

УДК 656.136.073

DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2020-17-2-262-272>

СИСТЕМА ПАРАМЕТРОВ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ИНТЕРМОДАЛЬНОЙ КОНТРЕЙЛЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

А.В. Цыганов, Н.А. Осинцев
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»,
Магнитогорск, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Приоритетным направлением развития транспортных систем является формирование транспортных коридоров с мультимодальными системами и интермодальными технологиями доставки грузов, обеспечивающее достижение экономических, социальных и экологических целей, стоящих перед государствами. Для транспортной системы России, претендующей на продвижение по своей территории транзитных грузопотоков, решение перечисленных задач может быть реализовано путём формирования контрейлерной технологии. Необходимым условием организации эффективных контрейлерных перевозок в региональном и международном сообщениях является систематизация параметров и оценка технической совместимости задействованного подвижного состава.

Методы и модели. В работе использован системный подход для представления контрейлерной технологии как сложной технической системы, состоящей из автомобильных транспортных средств, отечественного и зарубежного железнодорожного подвижного состава, взаимодействующих в интермодальных терминалах. Для описания концептуальной схемы рассматриваемой системы использована ER-модель.

Результаты. Обоснованы и систематизированы параметры автомобильного и железнодорожного подвижного состава, определено их взаимовлияние на уровне совместимости их технико-эксплуатационных параметров при организации внутренних и международных контрейлерных перевозок. Систематизация, структурирование, хранение и актуализация параметров подвижного состава осуществляется с использованием базы данных «Определение базовых параметров подвижного состава контрейлерных систем доставки грузов», разработанной в среде Microsoft Access.

Заключение. Разработанная система параметров позволяет оценить техническую совместимость автомобильного и железнодорожного подвижного состава участников контрейлерных перевозок, а также может быть использована при унификации интермодальных транспортных единиц и гармонизации габаритно-весовых ограничений на сети автомобильных и железных дорог.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: транспорт, мультимодальная перевозка, комбинированная перевозка, интермодальная перевозка, интермодальная транспортная единица (ИТЕ), автомобильно-железнодорожная перевозка, контрейлерная перевозка, автомобильное транспортное средство, железнодорожный подвижной состав, параметр, база данных.

БЛАГОДАРНОСТИ. Авторы выражают искреннюю благодарность д-ру техн. наук А.Н. Рахмангулову, проф. кафедры «Логистика и управление транспортными системами» ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» за помощь в визуализации базы данных.

Поступила 12.02.2020, принята к публикации 21.04.2020.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Конфликт интересов отсутствует.

Для цитирования: Цыганов А.В., Осинцев Н.А. Система параметров подвижного состава интермодальной контрейлерной технологии. Вестник СибАДИ. 2020; 17(2): 262-272. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2020-17-2-262-272>

© Цыганов А.В., Осинцев Н.А.



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2020-17-2-262-272>

THE SYSTEM OF ROLLING-STOCK'S PARAMETERS OF INTERMODAL PIGGYBACK TRANSPORTATION

Aleksandr V. Tsyganov, Nikita A. Osintsev
Nosov Magnitogorsk State Technical University,
Magnitogorsk, Russia

ABSTRACT

Introduction. The priority area of transport systems development is the formation of transport corridors with multimodal systems and intermodal cargo delivery technologies, ensuring the achievement of economic, social and environmental goals facing the countries. For the transport system of Russia, which claims to advance transit cargo flows through its territory, the solution to the above problems can be achieved by organization of the piggyback transportation. A necessary condition for the organization of effective piggyback transportation in domestic and international traffics is the systematization of parameters and the assessment of technical compatibility of the involved rolling-stock.

Methods and models. A systems approach is used to represent piggyback transportation as a complex technical system consisting of road vehicles, domestic and foreign railway rolling-stock interacting in intermodal terminals. The ER-model is used to describe the conceptual scheme of the piggyback system.

Results. The parameters of the road and railway rolling-stock are justified and systematized, their mutual influence is determined at the level of compatibility of their technical and operational parameters in the organization of domestic and international piggyback transportation. Systematization, structuring, storing and updating of rolling-stock parameters are carried out using the database «Determining the rolling-stock basic parameters of piggyback delivery systems» developed in Microsoft Access.

Conclusion. The developed system of parameters allows to assess technical compatibility of road and railway rolling-stock of the countries participating in piggyback transportation, and can also be used for unification of intermodal transport units and harmonization of the overall weight restrictions on the road and railway networks.

KEYWORDS: transport, multimodal transport, combined transport, intermodal transport, intermodal transport unit (ITU), road-rail transport, piggyback, road vehicle, railway rolling-stock, parameter, data base.

ACKNOWLEDGEMENTS. The authors express their sincere gratitude to Dr. A. Rakhmangulov, Professor at the Department of Logistics and Transportation Systems Management, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia for assistance with visualization of database.

Submitted 12.02.2020, revised 24.04.2020.

The authors have read and approved the final manuscript.

Financial transparency: the authors have no financial interest in the presented materials or methods. There is no conflict of interest.

For citation: Tsyganov A.V., Osintsev N.A. The system of rolling-stock's parameters of intermodal piggyback transportation. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2020; 17(2): 262-272. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2020-17-2-262-272>

© Tsyganov A.V., Osintsev N.A.



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

Мировая экономика характеризуется ростом внешнеторгового оборота между странами. Глобализация товарообмена вызвана специализацией стран по производству конкретных видов сырья и готовой продукции. Центрами торговли в настоящее время выступают Соединённые Штаты Америки, Китай и страны Европейского союза¹ [1]. Их территориальная удалённость требует развития существующих и формирования новых транспортных связей, в том числе проходящих по территории России. Качественное обслуживание национальных и транзитных грузопотоков обеспечивается их концентрацией на магистралях, имеющих технико-технологическое обустройство с достаточной пропускной и провозной способностями². В качестве таких магистралей в настоящее время выступают транспортные коридоры.

Международный [2, 3] и отечественный опыт свидетельствует о ключевой роли государств в формировании транспортных коридоров. Это обусловлено высокой капиталоемкостью транспортной инфраструктуры и необходимостью интеграции транспортных систем стран. Решение данных задач определено в важнейших международных и национальных документах. Для стран Евросоюза подобными документами являются: «Концепция трансъвропейской транспортной сети»³ и «Белая книга»⁴, для Китая – инициатива «Один пояс – один путь»⁵, для России – «Транспортная стратегия Российской Федерации»⁶ и «Стратегия инновационного развития Российской Федерации»⁷. Реализация управленческих решений, сформированных в перечисленных

документах, преследует цель устойчивого развития транспортных систем и формирования мировой транспортной системы [1]. Примером являются страны Евросоюза, в которых наличие единого экономического пространства и развитость интеграционных процессов между странами способствует стабильному росту объемов перевозок, в том числе и в международном сообщении.

В настоящее время транспортная политика развитых стран сосредоточена на решении общественно-экономических и экологических задач⁸ [4]. Одним из приоритетов является снижение объема перевозки грузов автомобильным транспортом, оказывающим наибольшее негативное экологическое воздействие на окружающую среду. Более того, имеется устойчивая тенденция возрастания воздействия, вызванная, прежде всего, ростом автомобилизации в развивающихся странах с сохранением использования классических видов топлива. Согласно данным Межправительственной группы экспертов по изменению климата автомобильным транспортом в атмосферу выбрасывается около 1,7 мегатонн двуокиси углерода (CO₂) в год, что превышает совокупные объемы выбросов данного парникового газа всеми остальными видами транспорта. Кроме того, автомобильный транспорт является наиболее энергоёмким из всех видов транспорта – на его долю приходится 85% энергозатрат транспортной отрасли [5]. С учётом этого в странах Евросоюза к 2030 году запланировано перенести 30% автомобильных грузовых перевозок протяжённостью свыше 300 км на железнодорожный или внутренний водный транспорт, а к 2050 году – более 50% [4].

¹ International Trade Centre statistics URL <http://www.intracen.org/> (дата обращения: 25.11.2019).

² Герами В.Д. Управление транспортными системами. Транспортное обеспечение логистики: учебник и практикум / В.Д. Герами, А.В. Колик. М.: Юрайт, 2015. 510 с. ISBN 978-5-9916-4792-2.

³ Regulation (EU) No 1315/2013 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2013 on Union guidelines for the development of the trans-European transport network and repealing Decision No 661/2010/EU. URL <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32013R1315> (дата обращения: 24.12.2019).

⁴ White paper on Transport. Roadmap to a Single Transport Area – Towards a Competitive and Resource-Efficient Transport System: European Commission. Directorate General for Mobility and Transport, 2011. 32 p.

⁵ One Belt One Road Initiative. URL <http://politics.people.com.cn/n/2014/0811/c1001-25439028.html> (дата обращения: 10.06.2018).

⁶ Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года. URL <http://docs.cntd.ru/document/420202382> (дата обращения: 20.12.2018).

⁷ Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года. URL <http://docs.cntd.ru/document/902317973/> (дата обращения: 13.12.2019).

⁸ White paper on Transport. Roadmap to a Single Transport Area – Towards a Competitive and Resource-Efficient Transport System: European Commission. Directorate General for Mobility and Transport, 2011. 32 p.

Формирование «экологически чистых» транспортных систем на сегодняшний момент идёт по пути развития мультимодальных систем доставки грузов, основанных на последовательном или параллельном продвижении грузопотоков несколькими видами транспорта. Дополнительный эффект возникает при использовании внутри мультимодальной системы интермодальной технологии. В основу данной технологии положена идея исключения операций перевалки груза в другую ёмкость при его передаче с одного вида транспорта на другой⁹. Реализация идеи заключается в размещении груза в интермодальной транспортной единице (далее ИТЕ), способной к перевозке несколькими видами транспорта в пределах всей мультимодальной системы (цепи поставки). По информации Международного союза автомобильно-железнодорожных комбинированных перевозок (UIRR), наиболее распространёнными ИТЕ являются контейнеры, съёмные кузова и полуприцепы. Доля их использования компаниями-членами UIRR составляет около 80% на всех маршрутах перевозок в странах Евросоюза¹⁰.

Разновидностью интермодальных технологий с участием автомобильного и железнодорожного видов транспорта является контейнерная технология. Данная технология позволяет снизить логистические издержки [6], повысить гибкость управления потоками в цепях поставок [4], уменьшить негативное воздействие транспорта на окружающую среду [7], а также стимулирует развитие «зелёной» логистики [8]. Например, опыт стран Евросоюза показывает, что использование контейнерной технологии обеспечивает сокращение годовых экологических расходов на 200 млн евро, а затрат на содержание автомобильных дорог – до 500 млн евро [9].

Таким образом, формирование в транспортных коридорах мультимодальных систем доставки с интермодальными технологиями выступает альтернативным и конкурентным решением унимодальным системам, основанным на использовании одного вида транспорта в продвижении грузопотоков. Функционирование столь сложных транспортных систем основано, в частности, на обеспечении координации и взаимодействии различных видов транспорта.

В связи с этим контейнерные перевозки в России к настоящему времени организованы только на уровне пилотных проектов. Это вызвано отсутствием комплексного подхода к внедрению национальной контейнерной технологии. К наиболее важным задачам, не имеющим к настоящему времени полного решения, относятся: создание терминальной инфраструктурной сети и парка специализированного железнодорожного подвижного состава, разработка нормативно-правовых документов и тарифной политики, а также интеграция национальной контейнерной технологии в зарубежные транспортные системы [10, 11]. При обслуживании национальных и международных грузопотоков особую актуальность представляет задача согласования параметров автомобильных транспортных средств с параметрами отечественного и зарубежного железнодорожного подвижного состава. Систематизация параметров позволит проводить качественную проверку их технической совместимости при организации контейнерных перевозок.

ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ПАРАМЕТРОВ ИНТЕРМОДАЛЬНОЙ КОНТЕЙНЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

В результате выполненного анализа [12] выделено шесть предметных направлений исследований интермодальной контейнерной технологии: обобщение (литературные обзоры и практика реализации контейнерных перевозок); политика (нормативно-правовое регулирование, роль государства и международных организаций в развитии мультимодальных и интермодальных технологий); технологии (анализ существующих и разработка новых транспортных технологий); инфраструктура (развитие транспортных коридоров, путей сообщения, терминалов и других инфраструктурных объектов); экология и устойчивое развитие (оценка влияния транспорта на окружающую среду); экономика (оценка инвестиций в развитие контейнерных перевозок, их конкурентоспособность, эффективность). Отмечается, что отсутствие комплексного учёта параметров подвижного состава, задействованного в контейнерных перевозках, снижает качество оценки совместимости транспортных средств и его выбора при организации перевозок.

⁹ Троицкая Н. А. Мультимодальные системы транспортировки и интермодальные технологии: учебное пособие / Н.А. Троицкая, А.Б. Чубуков, М.В. Шилимов. М.: Издательский центр «Академия», 2009. 336 с. ISBN 978-5-7695-4690-7.

¹⁰ International Union for Road-Rail Combined Transport. URL <http://www.uirr.com/en/road-rail-ct/ct-offers/unaccompanied-services.html> (дата обращения: 04.12.2019).

В исследовании параметров подвижного состава интермодальной контрейлерной технологии авторы¹¹ акцентируют внимание на связи габаритного размера автомобильных транспортных средств и высоты уровня пола железнодорожных вагонов с габаритом погрузки. В работе [4] наиболее важными обозначены параметры ИТЕ: тип, габаритные размеры, масса и некоторые конструктивные особенности, влияющие на габаритные и весовые параметры автопоездов, а также на технологию перегрузки ИТЕ и возможность установки их в штабель. В работах¹² [12] исследовано влияние ряда параметров автомобильных транспортных средств (тип, габаритные размеры, масса) на величину динамических сил, возникающих при перевозке в железнодорожном подвижном составе и параметры средств крепления. Исследования [13, 14] показали, что наличие значительного количества и неоднородность ИТЕ, характеризующихся прежде всего типом и размером, приводит к сложности их выбора грузоотправителями и требует дальнейшей стандартизации транспортных единиц. В работах [15, 16] рассмотрено влияние типа ИТЕ на технико-эксплуатационные характеристики зарубежных контрейлерных систем и приведено сравнение этих систем по технико-экономическим параметрам. Анализ технологий перегрузки и установление взаимосвязи с конструкцией полуприцепов и сопровождаемостью перевозки выполнен в работах [17, 18]. В исследовании [19] установлена взаимосвязь веса поезда, определяемого типом перевозимых ИТЕ, с его длиной и скоростью движения. В работах [20, 21] приводятся параметры автомобильных транспортных средств, влияющие на эксплуатационные расходы функционирования интермодальных терминалов. Авторы [22] в качестве основных параметров оценки варианта организации мультимодальных перевозок используют срок доставки, расстояние и стоимость перевозки. В работе¹³ авторы выделяют постоянные и переменные параметры мультимодальных систем. К постоянным параметрам отнесены транспортно-эксплуатационные затраты, гру-

зоподъёмность подвижного состава и ИТЕ, расстояние перевозки, а к переменным – количество вагонов, масса брутто поезда и количество ИТЕ.

Недостатком большинства существующих подходов к выбору и расчёту параметров интермодальной контрейлерной технологии является отсутствие комплексного учёта и систематизации параметров автомобильного и железнодорожного подвижного состава, влияющих на организацию контрейлерных перевозок. Расширение многообразия ИТЕ и подвижного состава приводит к затруднению и замедлению операций в терминалах, усложнению подбора подвижного состава для транспортировки ИТЕ, а также росту затрат на их техническое обслуживание. Решение задачи систематизации параметров подвижного состава для оценки их технической совместимости является необходимым условием организации эффективных контрейлерных перевозок грузов во внутреннем и международном сообщении.

МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ИНТЕРМОДАЛЬНОЙ КОНТРЕЙЛЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Согласно¹⁴ контрейлерные перевозки – перевозки по определённым маршрутам автопоездов, автомобилей, автоприцепов, полуприцепов и съёмных кузовов в гружёном или порожнем состоянии в составе контрейлерных поездов. С позиций системного подхода авторами настоящей статьи интермодальная контрейлерная технология рассматривается как сложная техническая система, состоящая из автомобильных транспортных средств, железнодорожного подвижного состава и зарубежных контрейлерных технологий [15, 16], взаимодействующих в терминалах. Значительное количество технико-эксплуатационных характеристик элементов является существенным ограничением формирования и функционирования интермодальной контрейлерной технологии в мультимодальной системе доставки.

¹¹ Концепция организации контрейлерных перевозок на «пространстве 1520». М.: Изд-во ОАО «РЖД», 2011. 149 с.

¹² Технические условия размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах. М.: Юридическая фирма «Юртранс», 2003. 544 с.

¹³ Транспорт в товарообмене между Европой и Азией / под ред. Мачея Миндура. Варшава–Радом: Ин-т технологии эксплуатации, 2011. 531 с. ISBN 978-83-7789-012-7.

¹⁴ Концепция организации контрейлерных перевозок на «пространстве 1520». М.: Изд-во ОАО «РЖД», 2011. 149 с.

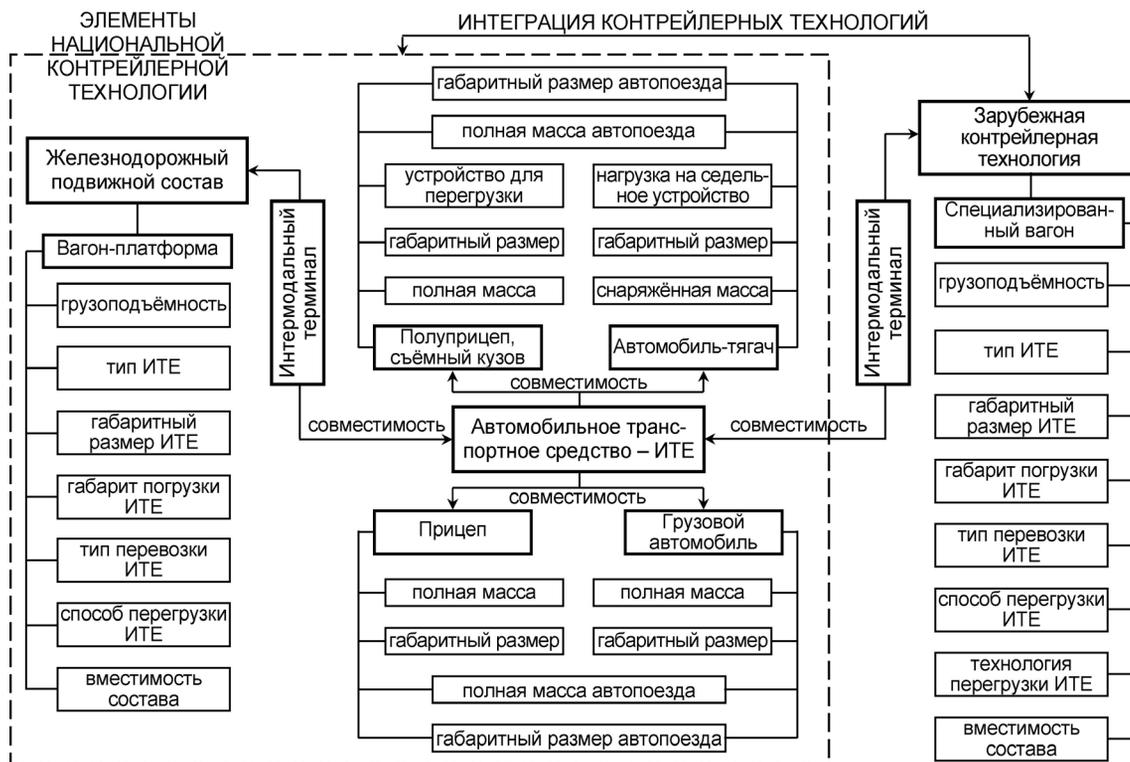


Рисунок 1 – Схема взаимосвязи параметров подвижного состава интермодальной контрейлерной технологии (схема разработана авторами)

Figure 1 – Scheme of the intermodal piggyback transportation rolling-stock parameters interrelation (designed by the authors)

Это обусловлено, в частности:

- широкой номенклатурой типов и моделей автомобильных транспортных средств и ИТЕ, отличающихся конструктивными особенностями, грузоместимостью, габаритными размерами, массой и другими параметрами;
- разновидностями моделей специализированного железнодорожного подвижного состава, имеющих аналогичные отличия технических параметров;
- наличием различных действующих зарубежных контрейлерных технологий, отличающихся технологией погрузки/выгрузки автомобильных транспортных средств, типами обслуживаемых ИТЕ, способом формирования контрейлерных поездов и другими технико-эксплуатационными параметрами.

Таким образом, рассматриваемая техническая система характеризуется значительным многообразием вариантов формирования интермодальной контрейлерной технологии как на уровне оказания логистических услуг крупным и мелким перевозчиком, так и на уровне выбора контрейлерной технологии, включающей создание терминальной инфраструктурной сети и парка специализированного железно-

рожного подвижного состава. Это определяет необходимость детализации и обоснования параметров элементов рассматриваемой технической системы. В работе даны три варианта организации контрейлерной перевозки: 1) несопровождаемая – перевозка полуприцепа, съёмного кузова или прицепа, рассматриваемых в работе как ИТЕ; 2) сопровождаемая – перевозка автопоезда или грузового автомобиля, также рассматриваемых в работе как ИТЕ; 3) международная – перевозка ИТЕ посредством национальной контрейлерной технологии с последующей их передачей в зарубежную контрейлерную технологию (и обратно). Первый и второй варианты предусматривают перевозку ИТЕ определённого типа посредством национальной контрейлерной технологии в пределах территории России. Структура технической системы с базовыми параметрами элементов приведена на рисунке 1.

Определим связи параметров элементов рассматриваемой технической системы. При контрейлерной перевозке полуприцепа с его последующей доставкой грузополучателю автомобилем-тягачом оператора (1-й рассматриваемый вариант) требуется проверка

совместимости полуприцепа с тягачом. Параметрами проверки являются: полная масса полуприцепа, габаритный размер полуприцепа, собственная масса тягача, допустимая нагрузка на опорно-сцепное устройство тягача, габаритный размер тягача, полная масса автопоезда, габаритный размер автопоезда. Аналогичная проверка требуется при перевозке съёмного кузова автомобилем-тягачом или прицепа грузовым автомобилем оператора.

При контейнерной перевозке автопоезда, грузового автомобиля и других ИТЕ (1-й и 2-й рассматриваемые варианты) требуется проверка совместимости ИТЕ с железнодорожным подвижным составом. Параметрами проверки являются: грузоподъёмность вагона-платформы, тип ИТЕ, габаритный размер, габарит погрузки, тип перевозки (сопровождаемая/несопровождаемая), способ перегрузки (параллельная/последовательная), вместимость железнодорожного состава.

При контейнерной перевозке, предусматривающей взаимодействие с зарубежной контейнерной технологией (3-й рассматриваемый вариант) требуется проверка совместимости ИТЕ с определённой контейнерной технологией. Параметрами проверки являются: грузоподъёмность специализированного вагона, тип ИТЕ, габаритный размер, габарит погрузки, тип перевозки, способ перегрузки, технология перегрузки (горизонтальная/вертикальная), вместимость железнодорожного состава.

РЕЗУЛЬТАТЫ СТРУКТУРА БАЗЫ ДАННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ИНТЕРМОДАЛЬНОЙ КОНТРЕЙЛЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Интермодальная контейнерная технология обладает значительным количеством технико-эксплуатационных параметров, характеризующих её элементы. Поэтому требуется удобный инструментарий проверки совместимости параметров автомобильных транспортных средств с параметрами отечественного и зарубежного железнодорожного подвижного состава. Обработка массива данных возможна посредством применения информационных технологий, обеспечивающих систематизацию, структурирование, хранение и своевременную актуализацию значительного количества параметров элементов рассма-

триваемой технической системы. В качестве решения данной задачи предлагается использование разработанной авторами статьи базы данных¹⁵. Основу базы данных составляет информация официальных сайтов компаний-производителей контейнерных систем доставки, интермодальных транспортных единиц, железнодорожного подвижного состава, а также нормативно-правовых документов. База данных выполняет следующие основные взаимосвязанные функции:

- вывод информации о параметрах конкретных моделей/типов ИТЕ и отечественного железнодорожного подвижного состава с оценкой их совместимости при организации национальных контейнерных перевозок;
- вывод информации о параметрах конкретных моделей/типов ИТЕ и зарубежных контейнерных технологий с оценкой их совместимости при организации международных контейнерных перевозок;
- вывод информации о вариантах формирования интермодальной контейнерной технологии с расчётом провозной платы при организации контейнерной перевозки по заданным параметрам.

База данных включает в себя следующие объекты: взаимосвязанные таблицы данных; формы актуализации данных; запросы на просмотр информации; отчёты, обеспечивающие вывод результатов запросов на печать. Содержание таблиц данных о параметрах подвижного состава интермодальной контейнерной технологии в форме ER-диаграммы приведено на рисунке 2.

Параметры подвижного состава интермодальной контейнерной технологии. **Полуприцеп, съёмный кузов (прицеп):** A_1 – модель; A_2 – схема общего вида; A_3 – страна-производитель; A_4 – тип; A_5 – габаритный размер: длина/ширина/высота; A_6 – объём кузова; A_7 – номинальная грузоподъёмность; A_8 – собственная/полная масса; A_9 – типоразмер; A_{10} – габарит погрузки; A_{11} – тарифный класс. **Автомобиль-тягач (грузовой автомобиль):** B_1 – модель; B_2 – схема общего вида; B_3 – страна-производитель; B_4 – тип; B_5 – габаритный размер: длина/ширина/высота; B_6 – номинальная грузоподъёмность; B_7 – снаряжённая/полная масса; B_8 – допустимая нагрузка на опорно-сцепное устройство тягача; B_9 – объём кузова автомобиля; B_{10} – максимальная скорость движения; B_{11} – габарит погрузки; B_{12} – тарифный класс.

¹⁵ Федорина А.В., Осинцев Н.А., Цыганов А.В. Определение базовых параметров подвижного состава контейнерных систем доставки грузов // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2016621248. 2016.

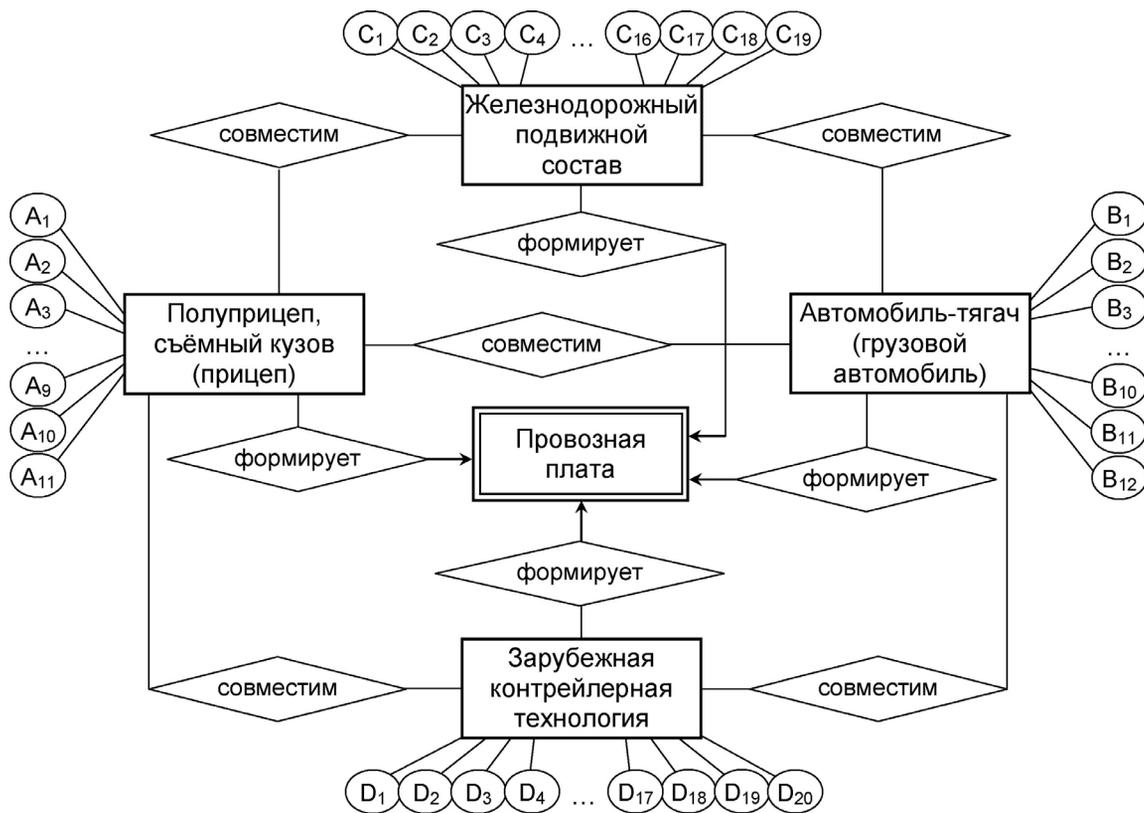


Рисунок 2 – ER-диаграмма базы данных интермодальной контейнерной технологии (схема разработана авторами)

Figure 2 – ER-diagram of the intermodal piggyback transportation data base (designed by the authors)

Железнодорожный подвижной состав: C_1 – модель вагона-платформы; C_2 – схема общего вида; C_3 – страна-производитель; C_4 – грузоподъёмность; C_5 – допустимая нагрузка на ось; C_6 – высота уровня пола от головки рельс; C_7 – габаритный размер пола: длина/ширина; C_8 – конструкционная скорость движения; C_9 – габарит подвижного состава; C_{10} – ширина железнодорожной колеи; C_{11} – тип ИТЕ; C_{12} – габаритный размер ИТЕ; C_{13} – габарит погрузки ИТЕ; C_{14} – количество упоров крепления: колёс/ИТЕ; C_{15} – тип перевозки ИТЕ; C_{16} – способ перегрузки ИТЕ; C_{17} – количество вагонов в составе контейнерного поезда; C_{18} – возможность подключения электропитания; C_{19} – тарифный класс. **Зарубежная контейнерная технология:** D_1 – наименование; D_2 – страна-производитель/эксплуатант; D_3 – схема общего вида специализированного вагона; D_4 – грузоподъёмность; D_5 – допустимая нагрузка на ось; D_6 – высота уровня пола от головки рельс; D_7 – габаритный размер пола: длина/ширина; D_8 – конструкционная скорость движения; D_9 – габарит подвижного состава; D_{10} – ширина железнодорожной колеи; D_{11} – тип

ИТЕ; D_{12} – габаритный размер ИТЕ; D_{13} – габарит погрузки ИТЕ; D_{14} – тип перевозки ИТЕ; D_{15} – способ перегрузки ИТЕ; D_{16} – технология перегрузки ИТЕ; D_{17} – необходимость в персонале при перегрузке ИТЕ; D_{18} – количество вагонов в составе контейнерного поезда; D_{19} – тип терминала; D_{20} – тарифная ставка.

Таблицы данных содержат числовые и текстовые значения параметров подвижного состава интермодальной контейнерной технологии. Таблица «Автомобильные транспортные средства» характеризует ИТЕ с детализацией по автомобилям-тягачам, полуприцепам, съёмным кузовам, грузовым автомобилям и прицепах. Данная таблица позволяет проверять совместимость моделей/типов полуприцепов и съёмных кузовов с моделями автомобилей-тягачей, а также совместимость моделей прицепов с моделями грузовых автомобилей. Таблица «Железнодорожный подвижной состав» содержит информацию о параметрах железнодорожного подвижного состава и имеет связь с предыдущей таблицей. Пример информационного содержания таблицы приведён на рисунке 3.

Код	Модель платформы	Схема обш	Длина п	Длина р	База	Высота	Высота	Длина по	Ширина	Грузополь	Масса тары	Конструкт	Количес	Количес	Производ	Тип автомобиля
1	Модель 13-4095	Витмар Image	22520	21300	17800	813	1268	21176	2550	48000	28000	120	8	12	Украина	Автопоезд, автомоб
2	Модель 13-9009	Витмар Image	25520	24500	18500	700	1200	24300	2640	60000	33500	120	8	12	Россия	Автопоезд, автомоб
3	Sdgenqss-w	Витмар Image	25820		20000			24880	3200	58500	31200	90			Финляндия	Прицепы, полупри
4	Модель 13-9961	не Paintbrush	21440	20280	15800	700	1100	21440	3200	55500	30500	120	8	12	Россия	Автопоезд, автомоб

Код	Модель автомобильного транспортного средства	Тип автомобильного транспортного средства
1	КамАЗ 65116-А4	Сельский тягач
2	МАН TGX 18.400	Сельский тягач
3	КамАЗ 5490	Сельский тягач
4	Renault 500.19 T HT1100	Сельский тягач
5	МАЗ 5316Х5-410-001	Бортовой автомобиль
6	Hyundai HD 250 (борт)	Бортовой автомобиль
7	Vokvo FL	Бортовой автомобиль
8	КамАЗ 43118-46	Бортовой автомобиль
9	КамАЗ 65207	Бортовой автомобиль
10	Модель 13-9961	Прицеп
11	СЗАП-8551-02М	Прицеп
12	Автотрейдинг ОРА 18Т	Прицеп
13	МАЗ 870100 3010	Прицеп
14	ANNABURGER LT-9 02	Прицеп
15	НЕФАЗ-93344-0000013-02	Полуприцеп
16	ГРАЗ ПШЦА 96222-012 удлиненная	Полуприцеп
17	МАЗ 938020 016	Полуприцеп
18	МАЗ 931010 3011	Полуприцеп
19	Krone City Liner SER 10 zLNZ-S	Полуприцеп
20	Fruehauf MaxiSpeed LIFTOP MEGA	Полуприцеп
21	Тонар 974601-0000010	Полуприцеп
71	КамАЗ 5460 - МАЗ-975830-3021	Автопоезд (тягач-полуприцеп)
72	КамАЗ 5460 - Тонар 974611-0000021	Автопоезд (тягач-полуприцеп)
73	КамАЗ 5460 - Krone City Liner SER 10 zLNZ-S	Автопоезд (тягач-полуприцеп)

Рисунок 3 – Информационное содержание таблицы «Железнодорожный подвижной состав» (разработано авторами в среде Microsoft Access)

Figure 3 – Information content of the table “Railway rolling-stock” (designed by the authors in Microsoft Access)

Наличие связи между таблицами позволяет проверять совместимость моделей/типов ИТЕ с моделями железнодорожных вагонов-платформ. Параметры действующих зарубежных контейнерных технологий, отражающие их полную технико-технологическую характеристику, представлены в таблице «Зарубежные контейнерные системы», имеющей связь с таблицей «Автомобильные транспортные средства». Это позволяет проверять совместимость моделей/типов ИТЕ с зарубежными контейнерными технологиями. Таблица «Провозная плата» обеспечивает расчёт величины платы за перевозку по заданным параметрам: тип ИТЕ, грузёное/порожнее состояние ИТЕ, расстояние перевозки, тарифная схема и др. Это позволяет проводить сравнение вариантов формирования интермодальной контейнерной технологии, а также сопоставлять их с альтернативными технологиями доставки грузов по критерию совокупных транспортных затрат.

Формы актуализации базы данных используются для уточнения значений параметров, их оперативного добавления при появлении новых моделей/типов ИТЕ, железнодорожного подвижного состава и зарубежных контейнерных технологий. Также имеется форма для внесения изменений к действующим размерам тарифных ставок контейнерных перевозок. Формы обеспечивают автоматическую интеграцию вводимых значений в соответствующие таблицы данных. Используя элементы интерфейса базы данных, реализуется

возможность выполнять запросы на просмотр интересующей информации. Для удобства вывода результатов запросов на печать они представлены в форме отчётов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основу современного этапа совершенствования транспортных систем развитых стран составляет политика интермодализма, предусматривающая углубление взаимодействия различных видов транспорта и создание интегрированной транспортной системы. Использование данного подхода позволяет повысить качество оказания транспортных услуг и достичь решения экономических, социальных и экологических задач, стоящих перед транспортной отраслью. В частности, предусматривается снижение доли участия автомобильного транспорта в перевозочной деятельности за счёт расширения его взаимодействия с железнодорожным транспортом. В России это может быть реализовано путём формирования контейнерной технологии. Помимо обслуживания национальных грузопотоков данная технология должна обеспечить продвижение грузов в международном сообщении, что определяет необходимость её интеграции в зарубежные контейнерные технологии. Поэтому при её формировании актуальной представляется задача технической совместимости подвижного состава.

Предлагаемая авторами настоящей статьи система параметров подвижного состава является основой при проектировании и функци-

онировании интермодальной контрейлерной технологии в России. Учёт параметров будет способствовать унификации интермодальных транспортных единиц и гармонизации соответствующих стандартов, гармонизации габаритных и весовых ограничений на сети автомобильных и железных дорог, а также оценке технической совместимости автомобильного и железнодорожного подвижного состава участников контрейлерных перевозок. Разработанная база данных может быть использована транспортно-экспедиционными компаниями и провайдерами логистических услуг при планировании и организации мультимодальных перевозок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Sustainable development of transport systems for cargo flows on the East-West direction / Rakhmangulov A., Sładkowski A., Osintsev N., Kopylova O. // *Transport systems and delivery of cargo on East-West routes: Studies in Systems Decision and Control*. 2018. vol. 156. pp. 3–69. DOI: 10.1007/978-3-319-78295-9_1.
2. Jaržemskienė I. The evolution of intermodal transport research and its development issues // *Transport*. 2007. vol. 12(4). pp. 296–306.
3. Ulfbeck V. Multimodal transports in the United States and Europe – global or regional liability rules // *Tulane Maritime Law Journal*. 2009. vol. 34(1). pp. 37–90.
4. Колик А.В. Комбинированные железнодорожно-автомобильные перевозки в цепях поставок. М.: Издательство «Техполиграфцентр», 2018. 301 с. ISBN 978-5-94385-143-8.
5. Осинцев Н.А., Казармщикова Е.В. Факторы устойчивого развития транспортно-логистических систем // *Современные проблемы транспортного комплекса России*. 2017. Т.7. №1. С. 13–21. DOI: 10.18503/2222-9396-2017-7-1-13-21.
6. Panayides P.M. Economic organization of intermodal transport // *Transport Reviews*. 2002. vol. 22(4). pp. 401–414. DOI: 10.1080/01441640210124523.
7. Stinga (Cristea) V.-G. Intermodal transport – a way of achieving sustainable development // *Constanta Maritime University Annals*. 2014. vol. 22. pp. 145–148.
8. Road-rail intermodal freight transport as a strategy for climate change mitigation / J.T.d.M. Pinto, O. Mistage, P. Bilotta, E. Helmers // *Environmental Development*. 2018. vol. 25. pp. 100–110. DOI:10.1016/j.envdev.2017.07.005.
9. Ключко Р. Мимо колеи // *Международные автомобильные перевозки*. 2012. № 2. С. 54–58.
10. Кряжев А.Н. Организация регулярного контрейлерного сообщения на территории России // *Транспорт Российской Федерации*. 2016. №1(62). С. 18–21.
11. Цыганов А.В. PEST-анализ организации контрейлерных перевозок в России // *Инженерный вестник Дона*. 2019. №2(53). С. 18. URL <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2019/5717>.
12. Tsyganov A. Loads of road vehicles during piggyback transportation // *MATEC Web of Conferences*. EDP Sciences. 2019. vol. 298. p. 00109. DOI: 10.1051/mateconf/201929800109.
13. Bontekoning Y.M., Macharis C, Trip JJ (2004) Is a new applied transportation research field emerging? A review of intermodal rail-truck freight transport literature // *Transportation Research Part A: Policy and Practice*; 38(1): 1–34. DOI: 10.1016/j.tra.2003.06.001.
14. Gharehgozli A., Vries H. de, Decrauw S. The role of standardisation in European intermodal transportation // *Maritime Business Review*. 2019. vol. 4(2). pp. 151–168. DOI: 10.1108/MABR-09-2018-0038.
15. Siroky J. The trends of road trailers systems for railways // *Perner's Contacts*. 2012. vol. 7(4). pp. 137–151.
16. Pyza D. Transport technologies in intermodal transport // *Transportation Overview – Przegląd Komunikacyjny*. 2019. No. 4. pp. 1–17. DOI: 10.35117/A_ENG_19_04_01.
17. Li C., Yang G., Sun X. Transshipment equipments for road-rail intermodal transport // *Advanced Materials Research*. 2015. vol. 1065–1069. pp. 3377–3380. DOI:10.4028/www.scientific.net/AMR.1065-1069.3377.
18. Gronalt M., Schultze R-C., Posset M. Intermodal transport – basics, structure, and planning approaches. *Sustainable Transportation and Smart Logistics: Decision-making Models and Solutions*. Amsterdam: Elsevier. 2018. pp. 123–149. DOI: 10.1016/B978-0-12-814242-4.00005-3.
19. Janic M (2008) An assessment of the performance of the European long intermodal freight trains (LIFTS). *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2008. vol. 42(10). pp. 1326–1339. DOI: 10.1016/j.tra.2008.06.008.
20. Monios J., Bergqvist R. *Intermodal Freight Transport & Logistics*. Boca Raton, FL: CRC Press. 2017. 274 p. ISBN: 978-1-4987-8512-9.
21. Tadić S., Krstić M., Brnjac N. Selection of efficient types of inland intermodal terminals. *Journal of Transport Geography*. 2019. vol. 78. pp. 170–180. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2019.06.004.
22. Kornilov S.N., Deev E.A., Lukyanov J.I. Optimization method of the multimodal transportation on the base of Dijkstra's algorithm // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019. vol. 272(3). p. 032017. DOI: 10.1088/1755-1315/272/3/032017.

REFERENCES

1. Sustainable development of transport systems for cargo flows on the East-West direction / Rakhmangulov A., Sładkowski A., Osintsev N., Kopylova O. *Transport systems and delivery of cargo on East-West routes: Studies in Systems Decision and Control*. 2018; 156: 3–69. DOI: 10.1007/978-3-319-78295-9_1.
2. Jaržemskienė I. The evolution of intermodal transport research and its development issues. *Transport*. 2007; vol. 12(4): 296–306.
3. Ulfbeck V. Multimodal transports in the United States and Europe – global or regional liability rules. *Tulane Maritime Law Journal*. 2009; 34(1): 37–90.
4. Kolik A.V. *Kombinirovannye zheleznodorozhno-avtomobil'nye perevozki v cepyah postavok* [Com-

bined rail and road transport in supply chains]. Moscow, Izdatel'stvo «Tekhpolygoncentr», 2018: 301. ISBN 978-5-94385-143-8 (in Russian).

5. Osintsev N.A., Kazarmshchikova E.V. Faktory ustojchivogo razvitiya transportno-logisticheskikh sistem [Factors of sustainable development of transport and logistics systems]. *Sovremennye problemy transportnogo kompleksa Rossii*. 2017; 7. no 1: 13-21. DOI: 10.18503/2222-9396-2017-7-1-13-21 (in Russian).

6. Panayides P.M. Economic organization of intermodal transport. *Transport Reviews*. 2002; 22(4): 401–414. DOI: 10.1080/01441640210124523.

7. Stinga (Cristea) V.-G. Intermodal transport – a way of achieving sustainable development. *Constanta Maritime University Annals*. 2014; 22: 145–148.

8. Pinto J.T.d.M., Mistage O., Bilotta P., Helmers E. Road-rail intermodal freight transport as a strategy for climate change mitigation. *Environmental Development*. 2018; 25: 100–110. DOI:10.1016/j.envedev.2017.07.005.

9. Klochko R. Mimo kolei [Past the track]. *Mezhdunarodnye avtomobil'nye perevozki*. 2012; 2: 54–58 (in Russian).

10. Kryazhev A.N. Organizaciya reguljarnogo kontrejlnogo soobshcheniya na territorii Rossii [Organization of regular piggyback communication in Russia]. *Transport of the Russian Federation*. 2016; 1(62): 18-21 (in Russian).

11. Tsyganov A.V. PEST-analiz organizacii kontrejlnykh perevozok v Rossii [PEST Analysis of the organization piggyback transportation in Russia]. *Inzhenernyj vestnik Dona*. 2019; 2(53): 18. URL <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2019/5717> (in Russian).

12. Tsyganov A. Loads of road vehicles during piggyback transportation. *MATEC Web of Conferences. EDP Sciences*. 2019; 298: 00109. DOI: 10.1051/mateconf/201929800109.

13. Bontekoning Y.M., Macharis C, Trip JJ (2004) Is a new applied transportation research field emerging? A review of intermodal rail-truck freight transport literature. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. vol. 38(1). pp. 1–34. DOI: 10.1016/j.tra.2003.06.001.

14. Gharehgozli A., Vries H. de, Decrauw S. The role of standardisation in European intermodal transportation. *Maritime Business Review*. 2019; 4(2): 151–168. DOI: 10.1108/MABR-09-2018-0038.

15. Siroky J. The trends of road trailers systems for railways. *Perner's Contacts*. 2012; 7(4):137-151.

16. Pyza D. Transport technologies in intermodal transport. *Transportation Overview – Przegląd Komunikacyjny*. 2019; 4: 1–17. DOI: 10.35117/A_ENG_19_04_01.

17. Li C., Yang G., Sun X. Transshipment equipments for road-rail intermodal transport. *Advanced Materials Research*. 2015; 1065–1069: 3377–3380. DOI:10.4028/www.scientific.net/AMR.1065-1069.3377.

18. Gronalt M., Schultze R.-C., Posset M. Intermodal transport – basics, structure, and planning approaches. *Sustainable Transportation and Smart Logistics: Decision-making Models and Solutions*. Am-

sterdam: Elsevier. 2018: 123–149. DOI: 10.1016/B978-0-12-814242-4.00005-3.

19. Janic M. An assessment of the performance of the European long intermodal freight trains (LIFTS). *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2008; 42(10): 1326–1339. DOI: 10.1016/j.tra.2008.06.008.

20. Monios J., Bergqvist R. *Intermodal Freight Transport & Logistics*. Boca Raton, FL: CRC Press. 2017: 274. ISBN: 978-1-4987-8512-9.

21. Tadić S., Krstić M., Brnjac N. Selection of efficient types of inland intermodal terminals. *Journal of Transport Geography*. 2019; 78: 170–180. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2019.06.004.

22. Kornilov S.N., Deev E.A., Lukyanov J.I. Optimization method of the multimodal transportation on the base of Dijkstra's algorithm. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019; 272(3): 032017. DOI: 10.1088/1755-1315/272/3/032017.

ВКЛАД СОАВТОРОВ

Каждый автор внес равную долю участия в теоретические разделы статьи.

AUTHORS' CONTRIBUTION

Each author has equal share in theoretical sections of the manuscript.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Цыганов Александр Владимирович – канд. техн. наук, доц., доц. кафедры «Логистика и управление транспортными системами», ORCID 0000-0002-8857-6287, Researcher ID: AAH-9785-2019, Scopus Author ID: 57209470019, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» (455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38, e-mail: tsyganov.sm@mail.ru).

Осинцев Никита Анатольевич – канд. техн. наук, доц., доц. кафедры «Логистика и управление транспортными системами», ORCID 0000-0003-1168-6725, Researcher ID: K-6237-2013, Scopus Author ID: 56386223400, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» (455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38, e-mail: osintcev@magtu.ru).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Aleksandr V. Tsyganov – Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, Department of Logistics and Transportation Systems Management, ORCID 0000-0002-8857-6287, Researcher ID: AAH-9785-2019, Scopus Author ID: 57209470019, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia, (455000, Magnitogorsk, Lenin Street, 38, e-mail: tsyganov.sm@mail.ru).

Nikita A. Osintsev – Cand. of Tech. Sci. Associate Professor, Department of Logistics and Transportation Systems Management, ORCID 0000-0003-1168-6725, Researcher ID: K-6237-2013, Scopus Author ID: 56386223400, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia, (455000, Magnitogorsk, Lenin Street, 38, e-mail: osintcev@magtu.ru).