

DOI: 10.12731/2227-930X-2024-14-4-323

EDN: LTYYNJ

УДК 656.073.7+004.94



Научная статья | Логистические транспортные системы

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ И РАЗВИТИИ ТРАНСГРАНИЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Р.Г. Король

Аннотация

Увеличение объемов внешнеторгового грузооборота России со странами Азиатско-Тихоокеанского региона требует опережающего развития трансграничной инфраструктуры. Загруженность портовых мощностей Тихоокеанского бассейна негативно влияет на эффективность обработки и пропуска транспортных и грузовых потоков, поэтому осуществляется формирование новой и развитие существующей транспортной и терминально-логистической инфраструктуры сухопутных трансграничных переходов. В статье предложено инфраструктурное развитие трансграничного перехода путем организации транспортно-логистических объектов смежного вида транспорта. Комплексный подход к усилению пропускной и перерабатывающей способности пограничных пунктов пропуска в рамках международного транспортного коридора позволит обеспечить последовательное развитие приграничных транспортно-логистических объектов с учетом экономической оценки. Одним из методов обоснования вариантов инфраструктурно-технологического развития трансграничного перехода является имитационное моделирование, позволяющее анализировать и прогнозировать поведение транспортно-логистических объектов в условиях воздействия факторов внешней среды.

Целью исследования является формирование теоретических основ и практических инструментов по формированию трансграничной инфраструктуры.

Метод и методология проведения работы. Использованы теоретические методы исследования: системного анализа, синтеза информации и формализация.

Результаты. Представлены принципы формирования и развития трансграничной инфраструктуры. Разработана программа автоматизированного расчета пропускной способности объектов трансграничной инфраструктуры.

Область применения результатов. При проектировании новых трансграничных переходов и проведении анализа функционирования приграничных транспортно-логистических объектов рационально использовать разработанные программные продукты.

Ключевые слова: трансграничные переходы; приграничная терминально-логистическая инфраструктура; имитационное моделирование

Для цитирования. Король Р.Г. Моделирование транспортных процессов при формировании и развитии трансграничной инфраструктуры // International Journal of Advanced Studies. 2024. Т. 14, № 4. С. 134-153. DOI: 10.12731/2227-930X-2024-14-4-323

Original article | Logistic Transport Systems

MODELING OF TRANSPORT PROCESSES IN THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF CROSS-BORDER INFRASTRUCTURE

R.G. Korol

Abstract

The increase in the volume of Russia's foreign trade turnover with the countries of the Asia-Pacific region requires the rapid development of cross-border infrastructure. The workload of the port facilities of the Pacific basin negatively affects the efficiency of processing and passing transport and cargo flows, therefore, the formation of a new and development of the existing transport and terminal logistics infrastructure of land-based cross-border crossings is underway. The article proposes the infrastruc-

tural development of a cross-border crossing by organizing transport and logistics facilities of an adjacent type of transport. An integrated approach to strengthening the throughput and processing capacity of border checkpoints within the framework of the international transport corridor will ensure the consistent development of cross-border transport and logistics facilities, taking into account economic assessment. One of the methods of substantiating the options for infrastructural and technological development of a cross-border transition is simulation modeling, which allows analyzing and predicting the behavior of transport and logistics facilities under the influence of environmental factors.

The **purpose** of the study is to form theoretical foundations and practical tools for the formation of a cross-border infrastructure.

Methodology. Theoretical research methods were used: system analysis, information synthesis and formalization.

Results. The principles of the formation and development of cross-border infrastructure are presented. A program for automated calculation of the capacity of cross-border infrastructure facilities has been developed.

Practical implications. When designing new cross-border crossings and analyzing the functioning of cross-border transport and logistics facilities, it is rational to use the developed software products.

Keywords: cross-border crossings; cross-border terminal and logistics infrastructure; simulation modeling

For citation. Korol R.G. Modeling of Transport Processes in the Formation and Development of Cross-Border Infrastructure. *International Journal of Advanced Studies*, 2024, vol. 14, no. 4, pp. 134-153. DOI: 10.12731/2227-930X-2024-14-4-323

Введение

Транспортно-логистический комплекс Дальнего Востока активно трансформируется под растущие объемы грузопотока, происходит усиление имеющейся транспортной инфраструктуры и создание новых транспортно-логистических объектов [1]. В 2027 году планируется завершить строительство транспортно-логи-

стического центра (ТЛЦ) «Артем», мощностью 1 млн ДФЭ. Реализуются проекты по созданию логистических комплексов Озон, Пятерочка и Вайлдбериз. Наращиваются производственные мощности дальневосточных объектов международных транспортных коридоров. Основной объем перевозок грузов обеспечивает Восточный полигон железных дорог, провозная способность которого должна достичь 180 млн тонн в 2025 году и 210 млн тонн к 2030 году [2]. По оценкам агентства NEFT Research в 2024 году загруженность Восточного железнодорожного полигона составила более 97%, что негативно отражается на работе причальных комплексов и является ограничением развития перерабатывающей способности морских портов [3]. Одним из вариантов решения данной проблемы возможно перенаправление части грузопотока через сухопутные трансграничные переходы. В настоящее время осуществляется модернизация приграничной транспортно-логистической инфраструктуры (ТЛИ) [4]. В условиях создания новых и развития существующих пограничных пунктов пропуска требуется системный подход к формированию сопутствующей приграничной инфраструктуры.

Принципы формирования и развития приграничной терминально-логистической инфраструктуры

Трансграничный переход относится к сложным пространственно-распределенным техническим системам, которые включают объекты, находящиеся в регионах смежных стран и обеспечивающие национальную безопасность [5]. Формирование приграничной терминально-логистической инфраструктуры осуществляется после принятия решения об организации трансграничного перехода и установления пропускной способности пунктов пропуска, а также определения номенклатуры перемещаемого грузопотока. При формировании терминально-логистической инфраструктуры пограничных пунктов пропуска первым этапом является определение вида трансграничного перехода и типа транспортных средств,

участвующих в международном грузовом сообщении. В зависимости от особенностей функционирования трансграничного перехода и наличия обязательных технологических операций с транспортными средствами проектируются объекты терминально-логистической инфраструктуры и их параметры, которые должны удовлетворять условиям достаточности перерабатывающей способности для обеспечения соответствующего уровня пропускной способности пограничных пунктов пропуска. К заключительному этапу относится технико-экономическая оценка принятых инфраструктурно-технологических решений с возможностью корректировки параметров создаваемых объектов ТЛИ.

Проектирование инфраструктурного оснащения пограничных пунктов пропусков и разработка технологических решений должно осуществляться комплексно с учетом параметров работы каждого объекта транспортно-логистической инфраструктуры трансграничного перехода [6]. Развитие параметров нескольких объектов терминально-логистической инфраструктуры целесообразно производить отдельными этапами в зависимости от складывающейся ситуации в определенный момент времени, рассматривая каждый объект индивидуально с оценкой его параметров и влияния на общую перерабатывающую способность системы. Этапное развитие приграничной терминально-логистической инфраструктуры осуществляется в зависимости от динамики объемов грузопереработки. Также необходимо учитывать изменения номенклатуры поступающих грузов, интенсивности поступления транспортных средств и режима работы смежного пункта пропуска. Перерабатывающая способность приграничной терминально-логистической инфраструктуры должна обеспечивать прием и переработку всего поступающего грузопотока при соблюдении технологии обработки транспортных средств с минимизацией времени простоя на объектах ТЛИ [7].

Трансграничный переход обеспечивает пропуск транзитного грузопотока $G_{тр}$ и грузопотока, поступающего в обработку $G_{пер}$ на объекты терминально-логистической инфраструктуры:

$$\Gamma_{перех.} = \Gamma_{тр} + \Gamma_{пер}$$

Объем пропуска транзитного грузопотока через пограничные пункты пропуска зависит от используемого вида транспорта, инфраструктурного оснащения, используемых информационных ресурсов и наличия инспекционно-досмотровых комплексов [8]. Переработка внешнеторгового грузопотока на объектах транспортно-логистической инфраструктуры происходит в следующих случаях:

- смена подвижного состава;
- мультимодальное сообщение, в виде передачи груза с одного транспортного средства на другое транспортное средство;
- груз под таможенным досмотром или другим контролем надзорных органов;
- требуется проведение логистических операций с грузом (накопление, складирование, упаковка, распределение и т.д.);
- консолидация или разукрупнение партий грузопотока.

Операции с грузопотоком являются наиболее продолжительными, финансово затратными и разрушающими принципы «бесшовности» сформированных транспортно-логистических цепей [9]. Минимизация количества операций и продолжительности терминальной обработки $Терми(T)$ с грузопотоком, поступающим в обработку $\Gamma_{пер}$ на объекты приграничной транспортно-логистической инфраструктуры возможно обеспечить за счет ускорения складских и таможенных операций, а также наличия достаточного уровня перерабатывающей способности терминально-логистической инфраструктуры $\Pi_{ТЛИ}$:

$$Min(T_{терми(T)}) \Rightarrow \begin{cases} \Gamma_{пер} \rightarrow \alpha \\ \Pi_{ТЛИ} \geq \Gamma_{пер} \\ T_{там.оп.} \leq T_{скл.оп.} \end{cases}$$

где α – прямой вариант перевалки грузов; $T_{там.оп.}$ – продолжительность операций таможенного осмотра грузов; $T_{скл.оп.}$ – продолжительность складских операций с грузом. Проведения таможенного осмо-

тра грузов на объектах терминально-логистической инфраструктуры в течении времени выполнения складских операций с транспортными средствами и грузопотоком, позволит ускорить их обработку.

Повышение эффективности пропуска грузопотока через трансграничный переход происходит за счет комплексного развития входящих пограничных пунктов пропуска и соединяющей их транспортной инфраструктуры. При реализации мероприятий, направленных на развитие инфраструктурно-технологических параметров пограничного пункта пропуска необходимо учитывать текущий уровень организации и перспективы развития пропускной способности пограничного пункта пропуска смежной страны [10]. Анализ влияния принятых инфраструктурных решений на формирование облика трансграничного перехода и оценка технологической взаимосвязи объектов пограничных пунктов пропуска в условиях изменения интенсивности поступления грузопотоков возможно провести с помощью инструментов имитационного моделирования [11-13].

Моделирование транспортных процессов на объектах трансграничной инфраструктуры

Программа автоматизированного расчета пропускной способности объектов трансграничной инфраструктуры включает два модуля: система автомобильных и железнодорожных пунктов пропуска [14; 15]. Программа позволяет задавать различные параметры инфраструктурного оснащения и технологии работы сухопутных пунктов пропуска сопредельных стран, учитывая специализацию сопутствующих терминально-логистических объектов, параметры транспортных средств, время движения транспортных средств между объектами трансграничного перехода $T_{\text{движ перех}}$ и продолжительность технологических операций.

Логика программного продукта основана на этапном усилении пропускной и перерабатывающей способности наземного трансграничного перехода путем организации и подведения железнодорожной инфраструктуры к приграничному терминаль-

но-логистическому комплексу, обслуживающему грузопотоки автомобильного транспорта. Переход между этапами развития трансграничного перехода осуществляется при скоплении автомобильных транспортных средств в ожидании пропуска через государственную границу. В процессе имитации происходит передача грузопотока, находящегося в автомобильных транспортных средствах в ожидании технологических операций $K_{ожид}^{ТС}$ на железнодорожный транспорт в экспортном и импортном направлении движения. На рисунке 1 представлена программная логика этапного развития автомобильного трансграничного перехода с учетом организации железнодорожной инфраструктуры.

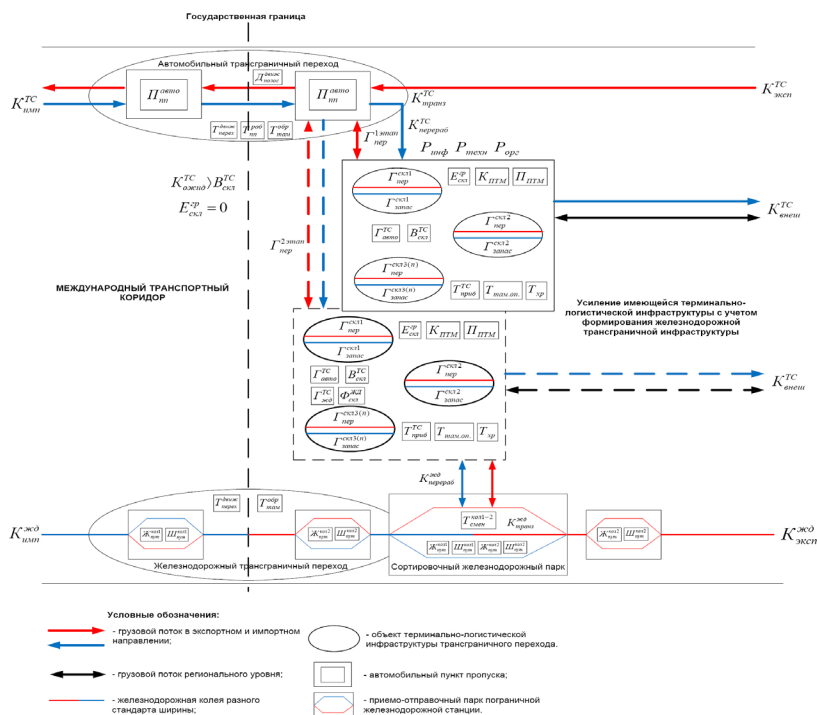


Рис. 1. Схема программной логики по развитию трансграничного перехода путем организации транспортно-логистической инфраструктуры смежного вида транспорта

В разработанной программе организация железнодорожной трансграничной инфраструктуры включает создание пограничных станций с приемо-отправочными и сортировочными парками, имеющими разную ширину железнодорожной колеи, а также увеличение емкости и количества подъемно-транспортных механизмов на объектах терминально-логистической инфраструктуры.

Пользователь программы может задавать различные параметры инфраструктурного оснащения и используемого подвижного состава, учитывая взаимодействие на терминальных объектах с автомобильным транспортом, временные параметры движения поездов на участке и технологические передвижения вагонов между парками станции. Задаваемый грузопоток в автоматическом режиме распределяется на автомобильные транспортные средства в зависимости от грузоподъемности Γ^{TC} и рода груза $K_{эсп}^{TC}$ и $K_{имп}^{TC}$ с выделением количества транзитных транспортных средств $K_{транз}^{TC}$. При движении транзитных железнодорожных поездов $K_{транз}^{жд}$ в сортировочном парке пограничной станции предусмотрено время на смену ходовой части вагонов $T_{смен}^{кол1-2}$ при переходе на другую ширину колеи. Парки железнодорожной станции характеризуются количеством путей разной ширины колеи $Ж_{пут}^{кол1(2)}$ и их вместимостью $Ш_{пут}^{кол1(2)}$, а также вместимостью грузовых фронтов на объектах терминально-логистической инфраструктуры $\Phi_{скл}^{жд}$. На железнодорожном участке, соединяющем пограничные станции двух стран, осуществляется поочередное движение поездов в зависимости от времени готовности поездов к отправлению и свободности пути. На рисунке 2 представлен интерфейс программного модуля железнодорожной системы пограничных пунктов пропуска.

Автомобильные пограничные пункты пропуска характеризуются пропускной способностью $\Pi_{пп}^{авто}$ и временными параметрами работы $T_{пп}^{раб}$, включая время на обработку транспортных средств $T_{там}^{обп}$. Задавая в программе данные ограничители и в условиях интенсивного поступления транспортных средств в обоих

направлениях движения в течении моделируемого времени будет формироваться очередь автомобильных транспортных средств в ожидании технологических операций до момента, когда заполняемость грузом объектов терминально-логистической инфраструктуры достигнет емкости данных объектов.

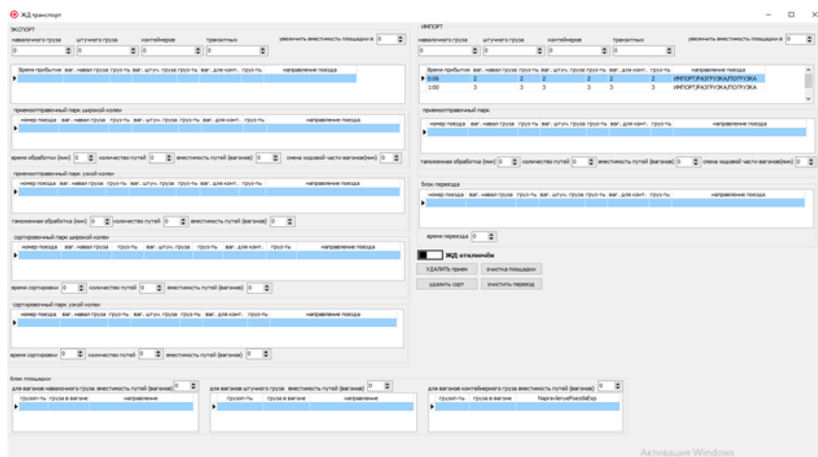


Рис. 2. Интерфейс модуля железнодорожной системы пограничных пунктов пропуска

Имитация остановится в виде промежуточного отчета и путем активации второго модуля процесс моделирования продолжится с подключением железнодорожной системы. На рисунке 3 представлен интерфейс программного модуля автомобильной системы пограничных пунктов пропуска.

Процесс имитационного моделирования пропуска заданных объемов грузопотока в экспортном и импортном направлении через железнодорожно-автомобильный трансграничный переход завершится при наступлении следующих ограничивающих условий:

- занятость подвижным составом всех железнодорожных путей в парках пограничной станции и на грузовых фронтах;
- занятость всех подъемно-транспортных механизмов без возможности увеличения их количества;

- отсутствие резервов емкости объектов терминально-логистической инфраструктуры.

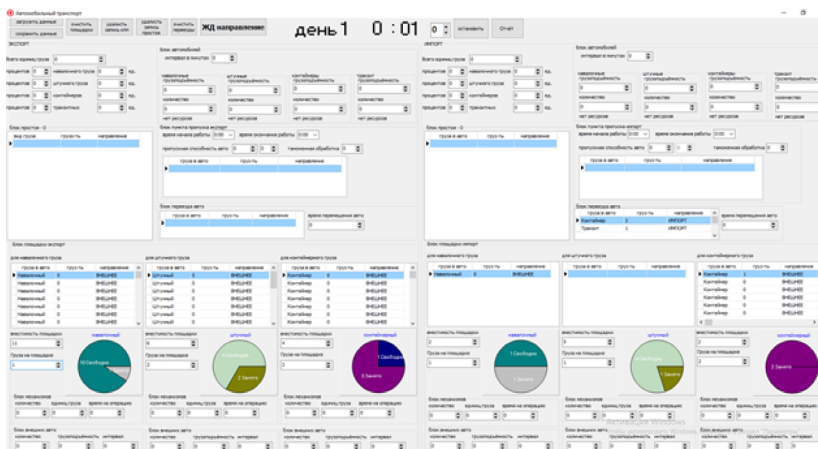


Рис. 3. Интерфейс модуля автомобильной системы пограничных пунктов пропуска

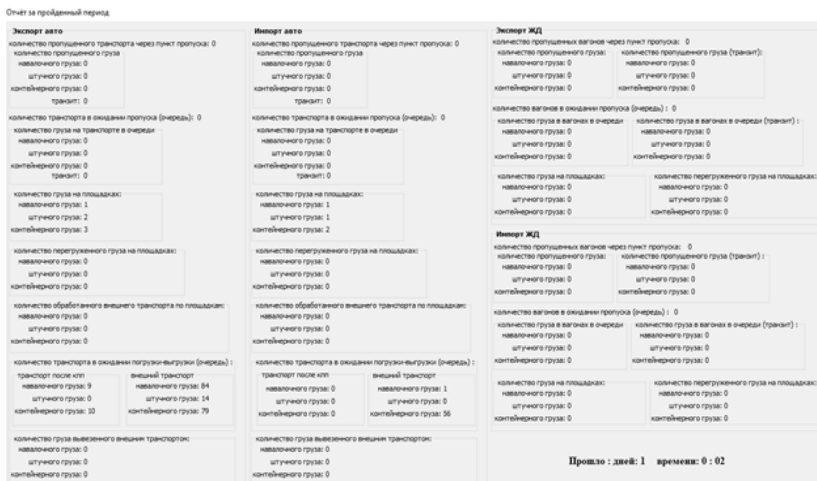


Рис. 4. Итоговый отчет программы имитационного моделирования

Ограниченность технических средств и инфраструктурных мощностей терминально-логистических объектов приведет к

скоплению подвижного состава на путях сортировочного парка в ожидании перемещения на грузовые фронты, что приведет к парализации станционных процессов [16].

Итоговый отчет моделирования на рисунке 4 представляет количественный анализ функционирования трансграничного перехода за период времени имитации.

Итоговый отчет включает следующие блоки с разделением на экспортное и импортное направление движения грузопотока:

1. Автомобильный пункт пропуска:

- количество пропущенных единиц транспорта;
- объем пропущенного груза (по номенклатуре);
- количество единиц транспорта в ожидании пропуска;
- объем груза (по номенклатуре), находящегося в транспортных средствах, ожидающих пропуска;

2. Терминально-логистические объекты:

- объем груза в зоне хранения терминала (по номенклатуре);
- объем перегруженного груза (по номенклатуре);
- количество единиц обработанного внешнего транспорта на терминалах;
- количество единиц транспорта, находящихся в ожидании грузовых операций;
- объем груза, вывезенного внешним транспортом (по номенклатуре);

3. Железнодорожный пункт пропуска:

- количество пропущенных единиц подвижного состава;
- объем пропущенного груза (по номенклатуре);
- количество единиц подвижного состава в ожидании пропуска;
- объем груза (по номенклатуре), находящегося в вагонах, ожидающих пропуска.

Разработанные программные продукты являются частью комплексной научно-исследовательской работы, посвященной анализу текущего инфраструктурно-технологического развития дальневосточных трансграничных переходов и выявлению ре-

зервов пропускной способности, а также оценке перспективного усиления транспортно-логистической инфраструктуры пограничных пунктов пропуска [17].

Заключение

Сегодня повышенное внимание направлено на модернизацию и усиление текущей инфраструктуры дальневосточных трансграничных переходов. Создание новых международных транспортных коридоров с организацией новых трансграничных переходов требует предварительного исследования по принятым инфраструктурно-технологическим решениям, которые влияют на показатели функционирования трансграничного перехода, к которым можно отнести объемы пропуска грузопотока в международном сообщении, время перемещения и обработки внешнеторговых грузов, а также затраты на организацию и развитие соответствующей инфраструктуры [18, 19]. Достижение показателей функционирования трансграничного перехода зависит от уровня развития параметров транспортно-логистических объектов пунктов пропуска. В условиях роста внешнеторгового грузооборота и интенсивности движения транспортного потока необходимо обеспечить последовательное развитие параметров транспортно-логистических объектов наземных пунктов пропуска. Проведение комплексного анализа функционирования инфраструктурно-технологических элементов пограничных пунктов пропуска позволит выявить ограничивающие элементы и разработать соответствующие мероприятия по повышению их эффективности работы.

Список литературы

1. Покровская О. Д., Мороз Ю. А., Меликов М. И. Трансформация рынка транспортных услуг в России в условиях международных санкций // International Journal of Advanced Studies. 2023. Т. 13. № 1. С. 197–211. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2023-13-1-197-211>

2. Доигрались: мощностей Восточного полигона не будет хватать все следующие 10 лет [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://morvesti.ru/analitika/1687/108985/> (дата обращения 04.12.2024).
3. Восточный полигон заполнился под завязку [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.rbc.ru/newspaper/2024/11/27/6745b3259a79472e675cf369> (дата обращения 04.12.2024).
4. Бардаль А. Б. Развитие трансграничной транспортной инфраструктуры между РФ и КНР // Россия и Китай: история и перспективы сотрудничества. 2024. № 14. С. 418–423.
5. Ларин О. Н., Оюунгарав А. Приоритетные задачи развития трансграничной транспортно-логистической инфраструктуры Монголии // Инновационный транспорт. 2020. № 4 (38). С. 3–7. <https://doi.org/10.20291/2311-164X-2020-4-3-7>
6. Числов О. Н., Богачев В. А., Трапенов В. В., Богачев Т. В., Задорожний В. М. Развитие узловой терминально-складской инфраструктуры: модификация методов исследования и прогнозы // Бюллетень результатов научных исследований. 2023. № 3. С. 46–57. <https://doi.org/10.20295/2223-9987-2023-3-46-57>
7. Korol R. G. Perfection of the process of interaction of various types of transport in the Far Eastern transport hubs // Smart Innovation, Systems and Technologies. 2022. Vol. 275. P. 153-162. https://doi.org/10.1007/978-981-16-8829-4_12
8. Володин А. Б. Пункты пропуска через государственную границу. Проблемы и пути их решения // Мир транспорта. 2019. Т. 17. № 3 (82). С. 170–177. <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2019-17-3-170-177>
9. Попадюк А. Ю., Коровяковский Е. К. Об организации международных цепей доставки грузов // Бюллетень результатов научных исследований. 2020. № 2. С. 100–110. <https://doi.org/10.20295/2223-9987-2020-2-100-110>
10. Король Р. Г., Подолинная С. Д. Моделирование перерабатывающей способности терминально-логистических объектов железнодорожного пограничного перехода Нижнеленинское (РФ)

- Тунцзян (КНР) // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. 2023. № 1 (57). С. 52-63. <https://doi.org/10.20291/2079-0392-2023-1-52-63>
11. Числов О. Н., Мизгирева Е. Е. К вопросу моделирования инфраструктурно-технологического взаимодействия в транспортных узлах // Вестник транспорта Поволжья. 2023. № 3 (99). С. 86–91.
 12. Хашев А. И., Мамаев Э. А., Гуда А. Н. Комбинированное имитационноаналитическое моделирование в транспортно-логистических системах // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2022. № 1 (85). С. 117–125. https://doi.org/10.46973/0201-727X_2022_1_117
 13. Покровская О. Д., Марченко М. А., Кукушкина Я. В. Совершенствование аналитического метода расчёта наличной пропускной способности с применением инструментов имитационного моделирования // International Journal of Advanced Studies. 2023. Т. 13. № 1. С. 159-180. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2023-13-1-159-180>
 14. Программа автоматизированного расчета пропускной способности объектов трансграничной инфраструктуры: система железнодорожных пунктов пропуска / разработчик Дальневост. гос. ун-т путей сообщения. Хабаровск: ИС, 2023. Загл. с титул. экрана. Электронная программа: электронная.
 15. Программа автоматизированного расчета пропускной способности объектов трансграничной инфраструктуры: система автомобильных пунктов пропуска / разработчик Дальневост. гос. ун-т путей сообщения. Хабаровск: ИС, 2023. Загл. с титул. экрана. Электронная программа: электронная.
 16. Король Р. Г., Числов О. Н. Моделирование терминально-логистических процессов переработки внешнеторговых грузов на пограничной станции Гродеково // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. 2022. Т. 81. № 3. С. 258-266. <https://doi.org/10.21780/2223-9731-2022-81-3-258-266>
 17. Подолинная С. Д., Ненашева А. В., Кучер Ю. Е., Чен К. Ю., Король Р. Г. К вопросу комплексного анализа перерабатывающей и

- пропускной способности сухопутных трансграничных пунктов пропуска Дальнего Востока // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. 2023. Т. 1. С. 122-126.
18. Пугачев И. Н., Казарбин А. В. Совершенствование транспортной системы страны и ее регионов, посредством цифровой трансформации транспортной отрасли России // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2023. Т. 20. № 6 (94). С. 762-772. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2023-20-6-762-772>
19. Гуськова М. Ф., Смирнов А. И. Экономическая оценка и предотвращение рисков при формировании и развитии трансграничных транспортных кластеров // Транспортное дело России. 2024. № 3. С. 62–64.

References

1. Pokrovskaya O. D., Moroz YU., A. Melikov M. I. Transformaciya rynka transportnyh uslug v Rossii v usloviyah mezhdunarodnyh sankcij [Transformation of the transport services market in Russia under international sanctions]. *International Journal of Advanced Studies*, 2023, vol. 13, no. 1, pp. 197–211. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2023-13-1-197-211>
2. They've played too much: the capacity of the Eastern Polygon will not be enough for the next 10 years. <https://morvesti.ru/analitika/1687/108985/>
3. The Eastern polygon is filled to the brim. <https://www.rbc.ru/newspaper/2024/11/27/6745b3259a79472e6>
4. Bardal A. B. Razvitie transgranichnoj transportnoj infrastruktury mezhdu RF i KNR [Development of cross-border transport infrastructure between the RF and the PRC]. *Rossiya i Kitaj: istoriya i perspektivy sotrudnichestva* [Russia and China: history and prospects of cooperation], 2024, no. 14, pp. 418–423.
5. Larin O. N., Oyungarav A. Prioritetnye zadachi razvitiya transgranichnoj transportno-logisticheskoy infrastruktury Mongolii [Prior-

- ities for developing Mongolia's cross-border transport and logistics infrastructure]. *Innovacionnyj transport* [Innovative transport], 2020, no. 4 (38), pp. 3–7. <https://doi.org/10.20291/2311-164X-2020-4-3-7>
6. Chislov O. N., Bogachev V. A., Trapenov V. V., Bogachev T. V., Zadorozhnyi V. M. Razvitie uzlovoj terminal'no-skladskoj infrastruktury: modifikaciya metodov issledovaniya i prognozy [Development of hub terminal and warehouse infrastructure: modification of research methods and forecasts]. *Byulleten' rezul'tatov nauchnyh issledovanij* [Bulletin of scientific research result], 2023, no. 3, pp. 46–57. <https://doi.org/10.20295/2223-9987-2023-3-46-57>
 7. Korol R. G. Perfection of the process of interaction of various types of transport in the Far Eastern transport hubs. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 2022, vol. 275, pp. 153-162. https://doi.org/10.1007/978-981-16-8829-4_12
 8. Volodin A. B. Punkty propuska cherez gosudarstvennuyu granicu. Problemy i puti ih resheniya [State border checkpoints. Problems and solutions]. *Mir transporta* [World of transport and transportation], 2019, vol. 17, no. 3 (82), pp. 170–177. <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2019-17-3-170-177>
 9. Popadyuk A. YU., Korovyakovskiy E. K. Ob organizacii mezhdunarodnyh cepej dostavki грузов [Problems of international cargo supply chains management]. *Byulleten' rezul'tatov nauchnyh issledovanij* [Bulletin of scientific research result], 2020, no. 2, pp. 100–110. <https://doi.org/10.20295/2223-9987-2020-2-100-110>
 10. Korol R. G., Podolinnaya S. D. Modelirovanie pererabatyvayushchej sposobnosti terminal'no-logisticheskikh ob"ektov zheleznodorozhnogo pogra-nichnogo perekhoda Nizhneleninskoe (RF) - Tunczyan (KNR) [Modeling of processing capacity of terminal and logistics facilities of the Nizhneleninskoye (RF) -Tongjiang (PRC) railway border crossing]. *Vestnik Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya* [Herald of the Ural state university of railway transport], 2023, no. 1 (57), pp. 52-63. <https://doi.org/10.20291/2079-0392-2023-1-52-63>

11. Chislov O. N., Mizgireva E. E. K voprosu modelirovaniya infrastruktturno-tekhnologicheskogo vzaimodejstviya v transportnyh uzlah [On the issue of modeling infrastructural and technological interaction in transport hubs]. *Vestnik transporta Povolzh'ya* [Vestnik transporta Povolzhya], 2023, no. 3 (99), pp. 86–91.
12. Khashev A. I., Mamaev E. A., Guda A. N. Kombinirovannoe imitacionnoanaliticheskoe modelirovanie v transportno-logisticheskikh sistemah [The combined simulation and analytical modeling in transport and logistics systems]. *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya* [Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya], 2022, no. 1 (85), pp. 117–125. https://doi.org/10.46973/0201-727X_2022_1_117
13. Pokrovskaya O. D., Marchenko M. A., Kukushkina YA. V. Sovershenstvo-vanie analiticheskogo metoda raschyota nalichnoj propusknoj sposobnosti s primeneniem instrumentov imitacionnogo modelirovaniya [Improvement of the analytical method for calculating the available throughput with the use of simulation tools]. *International journal of advanced studies*, 2023, vol. 13, no. 1, pp. 159-180. EDN KLGC GG. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2023-13-1-159-180>
14. Program of automated calculation of throughput capacity of cross-border infrastructure facilities: a system of railway checkpoints. Khabarovsk: IC, 2023.
15. Program of the automated calculation of the throughput capacity of transboundary infrastructure objects: a system of automobile checkpoints. Khabarovsk: IC, 2023.
16. Korol R. G., Chislov O. N. Modelirovanie terminal'no-logisticheskikh processov pererabotki vneshnetorgovyh грузов na pograničnoj stancii Grodekovo [Simulation of terminal and logistics processes of foreign trade cargo processing at the Grodekovo border station]. *Vestnik Nauchno-issledovatel'skogo instituta zheleznodorozhnogo transporta* [Russian railway science journal], 2022, vol. 81, no. 3, pp. 258-266. <https://doi.org/10.21780/2223-9731-2022-81-3-258-266>

17. Podolinnaya S .D., Nenasheva A. V., Kucher YU. E., Chen K. YU., Korol R. G. K voprosu kompleksnogo analiza pererabatyvayushchej i propusknoj sposobnosti suhoputnyh transgranichnyh punktov propuska Dal'nego Vostoka [To the question of a comprehensive analysis of the processing and throughput capacity of land-based cross-border checkpoints of the Far East]. *Nauchno-tehnicheskoe i ekonomicheskoe sotrudnichestvo stran ATR v XXI veke* [Scientifically technical and economical cooperation in Asia-Pacific countries in the 21st century], 2023, vol. 1, pp. 122-126.
18. Pugachev I. N., Kazarbin A. V. Sovershenstvovanie transportnoj si-stemy strany i ee regionov, posredstvom cifrovoj transformacii trans-portnoj otrasli Rossii [Improvement of country's transport system and its regions through the digital transformation of the Russian transport industry]. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo avtomobil'no-dorozhnogo universiteta* [The Russian automobile and highway industry journal], 2023, Vol. 20, no. 6 (94), pp. 762-772. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2023-20-6-762-772>
19. Gus'kova M. F., Smirnov A. I. Ekonomicheskaya ocenka i predotvra-shchenie riskov pri formirovanii i razvitii transgranichnyh transportnyh klasterov [Economic assessment and prevention of risks in the formation and development of cross-border transport clusters]. *Transportnoe delo Rossii* [Transport business of Russia], 2024, no. 3, pp. 62–64.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРЕ

Король Роман Григорьевич, заведующий кафедрой «Технология транспортных процессов и логистика», доцент, кандидат технических наук

Дальневосточный государственный университет путей сообщения

ул. Серышева, 47, г. Хабаровск, Хабаровский край, 680021, Российская Федерация

kingkhv27@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHOR

Roman G. Korol, Head of the Department «Technology of Transport Processes and Logistics», Associate Professor, Candidate of Technical Sciences

Far Eastern State Transport University

47, Serysheva Str., Khabarovsk, Khabarovsk Region, 680021,

Russian Federation

kingkhv27@mail.ru

SPIN-code: 8365-6922

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7522-1604>

Scopus Author ID: 57485775000

Поступила 11.11.2024

После рецензирования 20.11.2024

Принята 05.12.2024

Received 11.11.2024

Revised 20.11.2024

Accepted 05.12.2024