси и мире. Рассмотрены объемы продаж и тенденции рынка. Техническая часть статьи посвящена описанию доработок инвертора автомобиля Nissan Leaf для его работы с любыми синхронными электродвигателями, что позволит устанавливать электрическую движущую часть (powertrain) в другие автомобили.

Ключевые слова: коммерческий электротранспорт; электродвигатели; реверс-инжиниринг; переоборудование; унификация.

Основная часть. Тема электрификации городского транспорта остается актуальной в странах СНГ. В связи с малым количеством коммерческого электрического транспорта категории N1, этот сегмент остается принципиально не закрытым. На сегодняшний день в Беларуси в продаже представлено всего лишь 3 модели данного транспорта: JMC EV630, JMC Conquer BEV, WOLF FC25. По данным Министерства энергетики Республики Беларусь, расчетная потребность малотоннажных электромобилей в ближайшие 5 лет составит порядка 1600 штук в год [1]. Отечественный рынок не способен ее закрыть, что создает возможность использовать узлы и агрегаты вышедших из строя электромобилей для переоборудования автомобилей, оснащенных двигателями внутреннего сгорания.

На рынке легковых автомобилей довольно давно появились транспортные средства (ТС) с двигателями электрического типа, и они уже занимают существенную нишу. По статистике за последние 5 лет, в мире наблюдается ежегодный прирост продаж электромобилей в среднем на 7,5 %. В Китае на 2023 год насчитывалось 16,1 млн BEV – (Battery Electric Vehicle, батарейные электрические ТС) и 5,8 млн PHEV – (Plug in Hybrid Electric Vehicle, подключаемые гибридные электрические ТС)

электромобилей, в Европе 6,7 млн BEV-автомобилей и 4,5 млн PHEV-автомобилей, в Америке 3,5 млн BEV 1,3 млн PHEV. На остальной мир приходится 1,9 BEV и 0,7 PHEV. За 2023 год прирост составил 15,2 % по отношению к предыдущему году [2]. На рисунке 1 приведена динамика увеличения количества электромобилей в мире.

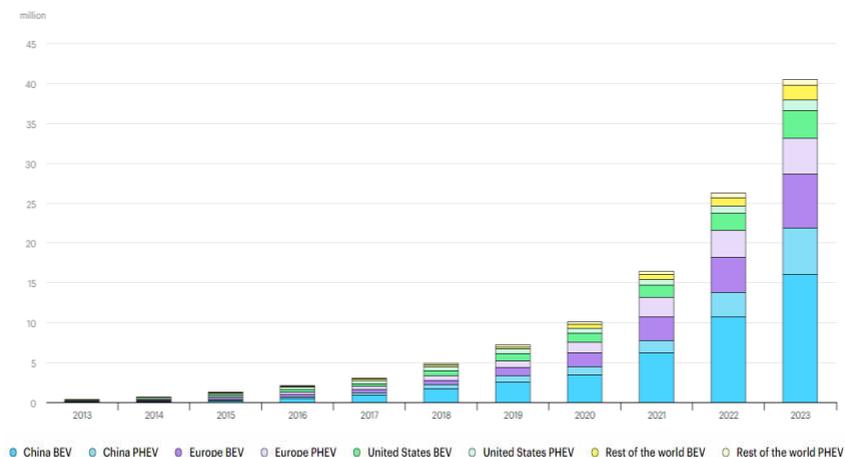


Рис. 1. Рост количества электромобилей за десятилетие

В мире за 2023 год было продано 14 млн электромобилей [2], из них в Китае продано 60 % от общего их числа, это 8,4 млн, на Европу приходилось 25 % или 3,5 млн авто, и 10 % на Америку. Оставшиеся 5 %, или 600 тыс. авто приходятся на остальные страны. В Беларуси за 2023 год продано около 500 электромобилей, а по информации «БАА» за 7 месяцев 2024 года продано 1700 электромобилей. Если темпы сохранятся, то к концу года будет продано около 3000 электромобилей, что в 6 раз больше по сравнению с предыдущим годом [3].

По состоянию на 2023 год самыми популярными электромобилями в мире являлись: Tesla Model 3 – с количеством проданных авто 2,06 млн; Tesla Model Y – с количеством проданных авто 1,84 млн; Wuling Hongguang Mini EV – с количеством проданных авто 1,1 млн; Nissan Leaf – с количеством проданных авто 650 тыс. и Renault Zoe с количеством проданных авто 414 тыс.

Производители, как правило, дают гарантию на 8 лет эксплуатации авто либо же 160 тыс. км пробега на электронную составляющую авто. Более 750 тыс. электромобилей уже имеют возраст более 8 лет. В связи с длительной эксплуатацией этих ТС, они очень распространены на рынке

поддержанных запчастей и в наличии имеются электродвигатели, инверторы, аккумуляторные батареи от данных автомобилей. В перспективе эти агрегаты можно использовать в качестве полуфабрикатов для студенческих разработок и самоделок. Это ни с чем не сравнимая возможность для студентов почувствовать себя на острие научного прогресса.

На базе автотракторного факультета Белорусского национального технического университета планируется разработка универсального решения, используемого для управления электродвигателями, на базе инвертора автомобиля Nissan Leaf. Данное решение поможет унифицировать работу электродвигателей разных моделей на базе одного инвертора. На рисунке 2 приведена типичная компоновка элементов электрической движущей части.



Рис. 2. Компоновка элементов электрической движущей части

В электромобилях используются трехфазные двигатели переменного тока, как синхронные, так и асинхронные. Напомним, что у синхронного двигателя ротор и магнитное поле вращаются с одинаковой частотой, а у асинхронного магнитное поле обгоняет ротор. Практически все новые электромобили используют синхронные двигатели на постоянных магнитах.

За основу в нашем проекте взята движущая часть от легкового автомобиля Nissan Leaf, включающая в себя инвертор, электродвигатель и редуктор.

Инвертор необходим для преобразования постоянного тока от силовых аккумуляторных батарей в переменный ток для работы

Для запуска также необходимо подключить педаль газа (потенциометрического типа) и силовую аккумуляторную батарею. Учитывая широкий диапазон входных напряжений (3–500 В), её можно собрать самостоятельно, например, путем параллельного соединения 2 последовательно соединенных стартерных аккумуляторных батарей номинальным напряжением 12 В. Имея различные аккумуляторные батареи, можно провести тесты на тяговом стенде кафедры и снять показания о том, как влияет аккумуляторная батарея на мощность электродвигателя.

После проведения проверок планируется сборка собственного автомобиля. Для создания прототипа электрического коммерческого автомобиля планируется использовать шасси и раму от грузового автомобиля Люблин и движущую часть от легкого автомобиля Nissan Leaf.

План работ включает в себя следующие действия:

1. Удаление с рамы автомобиля кабины, кузова, лишних деталей, узлов и агрегатов.
2. Подготовка рамы, изготовление кастомизированного универсального подрамника для установки электродвигателя.
3. Покраска рамной конструкции.
4. Установка электродвигателя к коробке передач через стыковочную муфту.
5. Сборка и установка батареи. Эмпирическая оценка ёмкости батареи с использованием оборудования и разработанной методики на кафедре «Техническая эксплуатация автомобилей» БНТУ.
6. Подключение тормозной системы, применяя электрический вакуумный усилитель от Mercedes-E W211.
7. Подключение системы охлаждения.
8. Подключение системы зарядки/питания остального электрооборудования автомобиля за счет DC преобразователя (150–400 В/12 В).
9. Демонстрационный выезд и ходовые испытания.
10. Тестирование и анализ полученных динамических характеристик разработанного прототипа с использованием компьютерного, стендового и натурального моделирования.

Выводы. Производство электромобилей во всем мире продолжает расти. Нехватка электрических ТС категории N1 в странах СНГ создает перспективы для роста продаж в данном сегменте. В связи с достаточным количеством агрегатов на рынке электромобилей, с их помощью можно реализовать проект с переоборудованием ТС категории N1, используемых на коммерческой основе, на электротягу. На базе БНТУ планируется реализация данного проекта силами студентов и

педагогического состава вуза. Проект послужит обучающей платформой для студентов, он позволит им реализовать на нем собственные конструкторские решения и испытать инновационные решения.

1. Грузовые электромобили // Автомобильные конструкции. URL: <https://autoconstr.by/index.pl?act=SECTION§ion=novinka!+gruzovye+eeelektromobili> (дата обращения 12.09.2024).

2. Global electric car stock, 2013-2023 // Автомобильные конструкции IEA 50. URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-electric-car-stock-2013-2023> (дата обращения 18.09.2024).

3. Статистика // Автомобильная ассоциация «БАА». URL: <https://auto-baa.by/statistic> (дата обращения 19.09.2024).

Serebryakov Igor, PhD in Engineering

Gornak Ilya

Tavgen Ilya

Belarusian National Technical University (Belarus, Minsk),

e-mail: serabakovtea@bntu.by, Minsk, Nezavisimosti Ave., 65

DEVELOPMENT OF UNIVERSAL TECHNICAL SOLUTIONS FOR CONVERSION OF COMMERCIAL VEHICLES TO ELECTRIC DRIVETRAIN

Abstract: The article raises the issue of the prospects for the development of the commercial electric transport market in Belarus and the world. Sales volumes and market trends are considered. The technical part of the article is devoted to the description of modifications to the Nissan Leaf inverter for its operation with any synchronous electric motors, which will allow the installation of an electric driving part (powertrain) in other cars.

Keywords: commercial electric transport; electric motors; reverse engineering; re-equipment; unification.

Орехов Виталий Владимирович, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (Россия, г. Санкт-Петербург), аспирант
e-mail: vitaliy.orekhov_transport@mail.ru, 195030
г. Санкт-Петербург, пр. Ударников, 49, к. 2, кв. 5

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ИЗНОСА ТРАНСМИССИОННОГО МАСЛА VALVOLINE LIGHT & HD ATF-CVT В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ

Аннотация: Рассмотрена проблема деградации физико-химических (ФХ) параметров трансмиссионного масла Valvoline Light & HD ATF-CVT (Valvoline ATF), характеризующих ее эксплуатационные свойства. Деградация данного масла исследовалась в процессе ресурсных испытаний при подконтрольной эксплуатации гидромеханической коробки передач (ГМКП) ZF Ecoliaif 6AP1700B (ZF) на городском автобусе VOLGABUS 627102 CITYRHYTHM 18 (VOLGABUS 627102), 2022 года выпуска в условиях мегаполиса. Ресурсные испытания проводились с конца осени 2022 года по начало осени 2023 года, за данный период масло отработало полный цикл браковочной нормы – 60 000 км, согласно технической документации от завода изготовителя ГМКП ZF.

Для оценки деградации масла применялись основные аккумулирующие ФХ параметры, такие как кинематическая вязкость, кислотное число, содержание механических примесей и воды, концентрации активных элементов присадок и продуктов износа металлов и т. д.

В настоящее время в технической эксплуатации транспортных средств имеется недостаточно информации о изменениях основных ФХ параметров трансмиссионных масел для ГМКП автобусов, которые эксплуатируются на городских маршрутах в крупных агломерациях России. Особенно не хватает данных об эмпирических зависимостях, полученных в ходе ресурсных испытаний. Поэтому дальнейшие исследования в этой области становятся особенно актуальными.

В работе представлено описание, примененных методов испытаний для определения ФХ параметров трансмиссионного масла. Приведён перечень испытательного оборудования и средств измерений ФХ параметров трансмиссионного масла, изложены полученные результаты лабораторных испытаний проб испытываемого трансмиссионного масла.

Ключевые слова: автобус; агрегат трансмиссии; гидромеханическая коробка передач; трансмиссионное масло; эмпирические зависимости.

Изучение вопросов эффективности применения смазочных масел является актуальной задачей при эксплуатации транспортных средств. Эффективное использование трансмиссионных масел определяется в

том числе рациональными сроками замены [1, 2].

Масло для ГМКП работает в исключительно жестких условиях эксплуатации, так как оно помимо функции смазывания и отведения тепла характерных для масел механических коробках передач (МКП), ещё выполняет функции включения/переключения передач создаваемым давлением, а также воспринимает и передаёт постоянно изменяющийся крутящий момента от двигателя на другие элементы ГМКП и трансмиссии автобуса в целом. Оно играет ключевую роль в процессе термостатирования, влияя на тепловой режим работы ГМКП, быстро принимая и отводя тепловую энергию.

Высокое значение тепловой энергии возникает вследствие динамической нагрузки, в момент включения фрикционной муфты сцепления и переключения фрикционных тормозных муфт, в следствии резкого изменения частот вращения с увеличением крутящего момента. В процессе режимов работы внутренние вращающиеся детали ГМКП подвергаются высоким удельным давлениям, скоростям скольжения и высоким температурам в контактирующих поверхностях, что может привести к образованию питтингов износа в узлах трения, таких как элементы фрикционных муфты, зубья цилиндрических и конических шестерен.

В последние годы, при эксплуатации городских автобусов выявляется нерациональность данных значений. Следовательно, дальнейшие исследования в данной области приобретают особую актуальность.

Для определения рациональных сроков замены масла необходимо иметь полное представление существующей корреляционной связи между ФХ параметрами масла и техническим состоянием агрегата. Сущность данной связи устанавливается в процессе проведения ресурсных испытаний, на подконтрольном агрегате трансмиссии при выполнении штатной транспортной работы транспортного средства. В рамках испытаний проводится мониторинг состояния работающего масла в агрегате, результаты которого позволят реализовать на основании выявленных критериев рациональное планирование и проведение технических процедур по замене масла, исходя из фактического его состояния, а не только согласно требованиям нормативно-технической документации.

Основной целью данной оценки было выявление и определение закономерностей основных ФХ параметров трансмиссионного масла Valvoline ATF при эксплуатации ГМКП ZF автобуса VOLGABUS от пробега (наработки) в условиях города.

Объектом исследования является трансмиссионное масло Valvoline ATF, которое содержит присадки, обладающие антизадирными,

противоизносными, депрессорными и антипенными свойствами, и предназначено для смазывания передаточных узлов тяжело нагруженных агрегатов транспортных средств. В 2022 году масло Valvoline ATF являлось основной маркой смазочного материала, заправляемого в ГМКП ZF на сборочном заводе автобусов VOLGABUS.

Исследования проводились при подконтрольной эксплуатации автобуса особо большого класса VOLGABUS 627102 CITYRHYTHM 18 (VOLGABUS 627102) до установленной наработки 60 000 км, требующей замены масла Valvoline ATF, от завода изготовителя автобуса.

Общий вид подконтрольного автобуса VOLGABUS 627102 представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Общий вид подконтрольного автобуса VOLGABUS 627102

Автобусы VOLGABUS с ГМКП ZF массово эксплуатируются на автотранспортных предприятиях пассажирского автомобильного транспорта. На маршрутах крупных городских агломераций России.

Общий вид приборной панели автобуса VOLGABUS 627102 на конец подконтрольных испытаний представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Общий вид приборной панели автобуса VOLGABUS 627102 на конец подконтрольных испытаний

Подконтрольные ресурсные испытания проводилась на базе подвижного состава Санкт-Петербургского государственного унитарного предприятия пассажирского автомобильного транспорта СПб ГУП «Пассажиравтотранс» (ГУП ПАТ). В процессе данных испытаний отбор проб исследуемого объекта проводился на территории Автобусного парка № 2 – филиала ГУП ПАТ. Общая наработка подконтрольного автобуса VOLGABUS 627102 на конец испытаний составила 60020 км.

В процессе подконтрольных испытаний из ГМКП проводился своевременный отбор проб исследуемого масла в соответствии с ГОСТ 2517-2012 через каждые 15 000 км наработки. Пробы отбирались через маслосливную трубку. Затем отобранное масло направлялось в Санкт-Петербургский филиала испытательного центра АО «СЖС Восток Лимитед» для проведения лабораторных испытаний по измерению основных ФХ параметров.

Методы испытаний основных ФХ параметров трансмиссионного масла Valvoline ATF представлено в таблице 1.

Таблица 1

Методы испытаний основных ФХ параметров трансмиссионного масла Valvoline ATF

Наименование параметра	Сущность метода испытаний
1. Состояние масла	
Кинематическая вязкость при 100 °С, (мм ² /с)	ASTM D445–06
Кинематическая вязкость при 40 °С, (мм ² /с)	
Индекс вязкости	ASTM D2270–10
Общее кислотное число, (мгКОН/г)	ASTM D664–18
Температура застывания, (°С)	ГОСТ 20287–91 (метод Б)
Температура вспышки в открытом тигле, (°С)	ASTM D92–18
Плотность 15 °С, (кг/м ³)	ASTM D4052–22
Коррозия медной пластинки, (балл)	ASTM D 130–10
2. Загрязнение масла	
Содержание воды (КФ), (%)	ASTM D6304–07
3. Индикаторы износа деталей, загрязнение масла, концентрация присадок, состояние масла	
Содержание твердых осадков, (% масс)	ASTM D473–22
Содержание серы (массовая доля серы), (% масс)	ASTM D 4294–10
Элементная спектрометрия (21 химический элемент), (мг/кг)	ASTM D 5185–18

Наименование параметра	Сущность метода испытаний
ИК спектроскопия-Фурье, поглощение (А) и волновое число (см ⁻¹)	ASTM E2412–23

При оценке ФХ параметра масла Valvoline ATF за итоговый результат испытаний принимали среднее арифметическое значение двух последовательных серий измерений, или значения в соответствии с требованиями метода испытаний.

Исходя из полученных данных, были построены графики, отображающие эмпирическую зависимость ФХ параметров масла Valvoline ATF от наработки ГМКП ZF на автобусе VOLGABUS 627102.

Зависимость изменения кинематической вязкости (ν^{100}) трансмиссионного масла Valvoline ATF при температуре 100 °С от наработки (км) ГМКП ZF на автобусе VOLGABUS 627102 представлена на рисунке 3.

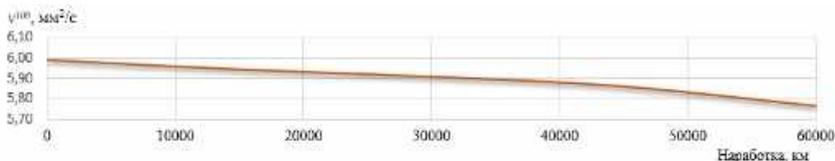


Рис. 3. Зависимость изменения кинематической вязкости при температуре 100 °С от наработки

Зависимость изменения кинематической вязкости (ν^{40}) трансмиссионного масла Valvoline ATF при температуре 40 °С от наработки (км) ГМКП ZF на автобусе VOLGABUS 627102 представлена на рисунке 4.

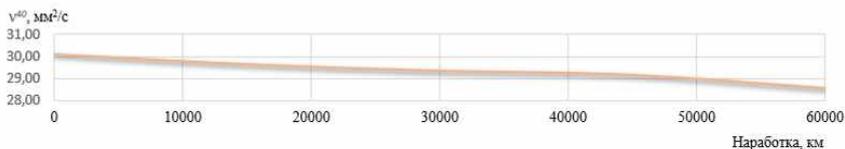


Рис. 4. Зависимость изменения кинематической вязкости при температуре 40 °С от наработки

Зависимость изменения индекса вязкости (I_v) трансмиссионного масла Valvoline ATF от наработки (км) ГМКП ZF на автобусе VOLGABUS 627102 представлена на рисунке 5.

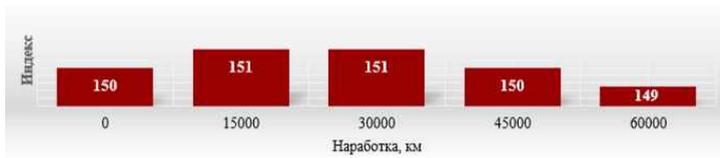


Рис. 5. Зависимость изменения индекса вязкости

Кинематическая вязкость при температуре 40 °С к этапу завершения испытаний снизилась на 5 % и составила 28,57 мм²/с, значение кинематической вязкости при температуре 100 °С снизилось на 4 % и составило 5,77 мм²/с, следовательно, снизился показатель индекса вязкости на 1 пункт. Данное снижение является допустимым для данного масла за исследуемый интервал испытаний, однако для ГМКП ZF данные значения кинематической вязкости меньше на 50 % и индекс вязкости меньше на 20–25 пунктов, что является критическим значением для дальнейшей эксплуатации данного агрегата.

Вероятно, уменьшение кинематической вязкости масла обусловлено механическим разрушением рецептурных компонентов, предназначенных для повышения индекса вязкости. В работах [3] сказано, что приблизительной браковочной нормой данного параметра масла являются отклонение от номинального значения от 15 до 30 %.

Зависимость изменения температурных параметров трансмиссионного масла Valvoline ATF от наработки (км) ГМКП ZF на автобусе VOLGABUS 627102 представлена на рисунке 6.

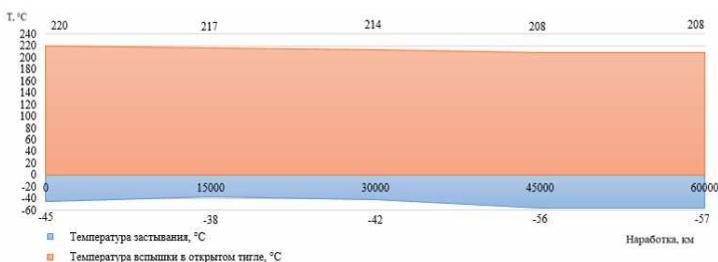


Рис. 6. Зависимость изменения температурных параметров

Улучшение низкотемпературных параметров в процессе испытаний связано с добавлением в компонентный состав масла депрессорной присадки полиметакрилатного типа, срабатывание которой

приводит к повышению температуры застывания. Снижение температуры вспышки на 6 % связано с накоплением концентрации продуктов окисления масла и износа контактирующих поверхностей деталей трения. В соответствии с «ТР ТС 030/2012. Технический регламент Таможенного союза. О требованиях к смазочным материалам, маслам и специальным жидкостям» предельное значение данного параметра – не менее 135 °С [4].

Зависимость изменения плотности (ρ) трансмиссионного масла Valvoline ATF от наработки (км) ГМКП ZF на автобусе VOLGABUS 627102 представлена на рисунке 7.

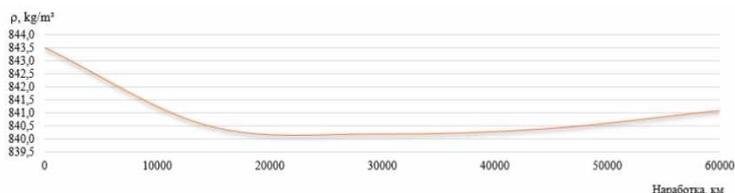


Рис. 7. Зависимость изменения плотности

Значение плотности масла через 30 000 км наработки снизилось на 0,4 % и составила 840,2 кг/м³, а к завершению испытаний увеличилось до 841,1 кг/м³. Снижение плотности масла в первой половине испытаний, связано с процессом механической деструкции модификатора вязкости нового масла, а последующий рост до завершения испытаний связан с накоплением воды, элементов износа деталей и нерастворимых твёрдых осадков, о чём свидетельствует динамика параметров O_n и ρ .

С уменьшением плотности возрастает вероятность образования обильной пены, в то время как устойчивость объема пены ухудшается. Кроме того, введение комплекса присадок в рецептуру масла может увеличить риск образования пены, поэтому дополнительно добавляют противопенные присадки, чтобы стабилизировать и предотвратить этот процесс.

Возникновение большого объема масляной пены является первым признаком критического снижения значения плотности масла и накопления высокой концентрации воды в масле [5].

Зависимость изменения кислотного числа (K_t) трансмиссионного масла Valvoline ATF от наработки (км) ГМКП ZF на автобусе VOLGABUS 627102 представлена на рисунке 8.

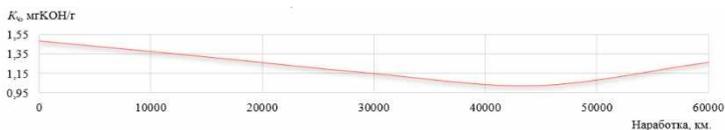


Рис. 8. Зависимость изменения кислотного числа

Чтобы определить степень срабатывания противоизносных и противоокислительных присадок или степень окисления масла применяют такой параметр, как кислотное число [6]. Следует отметить, что высокое значение кислотного числа в новом трансмиссионном масле связано с присутствием противоизносных и противоокислительных присадок, а также с введением в состав масла антиокислительной присадки, которая повышает кислотное число нового масла.

Значение кислотного числа исследуемого масла к 45 000 км наработки снизилось до 1,02 мг КОН/г, а к завершению испытаний увеличилось до 1,26 мг КОН/г. Снижение кислотного числа свидетельствует о сокращении концентрации активных элементов противоизносной и противоокислительной присадки, а дальнейшее увеличение данного параметра характеризует срабатывание антиокислительной присадки, что характерно для трансмиссионных масел ГМКП. Браковочной нормой данного параметра масла является превышение значения – более 3–4 мг КОН/г.

Зависимость изменения концентрации элементов износа деталей ГМКП ZF Ecoliaif 6AP1700B в трансмиссионном масле Valvoline ATF в процессе наработки (км) автобуса VOLGABUS 627102 представлена на рисунке 9.

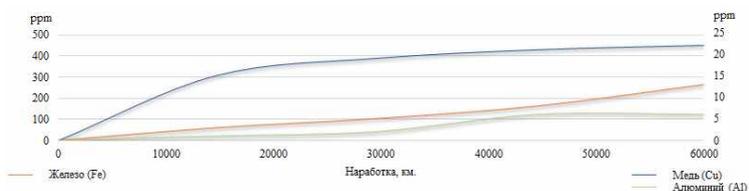


Рис. 9. Зависимость изменения концентрации элементов износа деталей

Анализ зависимости изменения концентрации элементов износа деталей в масле показывает, что в ГМКП ZF в процессе эксплуатации накапливаются частицы металлов: железо (Fe), медь (Cu) и алюминий (Al). В большей степени накапливаются железные (Fe) и медные (Cu) частицы износа, контактирующих поверхностей трения (контакт зубьев шестерен, зон трения в игольчатых подшипниках, зон

трения деталей фрикционных муфт и гидротрансформатора). Предельно допустимая концентрация железа (Fe) в масле для ГМКП составляет 60–70 ppm [7]. По результатам лабораторных отчётов к 15 000 км наработки значение железа (Fe) составило 60 ppm, а к завершению испытаний 264 ppm, превысив предельное значение в 2,8 раза. Данный рост концентрации характеризует неисправность контактирующихся поверхностей трения или несоответствие смазывающих свойства масла для данного агрегата трансмиссии.

Концентрация меди (Cu) к завершению испытаний составила 20 ppm, а алюминия (Al) – 5 ppm.

Зависимость изменения содержания доли нерасвоимых твердых осадков (O_n) в трансмиссионном масле Valvoline ATF от наработки (км) ГМКП ZF на автобусе VOLGABUS 627102 представлена на рисунке 10.

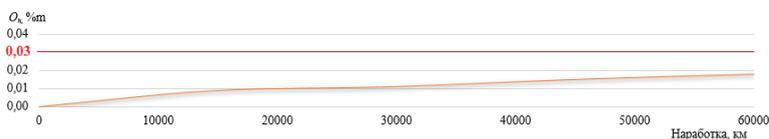


Рис. 10. Зависимость изменения содержания доли нерасвоимых твердых осадков

Зависимость изменения содержания доли нерасвоимых твердых осадков в масле показывает, что до 15 000 км наработки значения показателя резко выросло до 0,01 %m, а затем наступил этап стабилизации и плавного роста. Увеличение в начале ресурсных испытаний вызвано интенсивным процессом окисления термически неустойчивых углеводородов.

На деталях и в картере ГМКП накапливаются мелкие не фильтруемые осадки и шламы, что характеризует увеличение значения параметра в процессе эксплуатационных испытаний. К окончанию испытаний зафиксированно максимальное значение содержания доли нерасвоимых твердых осадков в масле – 0,018 %m. Браковочной нормой данного параметра являться превышение значения – более 0,03 %m [8].

Зависимость изменения концентрации элементов загрязнения трансмиссионного масла Valvoline ATF в процессе наработки (км) ГМКП ZF на автобусе VOLGABUS 627102 представлена на рисунке 11.

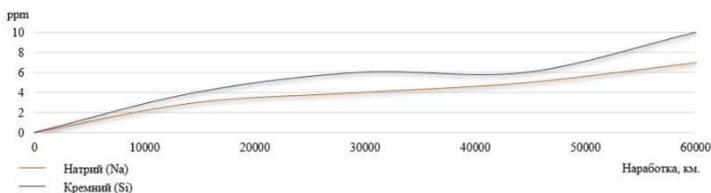


Рис. 11. Зависимость изменения концентрации элементов загрязнения

Зависимость изменения концентрации элементов загрязнения масла показывает, что в ГМКП ZF в процессе эксплуатации накапливаются частицы кремния (Si) и натрия (Na). К завершению испытаний концентрация данных элементов составила: кремния (Si) – 10 ppm и натрия (Na) – 7 ppm. Полученные концентрации не характеризуют аномальной степени загрязнения. Концентрация кремния повышается при попадании в масло дорожно-песчаной пыли, а натрия при попадании в масло охлаждающей жидкости (антифриза).

Зависимость изменения содержания доли воды (B) в трансмиссионном масле Valvoline ATF от наработки (км) ГМКП ZF на автобусе VOLGABUS 627102 представлена на рисунке 12.

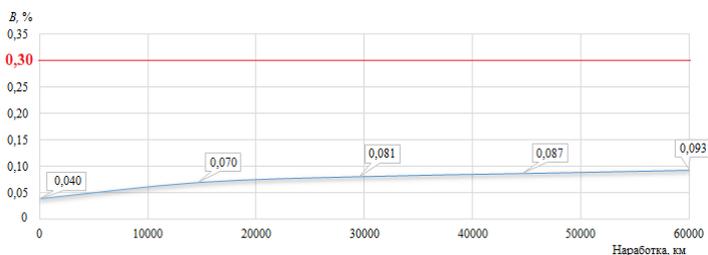


Рис. 12. Зависимость изменения содержания доли воды

Изменение концентрации воды в масле показывает, что уже в начале испытаний в новом масле присутствовало 0,04 % и после 60 000 км наработки значения показателя выросло до 0,093 %. Браковочной нормой данного параметра являться превышение значения – более 0,3 % [8].

Превышение содержания воды в трансмиссионном масле для ГМКП свыше 0,3 % может вызвать различные негативные последствия, такие как образование пены, появление осадков, быстрое окисление масла из-за гидролиза, а также повышенный износ деталей из-за

коррозии и механических повреждений ввиду разрывов масляной пленки и падения давления.

Зависимость изменения концентрации активных элементов присадок в трансмиссионном масле Valvoline ATF в процессе наработки (км) ГМКП ZF на автобусе VOLGABUS 627102 представлена на рисунке 13.

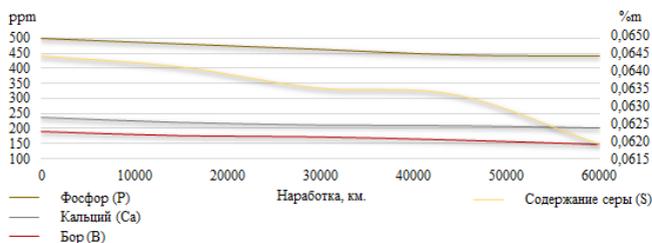


Рис. 13. Зависимость изменения концентрации активных элементов присадок

Из полученного графика изменения концентрации активных элементов присадок в трансмиссионном масле Valvoline ATF видно, что в рецептуре данного масла использованы следующие активные элементы: фосфор (P) с серой (S) – противозадирная и противоизносная присадка, кальций (Ca) как моюще-диспергирующая присадка и бор (B) как противоизносная присадка.

Концентрация активных элементов присадок (S), (P) и (B) в масле снизилась незначительно после 60 000 км наработки. Массовая доля серы (S), фосфора (P) и бора (B) помогает определить содержание в масле антизадирной и противоизносной присадки. В процессе работы масла происходит истощение данных активных элементов, что наглядно подтверждено на графике.

Полученная динамика изменения концентрации активных элементов присадок не характеризует аномального их истощения за 60 000 км наработки в ГМКП ZF. Браковочные нормы для данных активных элементов присадок масел, работающих в ГМКП ZF на автобусах следующие: фосфор (P) – 100 ppm, сера (S) – 0,045 ‰m, кальций (Ca) – 25 ppm и бор (B) – 50 ppm.

Сравнительный анализ инфракрасных спектров нового и использованного трансмиссионного масла Valvoline ATF в процессе эксплуатационных испытаний ГМКП ZF на автобусе VOLGABUS 627102 представлен на рисунке 14.

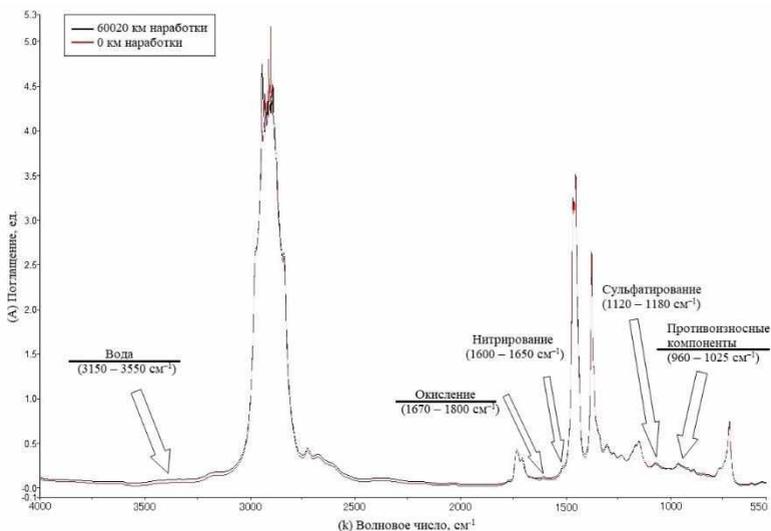


Рис. 14. Сравнительный анализ инфракрасных спектров

Испытания трансмиссионного масла методом инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье, также позволяет оценить степень загрязнения (накапливающейся воды) и разрушения противоизносных присадок, а также интенсивность протекающих химических изменений (окисление, нитрирование, сульфатирование).

Полученный сравнительный график подтверждает часть рассмотренных выше основных ФХ параметров.

Результаты проведенных исследований подтвердили закономерности изменения основных ФХ параметров трансмиссионного масла Valvoline Light & HD ATF-CVT, используемого в ГМКП ZF Ecoliaif 6AP1700B комплектуемое на городские автобусы особо большого класса – VOLGABUS 627102 CITYRHYTHM 18 при подконтрольной эксплуатации в условии городской транспортной работы.

Также установлено, что снижение концентрации доли активных элементов присадок не превышает аномального их истощения. Их концентрация находится в пределах допустимой нормы, однако концентрация элементов противоизносных и противоизносных присадок в процессе испытаний не предотвратило критический и недопустимый рост износа деталей, содержащих железо (Fe), по причине низкой кинематической вязкости испытуемого масла для ГМКП ZF Ecoliaif 6AP1700B.

Таким образом, результаты проведенных подконтрольных испытаний, подтверждают необходимость разработки корректирующего коэффициента сервисного интервала замены трансмиссионного масла, который учитывает фактическое состояние масла в процессе городской эксплуатации автобуса. Такой коэффициент играет ключевую роль в поддержании надежности работы ГМКП.

Важно отметить, что нормы сервисных интервалов замены трансмиссионного масла устанавливаются заводами-производителями агрегатов трансмиссии при введении в эксплуатацию новых конструкций данных агрегатов. И, как правило, долгие годы установленные нормы остаются не измененными, даже при непрерывном совершенствовании их конструкций и технологий изготовления, а также и смазочных материалов. Поэтому технический прогресс требует постоянного уточнения и корректирования норм сервисных интервалов замены масел в процессе эксплуатации.

1. Кудинов В.И., Обоснование возможности увеличения нормативных сроков службы масел для гидромеханических передач: на прим. масла «А» для ГМП автобуса ЛиАЗ-677: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Киев. автомоб.-дор. ин-т им. 60-летия Великой Окт. соц. революции. – Киев, 1987. – 16 с.

2. Маньшев Д.А., Селезнев М.В. Результаты оценки показателей качества трансмиссионного масла при эксплуатации //Вестник НГИЭИ. 2018. № 7. – 58 с.

3. Джерихов В.Б., Автомобильные эксплуатационные материалы: учеб. пособие. Ч. II. Масла и смазки. – Санкт-Петербургский гос. архит.-строит. ун-т. – СПб, 2009. – 256 с. ISBN 978-5-9227-0135-8.

4. Сафонов А.С., Химмотология горюче-смазочных материалов / Сафонов А. С., Ушаков А. И., Гришин В. В. - Санкт-Петербург: НПИКЦ, 2007. – 488 с. ISBN 5-902253-07-1.

5. Балтенас Р. Трансмиссионные масла. Пластичные смазки / Р. Балтенас, А.С. Сафонов, А.И. Ушаков, В. Шергалис / СПб: ООО «Изд-во ДНК», 2001. – 208 с. ISBN 5-7624-0056-5.

6. Рудник Л.Р., Присадки к смазочным материалам. Свойства и применение / Л. Р. Рудник; пер. с англ. яз. 2-го изд. (Lubricant Additives: Chemistry and Applications) под ред. А. М. Данилова. Санкт-Петербург: ЦОП «Профессия», 2013. – 928 с. ISBN 978-5-918884-051-1.

7. Фитч Дж., Анализ масел. Основы и применение / Дж. Фитч, Д. Тройер; Пер. с англ. яз. 2-го изд. под ред. Е. А. Новикова, М. В. Кирюхина. – СПб Профессия, 2015. – 166 с. ISBN 978-5-91884-064-1.

8. Верещагин В.И., Методы контроля и результаты исследования состояния трансмиссионных и моторных масел при их окислении и триботехнических испытаниях: монография / В. И. Верещагин, В. С. Янович, Б. И. Ковальский [и др.]. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2017. – 208 с. ISBN 978-5-7638-3679-0.

Orekhov Vitaly, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (Russia, Saint Petersburg), postgraduate student,
e-mail: vitaliy.orekhov_transport@mail.ru, 195030,
St. Petersburg, Udarnikov Avenue, 49, building 2, apt. 5

RESULTS OF TRANSMISSION OIL WEAR ASSESSMENT VALVOLINE LIGHT & HD ATF-CVT IN THE PROCESS OF CITY BUSES OPERATION

Abstract: The problem of degradation of the physicochemical (PC) parameters of Valvoline Light & HD ATF-CVT (Valvoline ATF) transmission oil, characterizing its performance properties, is considered. The degradation of this oil was studied in the process of resource tests during controlled operation of the hydromechanical gearbox (HMG) ZF Ecoliaif 6AP1700B (ZF) on the city bus VOLGABUS 627102 CITYRHYTHM 18 (VOLGABUS 627102), manufactured in 2022, in metropolitan conditions. Resource tests were carried out from late autumn 2022 to early autumn 2023, during this period the oil worked out a full cycle of the rejection standard - 60,000 km, according to the technical documentation from the ZF HMG manufacturer.

To assess the degradation of the oil, the main accumulating PC parameters were used, such as kinematic viscosity, acid number, content of mechanical impurities and water, concentration of active elements of additives and wear products of metals, etc.

At present, in the technical operation of vehicles there is insufficient information on changes in the main PC parameters of transmission oils for HMG buses used on city routes in large agglomerations of Russia. There is a particular lack of data on empirical dependencies obtained during resource tests. Therefore, further research in this area is becoming especially relevant.

The paper presents a description of the applied testing methods for determining the PC parameters of transmission oil. A list of testing equipment and means for measuring the PC parameters of transmission oil is provided, and the results of laboratory testing of samples of the tested transmission oil are presented.

Keywords: bus; transmission unit; hydromechanical gearbox; transmission oil; empirical dependencies.

Чернин Ростислав Игоревич, Белорусский государственный университет транспорта (Беларусь, Гомель),
кандидат технических наук, доцент
e-mail: cherninri@gmail.com, 246653, г. Гомель, ул. Кирова, д. 34

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ ЗАПРЕССОВКИ КОЛЕСА НА ОСЬ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ КОЛЁСНЫХ ПАР ВАГОНОВ

Аннотация: В статье приведены результаты разработок и исследований по совершенствованию существующей технологии контроля прочности напрессовки цельнокатаных колёс на оси при формировании колёсных пар грузовых и пассажирских вагонов, которые направлены на повышение достоверности контроля прочности получаемого прессового соединения, а как следствие повышение их надёжности в эксплуатации.

Ключевые слова: колёсная пара; соединения с натягом; напряжённо деформированное состояние; контактное давление; прочность; контроль.

Прочность прессовых соединений колёсных пар во многом определяют их надёжность, а как следствие напрямую влияют на безопасность движения поездов, поэтому совершенствование технологии их ремонта в целом и повышение достоверности контроля в частности является важным вопросом.

На сегодняшний день оценка качества формирования колесных пар вагонов осуществляется по индикаторной диаграмме запрессовки (оценивается форма диаграммы, длина напрессовки и величина конечного усилия) [1], однако в практике формирования колёсных пар с целью получения правильной формы диаграммы запрессовки допускают в отдельных случаях завышение натяга, что приводит к значительным пластическим деформациям в зоне контакта деталей и, следовательно, к снижению сопротивления колёс аксиальному сдвигу на осях.

Необходимо отметить, что и зарубежные исследователи [2] отмечают, что при формировании колёсных пар значительное влияние имеет человеческий фактор, поскольку работникам трудно оценить кривую запрессовки визуально.

Успешная экспериментальная проверка разработанной методики контроля прочности напрессовки внутренних колец буксовых

подшипников на шейке оси колёсной пары по уровню напряжённо-деформированного состояния (НДС) [3] позволила разработать устройство [4] для дополнительного контроля прочности механической запрессовки ступицы цельнокатаного колеса на подступичную часть оси колёсной пары (рис. 1), принцип работы которого аналогичен устройству использованного при экспериментальных напрессовках внутренних колец (рис. 2).

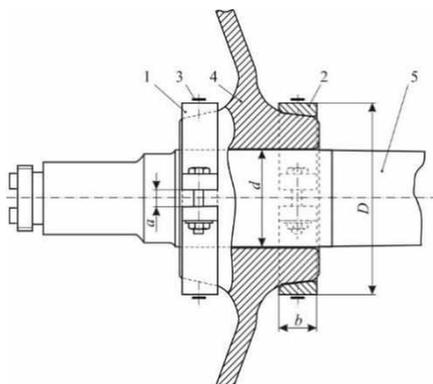


Рис. 1. Устройство для контроля прочности механической напрессовки колеса на ось колёсной пары:

1, 2 – клеммовые соединения; 3 – тензодатчики; 4 – колесо; 5 – ось колёсной пары

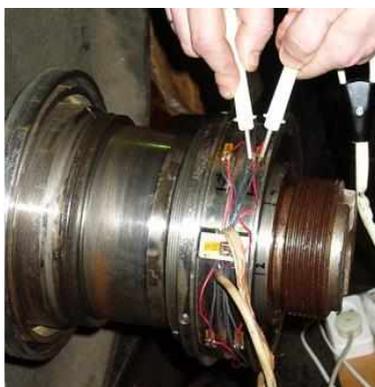


Рис. 2. Измерительное устройство на внутреннем кольце буксового подшипника

Устройство работает следующим образом – соединения 1 и 2 в свободном состоянии надевают на ступицу колеса 4, подлежащего напрессовке на ось 5. Затем зажимают стяжные болты с целью обеспечения неподвижного закрепления клеммовых соединений 1 и 2 на ступице колеса 4 с незначительным предварительным натягом. В таком положении при помощи тензодатчиков 3 фиксируют нормальные растягивающие напряжения на цилиндрических поверхностях клеммовых соединений 1 и 2 (установка относительно нуля, т. е. балансировка каналов тензоаппаратуры при температуре производственного помещения до сборки прессового соединения). Колесо 4 вместе с клеммовыми соединениями 1, 2 напрессовывают на подступичную часть оси колёсной пары. После напрессовки колеса 4 на подступичную часть оси 5 измеряют упомянутые выше напряжения, по величине последних определяют контактное давление и натяг [4].

Для проведения исследований по оценке прочности прессового соединения ступицы цельнокатаного колеса с подступичной частью оси колёсной пары создана модель соединения, геометрические параметры которой соответствуют для колеса – [5], для подступичной части оси типа РУ1Ш – требованиям [1, 6].

В качестве материалов для оси указывались характеристики стали ОсВ, для цельнокатаного колеса – Марка 2.

Исследование выполнено в два этапа:

- на первом этапе в модели (рис. 3) посадочные поверхности ступицы колеса и подступичной части оси выполнены идеальными, т. е. без допустимых значений конусности и овальности, для получения значений, которые будут использованы как базовые;

- на втором этапе путем изменения конусности и овальности посадочных поверхностей соединения и сравнения результатов с базовыми будет установлено влияние и степень влияния макрогеометрии на прочность соединения.

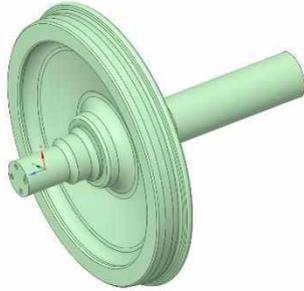


Рис. 3. Модель соединения цельнокатаного колеса с осью колёсной пары

Конечно-элементная модель насчитывает 531071 конечных элементов и 912441 узлов (рис. 4).

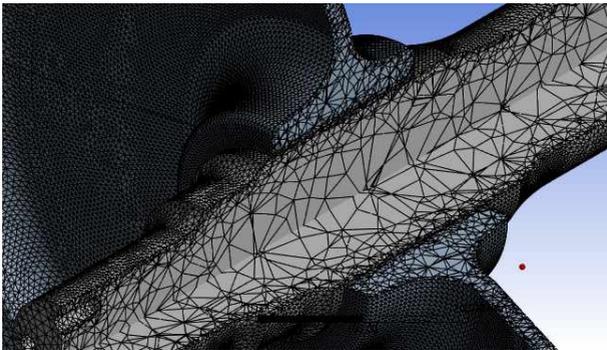


Рис. 4. Разбиение конечно-элементной модели соединения ступицы цельнокатаного колеса с подступичной частью оси колёсной пары

Модель состоит из конечных элементов Tet10. Напряжения фиксировались в восьми сечениях на наружной поверхности ступицы колеса согласно схеме (рис. 5).

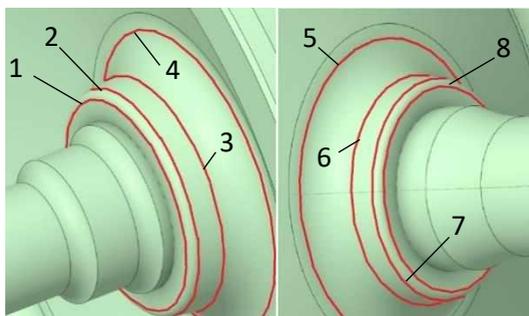


Рис. 5. Расположение сечений на поверхности ступицы колеса

Среднее значение эквивалентных напряжений для каждого сечения вычислено по зависимости:

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_{\text{ЭКВ}i}}{n}, \quad (1)$$

где n – количество точек в каждом сечении, $n = 120$.

Результаты расчёта для натяга 0,20 мм (рис. 6).

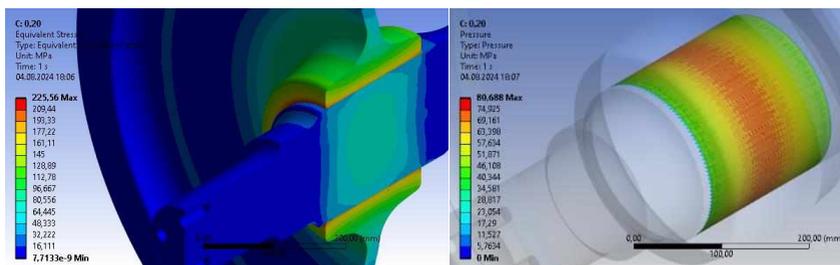


Рис. 6. Результаты расчёта эквивалентных напряжений и контактного давления в сопряжении ступицы колеса с подступичной частью оси колёсной пары при натяге 0,20 мм

Полученные результаты хорошо согласуются с результатами полученными зарубежными исследователями для колёсной пары схожих геометрических параметров [7] (рис. 7). Эквивалентное напряжение и контактное давление для натяга 0,20 мм (200 мкм) (рис. 8).

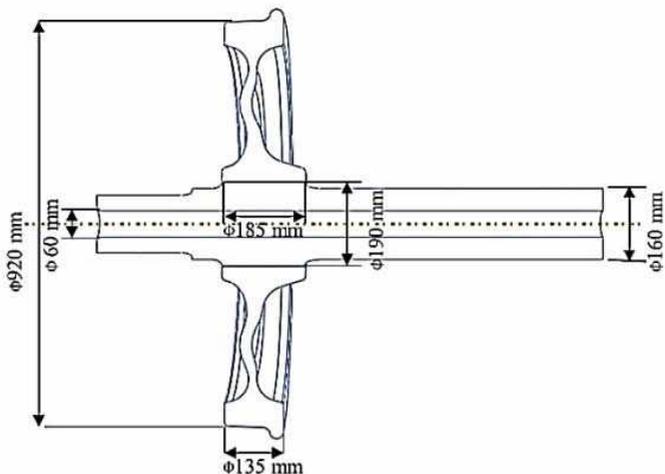


Рис. 7. Геометрия колеса и оси в сборе [7, стр. 3, рис. 2]

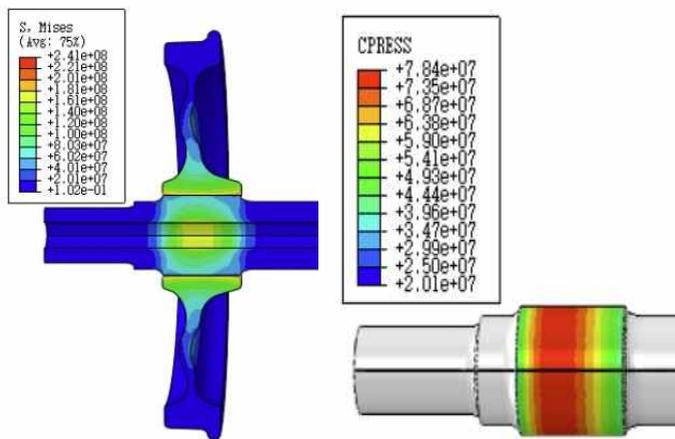


Рис. 8. Распределение эквивалентных напряжений и контактного давления в соединении колеса с осью при натяге 0,20 мм (200 мкм) [7, стр. 5–6, рис. 7, 11]

Для дальнейших исследований изменены поверхности контакта ступицы колеса и подступичной части оси:

– для подступичной части оси согласно требованиям [1] смоделирована овальность цилиндрической поверхности – 0,05 мм, конусность (большой диаметр расположен к средней части оси) – 0,1 мм;

– для ступицы цельнокатаного колеса смоделированы овальность 0,05 мм, конусообразность (большой диаметр расположен с внутренней стороны ступицы) – 0,1 мм [1].

Полученная модель учитывает следующие параметры: конусность и овальность предподступичной части оси, конусность и овальность посадочной поверхности ступицы цельнокатаного колеса, величину натяга и угол расположения друг относительно друга дефектов геометрии посадочных поверхностей.

Для каждого значения натягов проводились расчёты для трёх углов взаимного расположения овальности и конусности сопрягаемых поверхностей (0°, 45°, 90°).

Результаты расчёта эквивалентных напряжений и контактного давления при натяге цельнокатаного колеса 0,20 мм для трёх значений угла φ приведены на рисунке 9.

Как видно из рисунка 9 вариант взаимного расположение под углом 90° конусности и овальности сопрягаемых поверхностей вызывает наибольшие эквивалентные напряжения и контактное давление в зоне сопряжения.

Действующим руководящим документом [1] не регламентируется расположение отклонений макрогеометрии сопрягаемых поверхностей друг относительно друга, поэтому в практике возможна вариативность и, следовательно, для получения зависимости фактического натяга от замеряемого в эксплуатации целесообразно использовать усреднённую зависимость по полученным данным при разных углах.

Для определения величины натяга в соединении (δ) как для «идеальных» контактных поверхностей, так и с учётом макрогеометрии через контактное давление (p_k) и эквивалентные напряжения на поверхности ступицы колеса ($\sigma_{тП}$) используются зависимости, вытекающая из решения Ляме-Гадолина [8]:

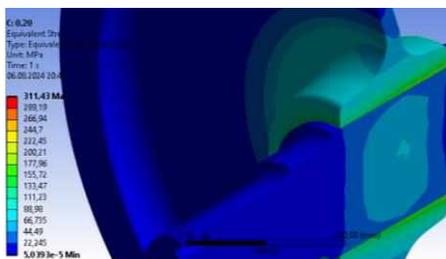
$$\delta = \frac{2d_1 p_k}{E \left[1 - \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2 \right]}; \quad \delta = \frac{d_2^2 \sigma_{тП}}{d_1 E}, \quad (2)$$

где d_1 – диаметр сопряжения, мм;

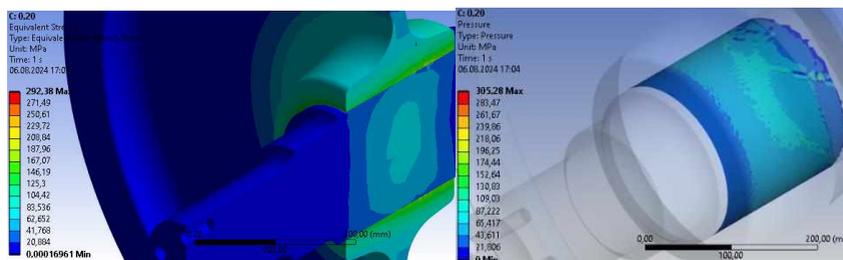
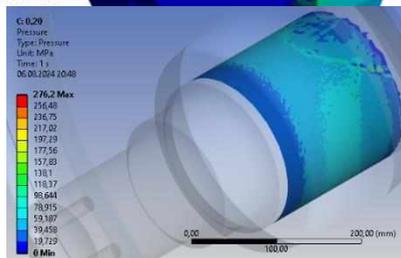
d_2 – наружный диаметр охватывающей детали, для каждого рассматриваемого сечения, мм;

E – модуль упругости, МПа.

a)



б)



в)

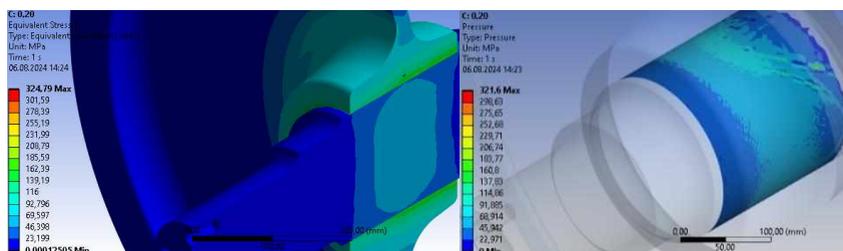


Рис. 9. Распределение эквивалентных напряжений и контактного давления при натяге 0,20 мм:

а – при угле $\varphi = 0^\circ$; б – при $\varphi = 45^\circ$; в – при $\varphi = 90^\circ$

При определении натяга через эквивалентные напряжения на поверхности ступицы колеса используются значения, полученные для сечений № 2, 3, 6, 7 (рис. 5), так как разработанное устройство (рис. 1) располагается в данных областях ступицы цельнокатаного колеса.

Результаты расчётов представлены на рисунке 10.

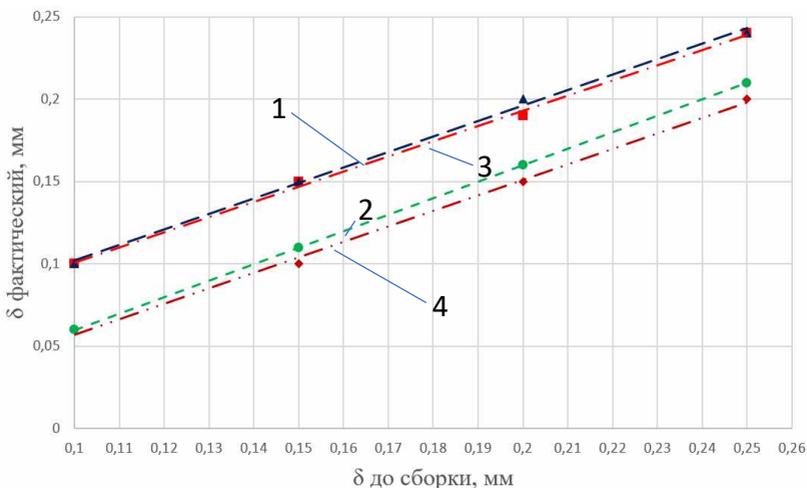


Рис. 10. Зависимости между фактическими натягами и измеряемыми перед формированием:

- 1 – $\delta = f(p_k)$ при идеальных посадочных поверхностях ($y = 0,94x + 0,008$);
- 2 – $\delta = f(p_k)$ с учётом макрогеометрии сопрягаемых поверхностей ($y = x - 0,04$);
- 3 – $\delta = f(\sigma_{тП})$ при идеальных посадочных поверхностях ($y = 0,92x + 0,009$);
- 4 – $\delta = f(\sigma_{тП})$ с учётом макрогеометрии сопрягаемых поверхностей ($y = 0,94x - 0,037$)

Как видно из рисунка 10 (зависимость 1) при идеальных посадочных поверхностях ступицы колеса и подступичной части оси Δ с величиной натяга определяемой косвенным методом перед сборкой по разнице диаметров не превышает 1,96 % по нижней границе зоны рекомендованных натягов и 2,8 % для верхней границы, однако для модели прессового соединения с учетом максимальных значений овальности и конусности согласно руководящему документу (зависимость 2) Δ для нижней границы составила 40 % с постепенным снижением до 16 % к верхней.

При использовании разработанной методики определения натяга через значение НДС поверхности ступицы цельнокатаного колеса при

идеальных поверхностях сопряжения (зависимость 3) Δ со значениями, полученными через контактное давление в зоне сопряжения, составили от 0,98 % для нижней границы и 1,65 % для верхней. Для зависимости, учитывающей макрогеометрию (зависимость 4) Δ составила соответственно 5 % и 5,71 %.

Следовательно, можно сделать вывод что разработанную методику контроля прочности напрессовки, успешно прошедшую апробацию в реальных условиях производства для внутренних колец буксовых подшипников возможно использовать и для реализации дополнительного контроля прочности напрессовки цельнокатаного колеса в дополнение к используемым индикаторным диаграммам, что даст более простой критерий для оценки качества формирования.

Следующим этапом в проведении исследований является реализация экспериментальных напрессовок на натуральных образцах колёсных пар с изготовленным устройством [4] для верификации полученной в результате моделирования зависимости (рис. 10, зависимость 4).

1. Руководящий документ по ремонту и техническому обслуживанию колесных пар с буксовыми узлами грузовых вагонов магистральных железных дорог колеи 1520 (1524) мм (РД ВНИИЖТ 27.05.01-2017). – 253 с.

2. Research on Standard and Automatic Judgment of Press-fit Curve of Locomotive Wheel-set Based on AAR Standard / J. Lu [et al.] // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering – 2018. – Vol. 326. – DOI: 10.1088/1757-899X/326/1/012010.

3. О контроле прочности соединений с гарантированным натягом колец подшипников с шейками осей колёсных пар / И.Л. Чернин [и др.] // Вестн. Белорус. гос. ун-та. трансп. Наука и транспорт. – 2010. – № 1 (20). – С. 5–9.

4. Устройство для контроля прочности механической напрессовки колеса на ось колёсной пары : пат. 2431 Респ. Беларусь / В.И. Сенько, И.Л. Чернин, Р.И. Чернин, С.Ф. Гориченко ; заявитель Белорус. гос. ун-т трансп. – № u 20050254 ; заявл. 02.05.2005 ; опубл. 28.02.2006 // Афiцыйны бюл. / Нац. цэнтр iнтэлектуал. уласнасцi. – 2006. – № 1 (48). – С. 172–173.

5. Колеса цельнокатаные. Технические условия: ГОСТ 10791-2011 ; введ. РБ 01.09.2012. – Москва: АО "Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта" (АО "ВНИИЖТ"), 2011. – 42 с.

6. Оси колесных пар железнодорожного подвижного состава. Общие технические условия: ГОСТ 33200-2014 ; введ. РБ 01.10.2016. – Москва: АО "Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта" (АО "ВНИИЖТ"), 2014. – 50 с.

7. Nwe T., Pimsarn M. Effect of interference on the press fitting of railway wheel and axle assemblies // IOP Conf. Series : materials Science and Engineering 1137 (2021) 012051. – DOI: 10.1088/1757-899X/1137/1/012051.

8. Александров А.В., Потапов В.Д., Державин Б. П. Сопротивление материалов. М.: Высш. шк., 2000. – 560 с.

Charnin Rastsislau,

Belarusian State University of Transport (Belarus, Gomel),

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

e-mail: cherninri@gmail.com, 246653, Gomel, Kirova str., 34

IMPROVING THE TECHNOLOGY FOR CONTROLLING THE PRESSING OF THE WHEEL ONTO THE AXLE DURING THE FORMATION OF WHEEL PAIRS OF WAGONS

Abstract: The article presents the results of research and development to improve the existing technology for controlling the strength of pressing solid-rolled wheels on the axle when forming wheel pairs of freight and passenger cars, which are aimed at increasing the reliability of strength control of the resulting pressed joint, and as a result, increasing their reliability in operation.

Keywords: wheelset; joints with tension; stress-strain state; contact pressure; strength; control.

Раздел 6. КАДРОВОЕ И НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ И ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

УДК 658

Бойко Наталья Семеновна, кандидат юридических наук,
доктор исторических наук, профессор кафедры ЛЭиБП
e-mail: nbouko2005@mail.ru

Карсункин Евгений Васильевич, доцент кафедры ЛЭиБП
e-mail: karsunkinev@mail.ru

Лурье Владислав Юрьевич, старший преподаватель кафедры ЛЭиБП
e-mail: vladislav.lurye.nav@gmail.com

Ульяновский институт гражданской авиации ФГБОУ ВО имени Главного
Маршала авиации Б. П. Бугаева (Россия, Ульяновск)

КОНЦЕПЦИИ ТРЕНАЖЕРНОГО ОБУЧЕНИЯ В АВИАЦИОННОЙ ИНДУСТРИИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Аннотация: Применение передовых научных разработок в авиационной индустрии резко обгоняет уровень знаний, осваиваемых студентами авиационных специальностей в высших учебных заведениях. Изучение инцидентов в авиации демонстрирует, что неправильные манипуляции экипажа с высокотехнологичным бортовым оборудованием могут с высокой вероятностью вызвать неполадки или даже полный отказ критически важных систем воздушного судна, что, в свою очередь, увеличивает риск авиационных катастроф.

Ключевые слова: передовые научные технологии; авиационная индустрия; уровень знаний; студенты авиационных специальностей; высшие учебные заведения; инциденты; авиация.

Качество подготовки экипажа к полетам напрямую влияет на обеспечение безопасности во время аварийных ситуаций. Отсутствие адекватной тренировки для действий в случаях системных сбоев может привести к неправильной реакции на критические неисправности. Это обуславливает необходимость предъявления высоких требований к уровню профессионализма и знаний летного состава в контексте быстро развивающихся технологий в авиастроении и бортовом оборудовании [1].

Из-за ограничений, накладываемых условиями реальных полетов, невозможно достичь освоения многих сложных специализированных умений и навыков, необходимых при выполнении полетов в экстремальных условиях. В данном контексте, значительная роль отводится наземным аспектам подготовки, в частности, тренировкам на авиационных тренажерах. Учитывая, что основные инциденты в авиации

связаны с человеческим фактором, тренажеры предоставляют целый ряд преимуществ по сравнению с практикой на борту реального воздушного судна. Ключевое преимущество здесь – абсолютная безопасность тренажерных сессий для учащихся, а также возможность отрабатывать маневры, которые в реальных условиях были бы исключены ради безопасности. Это существенно повышает эффективность тренажерной подготовки по сравнению с полетными упражнениями. Дополнительно, использование тренажеров минимизирует риски, связанные с возможными ошибками учащихся в процессе обучения. Учитывая все вышесказанное, тренажерные системы становятся неотъемлемой частью обучения будущих пилотов. На ранних этапах производства тренажеров отсутствовала массовость, а фокус был сделан на выполнение государственных контрактов. Первые отечественные авиационные тренажеры были созданы в середине 60-х. С течением времени, объемы производства тренажеров и их использование для подготовки летного персонала постоянно увеличивались, особенно с внедрением передовых технологий, способствующих максимальной реалистичности тренировочных условий. Комплексные тренажеры классифицируют на четыре категории – А, В, С, и D, основываясь на их сложности и функционале [2].

Использование тренажеров в авиационном обучении демонстрирует дополнительные преимущества, такие как персонализация обучающего процесса, когда студенты самостоятельно регулируют темп и направление своего обучения; ускорение процесса освоения необходимого набора умений и навыков; расширение спектра учебных заданий; эффективность в выявлении и поддержке индивидуальных различий обучающихся в плане успеваемости; стимуляция мотивации к обучению, формирование умения адекватно реагировать в экстремальных ситуациях, а также возможность анализа летных ошибок на основе просмотра записей полетов с целью коррекции и улучшения навыков пилотирования.

Тем не менее, при всех преимуществах, авиационные тренажеры обладают ограничениями по сравнению с реальными полетами. К недостаткам относится отсутствие возможности в полной мере воссоздать психологический стресс и напряжение, присущие настоящему полету, ведь летчик осознает искусственность ситуации и его инстинкт самосохранения не активизируется так же, как в небе, что сказывается на процессах принятия решений. Кроме того, имитация погодных условий в симуляторах не может точно передать эффекты, такие как слепящее солнце, высокая или низкая температура, алгоритмическое моделирование динамики полета иногда не полностью соответствует

реакции настоящего самолета на разнообразные метеорологические условия.

Одной из существенных проблем, связанных с использованием авиационных тренажеров, является их ограниченность в достоверном воссоздании условий, подобных тем, что возникают в реальных полетах при инструментальных условиях (полеты в условиях ограниченной видимости или «под шторкой»). Среди причин, вызывающих это явление, выделяются такие факторы, как некорректная интерпретация пилотом фактической позиции воздушного судна без визуальных точек отсчета на земле или в небе, недоверие к индикаторам бортового оборудования и вводящие в заблуждение сигналы от вестибулярного аппарата, усиленные стрессом, характерным для полетных ситуаций. Эти факторы способствуют созданию заблуждений относительно пространственного положения.

В контексте занятий на тренажере у курсантов отсутствует реальное чувство присутствия в воздухе и, как следствие, стрессовое состояние, что позволяет им больше доверять инструментальным показателям и не обращать внимания на сенсорные ощущения, касающиеся расположения в пространстве [3].

Учитывая потенциал развития и востребованность авиационных тренажерных систем, сегодня активно идет работа над созданием и совершенствованием тренажеров для подготовки пилотов, опираясь на новейшие технологические достижения. Целью является создание таких тренажерных комплексов, которые в максимальной степени имитируют условия реального полета, обеспечивая высокий уровень погружения и реалистичности виртуальной среды. Следует отметить, что в сфере обучения пилотов и воссоздания условий полета появились передовые подходы. Из них два связаны с использованием технических средств, а остальные касаются стратегий их использования. Одним из ключевых направлений является применение усовершенствованных авиасимуляторов, которые эффективно помогают отработать все аспекты и фазы полета. Для усиления позитивного влияния этого тренда решаются две задачи: с одной стороны, создается комплексная база данных, содержащая все необходимые реальные данные для точного моделирования, представленные в формате, удобном для работы. С другой стороны, обновление данных происходит в кратчайшие сроки – в течение 1–2 дней после их поступления. Следующее направление опирается на принципы стандартизации и модуляции в разработке тренажерных комплексов, а также на интеграцию индивидуальных учебных аппаратов в единую обучающую сеть для их совместного функционирования. Реализация данного подхода в распространении и эксплуатации тренажерной техники к ускорению процесса

проектирования, упрощению интеграции обширных обучающих сетей из взаимодействующих устройств. Следует отметить, что стратегия фокусируется на усилении акцента на разработку баз данных. Это нашло отражение в научных работах, демонстрирующих, что применение не полных и не достаточно верифицированных баз данных в симуляторах снижает эффективность тренировочных сессий, повышает их сложность и стоимость, а также увеличивает общие затраты на их эксплуатацию [4].

Цель – минимизировать разрыв между реальными условиями и их симуляцией в обучении. Это требует дальнейшего развития и апгрейда существующих тренажерных систем.

В заключении следует отметить, что крайне важно также разработать и внедрить строгие стандарты и нормативы для тренажерных систем и методик обучения, чтобы гарантировать высокий уровень подготовки специалистов, в частности, авиационных экипажей.

1. Приказ Министерства транспорта РФ от 12 июля 2019 г. N 229 «Об утверждении Федеральных авиационных правил "Требования к тренажерным устройствам имитации полета, применяемым в целях подготовки и контроля профессиональных навыков членов летных экипажей гражданских воздушных судов». <https://base.garant.ru/73680697/>(Дата обращения 12.08.2024).

2. Гришков А.А., Папулов В.Д. Пути повышения качества подготовки курсантов авиационного училища летчиков // Военная мысль, 2020. № 10. С. 140-143.

3. Белов, И.С. Исследование современных концепций и методик профессиональной подготовки пилотов-студентов образовательных учреждений гражданской авиации РФ / И.С. Белов, В.А. Иванов. – Текст : непосредственный // Исследования молодых ученых : материалы LVL Междунар. науч. конф. (г. Казань, март 2023г.). – Казань : Молодой ученый, 2023. – С. 19–25.

4. Дмитренко А.Ю. Формирование профессиональной ответственности у курсантов авиационных вузов как актуальная проблема // Журнал педагогических исследований. 2020. Т. 5. № 2. С. 64–69.

Boyko Natalia, Candidate of Legal Sciences, Doctor of Historical Sciences,
Professor of the Department of Economics and Safety
e-mail: nboyko2005@mail.ru

Karsunkin Evgeniy, senior lecturer of the Department of LE&BP
e-mail: karsunkinev@mail.ru

Lurye Vladislav, senior lecturer of the Department of LE&BP
e-mail: vladislav.lurye.nav@gmail.com

Ulyanovsk Institute of Civil Aviation Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education named after Chief Marshal of Aviation B.P. Bugaev (Russia, Ulyanovsk)

SIMULATOR TRAINING CONCEPTS IN THE AVIATION INDUSTRY AT THE PRESENT STAGE

Annotation: The application of advanced scientific developments in the aviation industry sharply outpaces the level of knowledge acquired by aviation students in higher educational institutions. Simulator training concepts in the aviation industry at the present stage the application of advanced scientific developments in the aviation industry sharply outpaces the level of knowledge acquired by aviation students in higher educational institutions.

Keywords: advanced scientific technologies; aviation industry; level of knowledge; aviation students; higher education institutions; incidents; aviation.

Бойко Наталия Семеновна, кандидат юридических наук, доктор исторических наук, профессор кафедры ЛЭиБП

e-mail: nbouko2005@mail.ru

Карсункин Евгений Васильевич, доцент кафедры ЛЭиБП

e-mail: karsunkinev@mail.ru

Лурье Владислав Юрьевич, старший преподаватель кафедры ЛЭиБП

e-mail: vladislav.lurye.nav@gmail.com

Ульяновский институт гражданской авиации ФГБОУ ВО имени Главного Маршала авиации Б. П. Бугаева (Россия, Ульяновск)

КОНЦЕПЦИЯ «ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА» - КАК ПОДХОД В ОБУЧЕНИИ КОММЕРЧЕСКИХ ПИЛОТОВ ПО ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЁТОВ

Аннотация: В эру XXI столетия, когда технологическая надёжность в авиации приближается к идеалу, основную долю происшествий в воздухе все еще занимают ошибки, допускаемые человеком. С этой точки зрения, рассмотрение и анализ человеческого фактора становится критически важным на всех уровнях деятельности авиационной индустрии, начиная с базового обучения и заканчивая эксплуатацией.

Ключевые слова: авиация; системы оптимизации эргономики пилотских кабин; программы; психологическая оценка летного персонала; системы управления ресурсами экипажа.

Разработка концептуального подхода к человеческому фактору шла рука об руку с развитием авиации; исследования в этой области занимали умы ученых по всему миру, целью которых было создание и внедрение методик, способствующих безопасности и эффективности полетов. Международная организация гражданской авиации (ICAO) представляет человеческий фактор как научное направление, изучающее взаимодействие людей с техникой, протоколами и средой, а также внутриличностные отношения в рабочем процессе [1].

В контексте авиации, человек является основой системы, что подтверждается активной работой по оптимизации эргономики пилотских кабин, разработке программ отбора и психологической оценки летного персонала, а также внедрению системы управления ресурсами экипажа и обучения, основанного на анализе данных.

Цель образовательных программ – подготовить студентов к успешному получению квалификации коммерческого пилота. Это направление, совместно с требованиями к текущему персоналу авиакомпаний, демонстрирует безусловную необходимость внедрения

программ обучения и оценки, ориентированных на реальную практику и компетенции, нужные для обеспечения безопасности полетов [2].

Оценка поведенческих проявлений членами команды возлагается на плечи пилота-инструктора и играет ключевую роль в оценке компетентности летного персонала. Недостаток этих индикаторов может указывать на низкий уровень мастерства, что обуславливает необходимость инструктором создавать условия для раскрытия и усиления требуемых навыков. Окончившие гражданские летные учебные заведения имеют базовую квалификацию, но индивидуальный уровень компетенций различается, завися от многих переменных, включая личные способности и глубину знаний. Согласно ICAO, выделяют восемь основных компетенций, в то время как эксперты, например из «Эмирайтс», предлагают добавить девятую – «knowledge». Эта дополнительная компетенция подчеркивает важность знаний в отличие от остальных и позволяет подробнее анализировать теоретическую подготовленность учащихся, особенно тех, кто получил на выпускных экзаменах средние и низкие оценки. Такой подход способен выявить нехватку знаний для их последующего дополнения в короткие сроки, предотвращая будущие трудности [3].

Традиционные методы оценки не всегда позволяют выявить слабые места в подготовке, особенно когда усложненные условия полета выявляют дефициты в определенных компетенциях, негативно сказывающихся на общей работе экипажа. Здесь на передний план выходит задача инструктора тренажера, который должен творчески подходить к обучению, варьируя сценарии и постепенно повышая сложность задач для развития и оттачивания не только основных, но и дополнительных навыков. Ключевым аспектом является сохранение баланса между уровнем сложности заданий и учитываемыми последствиями для обучаемых, чтобы стимулировать их рост без чрезмерного давления [3].

Чрезмерное усложнение тренажерных программ может привести к отрицательной реакции со стороны пилотов и, как следствие, нежелательным последствиям в практической деятельности. В современных методиках обучения авиационных кадров внедряется концепция «позитивной тренировки», подразумевающей настройку симуляций таким образом, чтобы они предоставляли вызов, решаемый на текущем уровне навыков с перспективой последующего анализа для совершенствования [4].

Хотя полное воспроизведение всех потенциальных нештатных ситуаций с авиационной техникой, командой или из-за метеорологических условий представляется невозможным, поддержание и развитие компетенций на должном уровне снижает риск возникновения

сложно предсказуемых инцидентов и ведёт к эффекту переоценки собственных способностей. Особенно это заметно у пилотов, которые регулярно проходят квалификационные проверки и могут приходиться к ошибочному убеждению, что они готовы ко всему, в то время как в сложных ситуациях могут возникать риски из-за недостаточной подготовки в определённых аспектах. Это существенно сказывается на безопасности полётов, учитывая данные NASA – ASRS о высоком проценте инцидентов и катастроф из-за высокой рабочей нагрузки на экипаж. Международная организация гражданской авиации также выделяет человеческий фактор как ключевую проблему [4].

Управление ресурсами экипажа становится критически важным, подчёркиваются два типа нарушений в сложных человеческих взаимодействиях, таких как диспетчер и пилот: вынужденные и преднамеренные. Внедрение дополнительной проверки компетенций выпускников авиационных учебных заведений представляется перспективным [5].

Переход к программе EBT требует значительных изменений в авиакомпаниях и учебных заведениях, включая изменение нормативных документов и подготовку кадров. Пилоты в авиакомпаниях до 2020 года были подготовлены к работе вторых пилотов, с особым вниманием к аварийным процедурам [2].

В заключении следует отметить, что информация о недостаточно развитых компетенциях у новобранцев может ускорить их ввод в строй. Программа EBT позволит более точно оценить уровень подготовки специалистов. Она подразумевает базовый уровень компетенций, который может быть улучшен с помощью целенаправленных тренажёрных занятий и «фасилитации» со стороны инструкторов, направленной на мотивацию к самосовершенствованию. Применение этого подхода в обучении пилотов поможет повысить безопасность полётов.

1. Дмитренко А.Ю. Формирование профессиональной ответственности у курсантов авиационных вузов как актуальная проблема // Журнал педагогических исследований. 2020. Т. 5. № 2. С. 64-69.

2. Зубков В.А. Психофизиологическая значимость тренажерной подготовки при переучивании летчиков на новые типы самолетов // Сборник статей XXIX международной научно-практической конференции, часть II. Москва: «Научно-издательский центр «Актуальность. РФ», 2020. С. 9-10.

3. Crew Resource Management – Режим доступа: <https://skybrary.aero/articles/crew-resource-management-oghfa-bn>. – Дата доступа: 10.09.2024.

4. ICAO Doc. 9995 Руководство по подготовке персонала на основе анализа фактических данных <https://standart.aero/ru/icao/book>. – Дата доступа: 10.09.2024.

5. Дегтярев В.С. Проблематика сертификации современных и перспективных авиатренажеров // Инновации в гражданской авиации, 2018. № 1. С. 84-89.

Boyko Natalia, Candidate of Legal Sciences, Doctor of Historical Sciences,
Professor of the Department of Economics and Safety
e-mail: nboyko2005@mail.ru

Karsunkin Evgeniy, senior lecturer of the Department of LE&BP
e-mail: karsunkinev@mail.ru

Lurye Vladislav, senior lecturer of the Department of LE&BP
e-mail: vladislav.lurye.nav@gmail.com

Ulyanovsk Institute of Civil Aviation Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education named after Chief Marshal of Aviation B.P. Bugaev (Russia, Ulyanovsk)

THE CONCEPT OF “HUMAN FACTOR” - AS AN APPROACH TO TRAINING COMMERCIAL PILOTS TO IMPROVE FLIGHT SAFETY

Annotation: In the era of the 21st century, when technological reliability in aviation is approaching the ideal, the bulk of accidents in the air are still occupied by human errors. From this perspective, consideration and analysis of Human Factors becomes critical at all levels of the aviation industry, from basic training to operations.

Keywords: aviation; systems for optimizing cockpit ergonomics; programs; psychological assessment of flight personnel; crew resource management systems.

Лукашкова О. Ю.

Белорусский национальный технический университет

(Беларусь, Минск), магистр, аспирант

e-mail: o.lukashkova@mail.ru, г. Минск, пр-т Независимости, 65

ЦИФРОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПЕРСОНАЛОМ

Аннотация: Статья посвящена теме цифрового управления персоналом, рассматривающей ключевые аспекты внедрения современных технологий в процессы управления человеческими ресурсами. В условиях стремительной цифровизации бизнеса организации сталкиваются с необходимостью адаптации HR-практик к новым вызовам и возможностям, которые открывают цифровые инструменты. В статье анализируются основные преимущества цифровизации, включая автоматизацию рутинных задач, доступ к аналитическим данным, улучшение вовлеченности сотрудников и повышение гибкости в управлении талантами. Также рассматриваются вызовы, связанные с внедрением технологий, такие как необходимость изменения корпоративной культуры, обучение сотрудников и обеспечение безопасности данных. В заключении подчеркивается важность стратегического подхода к цифровому управлению персоналом как составляющей успешного развития организации в условиях быстро меняющегося рынка. Статья может быть полезна как HR-специалистам, так и руководителям, стремящимся оптимизировать процессы управления персоналом и повысить конкурентоспособность своих организаций.

Ключевые слова: цифровое управление; персонал; цифровизация.

Введение

В современных условиях стремительного развития технологий и цифровизации бизнес-процессов управление персоналом становится все более сложной и многогранной задачей. Цифровое управление персоналом является неотъемлемой частью стратегического развития организаций, стремящихся эффективно использовать человеческий капитал для достижения своих целей. Внедрение современных информационных технологий в управление HR-процессами позволяет значительно повысить их эффективность, автоматизировать рутинные операции и улучшить взаимодействие между сотрудниками и руководством.

Цифровая трансформация управления персоналом предлагает новые подходы к найму, обучению, оценке и развитию сотрудников. Она позволяет не только ускорить процессы, связанные с управлением кадрами, но и обеспечить более глубокую аналитику, претворяющую в

жизнь данные о производительности, вовлеченности и удовлетворенности сотрудников. В условиях глобальной конкурентной среды организации вынуждены адаптироваться к новым требованиям рынка, и цифровизация становится ключевым фактором, способствующим их устойчивости и инновационному развитию.

Однако переход к цифровым технологиям в управлении персоналом также сопряжен с вызовами, такими как необходимость адаптации к новым инструментам, управление изменениями и внимание к вопросам безопасности данных.

Цифровизация охватывает все сферы бизнеса, и управление персоналом не является исключением. В последние годы HR-практики претерпели значительные изменения, став более ориентированными на технологии. Цифровое управление персоналом предполагает использование платформ и инструментов, автоматизирующих процессы найма, обучения, оценки и развития сотрудников, что существенно повышает их эффективность и качество.

Цифровое управление персоналом – это использование современных технологий и программного обеспечения для оптимизации процессов управления человеческими ресурсами в организации.

В ходе проведенных исследований установлены ключевые аспекты цифрового управления персоналом:

1. Автоматизация процессов и использование программного обеспечения для цифровизации рутинных задач, таких как обработка заявок на отпуск, ведение учета рабочего времени и расчет заработной платы.

2. Цифровые кадровые системы. Внедрение цифровых систем управления персоналом (HRM), которые помогают в учетной деятельности, анализе данных сотрудников и других HR-процессах.

3. Цифровые технологии обучения и развития. Платформы для онлайн-обучения и развития сотрудников, позволяющие легко получать доступ к обучающим материалам и следить за прогрессом.

4. Композитный анализ и динамическая аналитика. Использование аналитических инструментов для офф- и он-лайн оценки производительности сотрудников, выявления потребностей в обучении и улучшения процессов найма.

5. Цифровые инструменты для оценки и мониторинга мотивации сотрудников, такие как KPI, обратная связь и регулярные оценки.

6. Платформы для улучшения внутренней коммуникации, такие как мессенджеры, форумы или системы управления проектами, которые способствуют обмену информацией и повышению вовлеченности сотрудников.

7. Удаленная работа. Инструменты и технологии, позволяющие управлять удаленными командами, поддерживать их продуктивность и обеспечивать координацию работы.

8. Интеграция данных из разных источников для создания целостного представления о состоянии персонала и HR-процессов.

Цифровизация управления персоналом позволяет компаниям повысить эффективность, снизить затраты и улучшить общий опыт сотрудников. Это также помогает быстро адаптироваться к изменениям в трудовом законодательстве и потребностях рынка.

Управление персоналом в условиях цифровизации требует адаптации процессов, подходов и стратегий к новым вызовам и возможностям, которые открывают современные технологии.

Ключевыми аспектами, касающимися управления персоналом в эпоху цифровизации могут быть: адаптация под новые технологии, т. е. HR-отделы должны осваивать и внедрять новые технологии, такие как системы управления талантами, программное обеспечение для автоматизации HR-процессов и инструменты для оценки производительности; навыки и обучение – с учетом быстрого изменения технологий, сотрудникам необходимо постоянно обучаться и развивать свои навыки. Это может включать как формальное обучение, так и неформальное, например, онлайн-курсы и вебинары; цифровизация осуществляется в контексте увеличения популярности удаленной работы. Важно обеспечить сотрудников всем необходимым для эффективной работы вне офиса и развивать организационную культуру, способствующую продуктивности и сотрудничеству.

Использование больших данных и аналитических инструментов для мониторинга производительности, прогнозирования потребностей в кадрах и оптимизации процессов управления. Данные могут помочь в принятии более обоснованных решений. Например, персонализированный подход в условиях цифровизации позволяет собирать и анализировать информацию о предпочтениях и потребностях сотрудников, что открывает возможности для более персонализированного подхода к управлению, включая программы поощрения и развития, внедрение новых технологий и подходов часто связано с изменениями в организации. HR-менеджеры должны быть готовыми управлять этими изменениями, обеспечивать поддержку сотрудников и минимизировать сопротивление. Цифровые инструменты, такие как платформы для управления проектами и совместной работы, помогают улучшить взаимодействие между командами и способствуют повышению вовлеченности сотрудников.

В условиях цифровизации необходимо уделять особое внимание защите персональных данных сотрудников и безопасности

информационных систем в целом. Цифровизация может влиять на корпоративную культуру, и HR-отдел должен обеспечить, чтобы культура оставалась поддерживающей, инклюзивной и открытой для инноваций. Цифровые инструменты могут помочь создать более динамичную и своевременную обратную связь между менеджерами и сотрудниками, способствуя вовлеченности и удовлетворенности работой.

Таким образом, управление персоналом в условиях цифровизации требует комплексного подхода, включающего технологические, организационные и культурные изменения. Это позволяет создать адаптивную и конкурентоспособную организацию.

Заключение

Цифровое управление персоналом представляет собой многоуровневая практика управления человеческими ресурсами, синхронизируя их с текущими и перспективными трендами развития бизнеса. Внедрение современных технологий не только оптимизирует рутинные процессы и повышает их эффективность, но и создает новые возможности для анализа данных и стратегического планирования. Компании, которые активно интегрируют цифровые инструменты в свою HR-структуру, получают значительные преимущества, включая улучшенное взаимодействие с сотрудниками, более точное понимание их потребностей и реакции на изменения рынка труда.

Тем не менее, переход на цифровые технологии требует внимательного подхода и готовности персонала преодолевать возникающие вызовы трансформации профессиональных компетенций. Изменение корпоративной культуры, необходимость постоянного обучения из-за быстроты технологических изменений и вопросы кибербезопасности требуют от руководителей и HR-специалистов проактивного и стратегического мышления. Успех цифровизации определяется не только внедрением инструментов, но и созданием среды, способствующей адаптации и пониманию этих изменений всеми членами команды.

В конечном счете, цифровое управление персоналом становится не просто дополнением к традиционным HR-процессам, но и ключевым элементом для достижения долгосрочных целей организации. В условиях высокой конкуренции и постоянно меняющихся требований рынка, компании, способные интегрировать цифровые технологии в свое управление, будут иметь явное преимущество в привлечении и удержании талантов, что станет залогом их успешного роста и развития в будущем.

Lukashkova Olga,
Belarusian National Technical University (Belarus, Minsk),

*Master of Science, PhD student,
e-mail: o.lukashkova@mail.ru, Minsk, Nezavisimosti Ave., 65*

DIGITAL HUMAN RESOURCE MANAGEMENT

Annotation: The article is devoted to the topic of digital personnel management, considering the key aspects of the implementation of modern technologies in human resource management processes. In the context of rapid digitalization of business, organizations are faced with the need to adapt HR practices to new challenges and opportunities offered by digital tools. The article analyzes the main benefits of digitalization, including automation of routine tasks, access to analytical data, improved employee engagement and increased flexibility in talent management. It also considers the challenges associated with the implementation of technologies, such as the need to change corporate culture, employee training and data security. The conclusion emphasizes the importance of a strategic approach to digital personnel management as a component of the successful development of an organization in a rapidly changing market. The article can be useful for both HR specialists and managers seeking to optimize HR processes and increase the competitiveness of their organizations.

Keywords: digital management; personnel; digitalization.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
Раздел 1. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ И ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	6
<i>Бойко Н.С., Сучков В.А.</i> Особенность единой концепции гибкого использования воздушного пространства и условные маршруты....	6
<i>Аземиа С.А.</i> Перспективы производства в Республике Беларусь дорожного пассажирского транспорта динамической вместимости.....	12
<i>Шаталова Н.В., Бородина О.В., Пеплер А.Э.</i> Исследование глобальных процессов в транспортно-логистических системах, ориентация на новые пути развития.....	22
<i>Коваль Д.Н., Миленкий В.С., Козлов В.В.</i> Тенденции транспортно- логистической деятельности в Европе и Беларуси: Проблемы и перспективы	30
<i>Рябина Д.И., Сидорова А.А.</i> Обзор современных инноваций в области транспортных средств, систем и технологий.....	39
<i>Якубович С.П., Гольдман Г.Э.</i> Опыт проведения транспортной политики, направленной на обеспечение устойчивой городской мобильности.....	46
<i>Костюк Ю.К.</i> О совершенствовании правового регулирования общественных отношений в области организации и выполнения перевозок пассажиров в нерегулярном сообщении с применением цифровых технологий.....	63
<i>Миленкий В.С., Козлов В.В.</i> Изменение направлений грузопотоков на Евро-Азиатском континенте с учетом новой ситуации в геополитике.....	74
<i>Коваль Д.Н., Миленкий В.С., Козлов В.В.</i> Основные меры, способствующие совершенствованию перевозок экспортной продукции Беларуси.....	81
<i>Ермашкевич Д.Б., Гольдман Г.Э., Исупов А.А.</i> Основные тенденции развития рынка услуг по международным перевозкам пассажиров автомобильным транспортом в Республике Беларусь под воздействием мер государственного правового регулирования....	89
<i>Мейсак Е.А., Кузнецов В.Г.</i> Технологическая модель формирования и пропуска консолидированных маршрутных контейнерных поездов в транспортной сети.....	99
<i>Мейсак Е.А., Кузнецов В.Г.</i> Организация контейнерных поездов в международном сообщении на основе принципов консолидации потоков.....	110

Раздел 2. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ.....	119
<i>Аземиа С.А.</i> Перспективы создания интеллектуальной системы управления работой городского транспорта регулярного сообщения.....	119
<i>Богданович С.В.</i> Возможности практического применения искусственного интеллекта в сфере безопасности дорожного движения.....	125
<i>Гончарёнок И.И., Горбачёв Н.Н.</i> К цифровизации транспортно- логистических процессов: открытые данные.....	135
<i>Харлап С.Н., Бусько И.А.</i> Обзор методов нормирования и оценивания рисков инновационных систем железнодорожной автоматики и телемеханики.....	145
<i>Житко А.В., Езерский В.Ю.</i> Внедрение технологии блокчейн в автоматизированные системы управления транспортом.....	151
Раздел 3. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ, КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕВОЗОК.....	160
<i>Бойко Н.С., Карсункин Е.В., Рябинов А.В.</i> Коррупционная составляющая в авиационной сфере, влияющая на безопасность полетов.....	160
<i>Якубович С.П.</i> Совершенствование маршрутной сети – путь повышения мобильности населения.....	170
<i>Аземиа С.А.</i> Мультимаршрутный метод организации работы городского пассажира транспорта регулярного сообщения.....	180
<i>Матанцева О.Ю., Залыгина С.И.</i> Методы повышения эффективности начисления амортизации на автобусе.....	187
<i>Бычкова К.А., Подкопаев А.В., Шевцова А.Г.</i> Развитие методов первичного анализа показателей аварийности.....	193
<i>Миленский В.С., Круглый П.Е., Круглый С.П.</i> Методика расчета сложности маршрута в зависимости от дорожных условий.....	204
<i>Якубович С.П., Гольдман Г.Э.</i> Основные методические подходы к разработке планов устойчивой городской мобильности.....	211
<i>Исупов А.А., Семченков С.С.</i> Современные тенденции развития перевозок пассажира: автобуса к троллейбусу и электробусу.....	221
<i>Синицкая О.А., Борушко М.В.</i> Исследование организации и проведения наблюдений в отношении индивидуальных предпринимателей, осуществляющих перевозки грузов автомобильным транспортом.....	233
Раздел 4. РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОЙ И ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ.....	242
<i>Ляхов С.В., Гончаров И.П.</i> Развития и стандартизация подвешного рельсового транспорта.....	242

<i>Костюченко Е.Д., Лобашов А.О.</i> О системе доставки товаров в г. Минске.....	250
<i>Химакова А.А., Трасковская Ю.А.</i> Развитие транспортной и логистической инфраструктуры на железнодорожном транспорте в рамках Государственной программы «Транспортный комплекс на 2021-2025 годы».....	254
Раздел 5. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ.....	258
<i>Харлап С.Н., Конопацкая А.Ю.</i> Обзор существующих методов повышения функциональной безопасности беспилотных транспортных средств.....	258
<i>Бойко Н.С., Сучков В.А.</i> Влияние законцовок на аэродинамические характеристики крыла.....	266
<i>Алешко А.А., Яцкевич Д.Д.</i> История создания и особенности эксплуатации электробуса.....	272
<i>Афанасьев А.П., Афанасьева Е.В., Денисов В.А., Качанов И.В. и др.</i> Об использовании воздушной каверны на судах речного флота Республики Беларусь (РБ).....	278
<i>Гурский А.С.</i> Определение состояния высоковольтных накопителей энергии с элементами прогнозирования.....	289
<i>Серебряков И. А., Горнак И.В., Тавгень И.А.</i> Разработка универсальных технических решений для переоборудования коммерческих автомобилей на электрическую тягу.....	296
<i>Орехов В.В.</i> Результаты оценки износа трансмиссионного масла VALVOLINE LIGHT & HD ATF-CVT в процессе эксплуатации городских автобусов.....	303
<i>Чернин Р.И.</i> Совершенствование технологии контроля запрессовки колеса на ось при формировании колёсных пар вагонов.....	317
Раздел 6. КАДРОВОЕ И НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ И ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	328
<i>Бойко Н.С., Карсункин Е. В.</i> Концепции тренажерного обучения в авиационной индустрии на современном этапе.....	328
<i>Бойко Н.С., Карсункин Е.В., Лурье В.Ю.</i> Концепция «Человеческого фактора» - как подход в обучении коммерческих пилотов по повышению безопасности полётов.....	333
<i>Лукашкова О.Ю.</i> Цифровое управление персоналом.....	337

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

Сборник статей

Сетевое издание

Ответственный за выпуск *Т.М. Колмакова*

Научное издание

Системные требования:
операционная система Windows XP или новее, macOS 10.12 или новее,
Linux.

Программное обеспечение для чтения файлов PDF.

Объем данных 89,4 Мб.

Принято к публикации 18.11.24.

Режим доступа:
Свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

Республиканское унитарное предприятие
«Белорусский научно-исследовательский институт транспорта
«Транстехника».

Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/137 от 8 января 2014 г.
Ул. Платонова, 22А, 220005, г. Минск.

**ДАННОЕ ИЗДАНИЕ ПРЕДНАЗНАЧЕНО ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ДЛЯ
ПУБЛИКАЦИИ НА ЭЛЕКТРОННЫХ НОСИТЕЛЯХ**