

Статья поступила в редакцию: 13.08.2026

Статья принята к публикации: 20.08.2026

Статья опубликована: 28.08.2026

УДК 656.6+004.9

Обзор подходов к управлению порожним контейнерным парком

Кочнева Дарья Ивановна

канд. техн. наук

доц., Уральский государственный университет путей сообщения

Российская Федерация, г. Екатеринбург

E-mail: DKochneva@usurt.ru

Review of approaches to empty container fleet management

Kochneva Daria

candidate of Technical Sciences (PhD in Engineering)

Associate Professor, Ural State University of Railway Transport

Russia, Yekaterinburg

Аннотация

Статья посвящена обзору современных подходов к управлению порожним контейнерным парком в глобальных логистических системах. Проблема порожнего пробега контейнеров является одной из ключевых в контейнерных перевозках, приводя к значительным экономическим потерям и нерациональному использованию ресурсов. В работе рассматриваются два взаимодополняющих уровня решения этой проблемы – стратегический и оперативный. На стратегическом уровне проанализированы долгосрочные меры, такие как оптимизация пространственной конфигурации сети терминалов и депо, расширение номенклатуры контейнеропригодных грузов для балансировки встречных грузопотоков, а также внедрение инновационных складных контейнеров. На оперативном уровне особое внимание уделено стратегии оперативной передислокации порожних контейнеров (контейнершеринг), реализуемой на основе цифровых платформ и математических моделей назначения с пространственно-временными ограничениями. Проведён критический анализ существующих математических моделей, выделены их преимущества и ограничения. Выявлены основные пробелы в современных исследованиях: недостаточная адаптация алгоритмов к реальным условиям с неопределённостью, отсутствие механизмов согласования экономических интересов участников, нерешённые юридические и интеграционные аспекты. Обозначены перспективные направления дальнейших исследований, включая разработку гибридных моделей, применение теории игр и экспериментальную апробацию на реальных данных.

Библиографическое описание: Кочнева Д.И. Обзор подходов к управлению порожним контейнерным парком // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2026. 8(149). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/23331>

Abstract

The article provides a review of current approaches to empty container fleet management in global logistics systems. The problem of empty container repositioning is one of the key challenges in container shipping, leading to substantial economic losses and inefficient resource utilisation. The study considers two complementary levels of addressing this issue – strategic and operational. At the strategic level, long-term measures are analysed, including optimisation of the terminal and depot network configuration, expansion of the range of containerisable goods to balance counter flows, and the introduction of innovative foldable containers. At the operational level, special attention is paid to the strategy of operational empty container relocation (street-turn, container sharing), implemented through digital platforms and mathematical assignment models with spatio-temporal constraints. A critical review of existing mathematical models is conducted, highlighting their strengths and limitations. The main gaps in current research are identified: insufficient adaptation of algorithms to real-world uncertainty, lack of mechanisms for aligning the economic interests of stakeholders, unresolved legal and integration issues. Promising directions for further research are outlined, including the development of hybrid models, application of game theory, and experimental validation on real data.

Ключевые слова: управление порожним контейнерным парком, порожний пробег контейнеров, стратегический уровень, оперативный уровень, контейнершеринг, цифровые платформы, математическое моделирование, пространственно-временные ограничения.

Keywords: empty container fleet management, empty container repositioning, strategic level, operational level, container sharing, digital platforms, mathematical modeling, spatio-temporal constraints.

Введение

Проблема управления порожним контейнерным парком, известная в зарубежной литературе как Empty Container Repositioning (ECR) – одна из наиболее сложных логистических задач, стоящих перед мировой системой контейнерных перевозок. Порожние перевозки контейнеров не генерируют доход, однако поглощают те же ресурсы в связи с транспортировкой, хранением и обработкой, что и грузевые. В настоящее время около 20 % всех морских контейнерных перевозок составляют перемещения порожних контейнеров [15], а на наземном транспорте этот показатель достигает 40–50 % [8]. Ежегодные расходы на перевозку порожних контейнеров в мире исчисляются десятками миллиардов долларов [8, 18].

Основной причиной образования избытка порожних контейнеров является глобальный дисбаланс торговых потоков. Регионы, ориентированные на экспорт, испытывают дефицит порожних контейнеров, тогда как импорто-ориентированные сталкиваются с их избытком. Проблему торгового дисбаланса усугубляет сезонность перевозок, неопределенность спроса и предложения, а также отсутствие информации о местонахождении и статусе контейнеров в реальном времени [15]. В связи с этим поиск эффективных решений проблемы порожнего пробега является актуальной задачей для науки и практики.

Материалы и методы

Для проведения обзора использовался систематический подход к анализу научной литературы, опубликованной в период с 2009 по 2026 год. Поиск источников осуществлялся в реферативных базах данных и в российских научных электронных библиотеках. Отбор материалов проводился по критериям релевантности тематике, наличию математических моделей или эмпирических исследований, а также по публикационной активности авторов. Анализ выполнялся с позиций выделения уровней принятия решений и сравнения предлагаемых методов по таким параметрам, как учёт пространственно-временных ограничений, возможность практической реализации и экономическая обоснованность.

Результаты и обсуждение

Анализ научной литературы позволил выделить два взаимодополняющих уровня решения проблемы порожнего пробега контейнеров – стратегический и оперативный.

На стратегическом уровне рассматриваются долгосрочные решения: оптимизация пространственной конфигурации сети контейнерных терминалов и депо [7, 12]; балансировка спроса и предложения через расширение номенклатуры контейнеропригодных грузов, что позволяет создавать встречные грузопотоки [3]; внедрение инновационных типов подвижного состава – складных контейнеров [1, 11], которые при порожнем рейсе занимают в 4–6 раз меньше места. Вместе с тем, как отмечается в зарубежных исследованиях [14], складные контейнеры до сих пор не получили широкого коммерческого распространения из-за сложности процессов складывания и раскладывания и проблем интеграции в существующие цепочки поставок.

Главное преимущество названных стратегических мер – системный и долгосрочном эффекте, способный существенно изменить структуру издержек. Однако они требуют значительных капитальных вложений и несут рыночные риски, связанные с изменением внешнеэкономической конъюнктуры.

На оперативном уровне решаются задачи краткосрочного планирования, которые не требуют перестройки инфраструктуры, но позволяют гибко реагировать на текущий дисбаланс. Ключевые направления здесь – совершенствование информационного обмена между участниками [2, 11]; оперативная передислокация порожних контейнеров между конечными грузополучателями и грузоотправителями [4, 5, 9, 17]; оптимизация назначений контейнеров на основе имитационного моделирования [11], сетевых потоковых моделей [10], моделей управления запасами [16], линейного [13] и смешанного целочисленного программирования [6].

Особого внимания среди подходов оперативного уровня заслуживает стратегия оперативной передислокации порожних контейнеров. В зарубежной литературе такая стратегия обозначается терминами «Street-turn» [9] и «ContainerSharing» [17]. Впервые в российской науке эта стратегия была обоснована и формализована Пономаревым Н.Ю. под названием «контейнершеринг» [4], а в последующих работах – как «контейнерообмен» [6]. Технология предполагает передачу порожнего контейнера, освободившегося после выгрузки у одного грузополучателя, непосредственно грузоотправителю под новую загрузку, минуя возврат на контейнерный терминал или депо. Реализация данного подхода возможна

благодаря организации открытого информационного обмена между всеми участниками логистической цепи (перевозчиками, грузоотправителями, грузополучателями, операторами терминалов) на базе единой цифровой платформы, которая аккумулирует данные о наличии, местонахождении, типе и времени освобождения контейнеров. Для решения задачи оперативного сопоставления предложения и спроса используется математический аппарат на основе расширенной задачи о назначениях с пространственно-временными ограничениями, а также модифицированные венгерские алгоритмы и методы кластеризации.

Вместе с тем, в современных исследованиях имеются пробелы, связанные с недостаточной проработкой вопросов адаптации алгоритмов оперативного перераспределения к реальным условиям функционирования логистических систем. Большинство существующих моделей опираются на детерминированные значения времени доставки и доступности контейнеров, тогда как на практике многие параметры носят случайный характер. Кроме того, недостаточно внимания уделяется согласованию экономических интересов участников контейнершеринга: остаются непроработанными механизмы компенсации и распределения выгод между участниками логистической цепи. Также практически не рассматриваются юридические аспекты передачи контейнеров между независимыми агентами, включая вопросы ответственности за сохранность, страховое покрытие и переход права собственности. Открытым является и вопрос интеграции предлагаемых математических алгоритмов с существующими транспортными управляющими системами (TMS) и корпоративными платформами логистических операторов, которые используют собственные форматы данных и протоколы обмена. Отметим также, что большинство разработок проходят апробацию лишь на синтетических тестовых выборках или в имитационных экспериментах, тогда как пилотные проекты в реальной практике отсутствуют.

Заключение

Проведенный обзор подтверждает, что управление порожним контейнерным парком является многоуровневой задачей, требующей сочетания стратегических и оперативных мер. Стратегические подходы, такие как оптимизация сети и внедрение складных контейнеров, обещают долгосрочное снижение издержек, но сопряжены с высокими инвестиционными рисками. Оперативные методы обеспечивают гибкость и быстроту реакции, однако их практическая реализация сдерживается отсутствием адаптированных к неопределенности моделей, нерешенными экономическими и правовыми вопросами, а также слабой интеграцией с существующими ИТ-системами.

Устранение указанных пробелов требует междисциплинарного подхода, объединяющего методы оптимизации, теорию игр, цифровые платформенные решения и экспериментальные исследования на реальных данных, что открывает направление последующих исследований.

Список литературы

1. Иванова Е.В. Мазуренко О.И. Русинов И.В. Анализ эффективности внедрения складных контейнеров для решения проблемы дефицита порожних контейнеров // Транспортное дело России. – 2020. – № 6.
2. Кочнева Д.И. Организация движения порожнего контейнеропотока в региональной контейнерной транспортно-логистической системе // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2012. – № 1.
3. Москвичев О.В. Многокритериальная оценка контейнеропригодности производимой продукции как один из факторов, определяющих размещение терминально-логистической инфраструктуры // Вестник транспорта Поволжья. – 2015. – № 1.
4. Пономарев Н.Ю., Кочнева Д.И. Оптимизация схемы возврата порожних контейнеров путем использования системы контейнершеринга // Инновационный транспорт. – 2023. – № 3.
5. Пономарев Н.Ю. Стратегия совместного использования ресурсов в логистике контейнерных перевозок // Актуальные проблемы современного транспорта. – 2024. – № 4.
6. Пономарев Н.Ю., Кочнева Д.И. Оптимизация оперативного перераспределения контейнеров в логистических сетях с учетом пространственно-временных ограничений // Транспорт Урала. – 2026. – № 2.
7. Сметанина А.В. Обзор методов и подходов к размещению контейнерных терминалов в регионе // Железнодорожный транспорт и технологии: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Екатеринбург, 29–30 октября 2025 года. – 2026.
8. Braekers K., Janssens G.K., Caris A. Challenges in Managing Empty Container Movements at Multiple Planning Levels // Transport Reviews. –. – 2011. – Т. 31, № 6.
9. Braekers K. Optimization of empty container movements in intermodal transport // 4OR. –. – 2012. – Т. 11, № 3.
10. Braekers K., Janssens G.K., Caris A. Braekers K., Janssens G.K., Caris A. Challenges in Managing Empty Container Movements at Multiple Planning Levels // Transport Reviews. –. – 2011. – Т. 31, № 6.
11. Islam S., Olsen T., Daud Ahmed M. Reengineering the seaport container truck hauling process // Business Process Management Journal. –. – 2013. – Т. 19, № 5.
12. Lei T.L., Church R.L. Locating shortterm empty-container storage facilities to support port operations: A user optimal approach // Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. –. – 2011. – Т. 47, № 5.
13. Liao X. Strategy and Optimization of Empty Container Transportation // ICTE. – 2013.
14. Moon I., Do Ngoc A.-D., Konings R. Foldable and standard containers in empty container repositioning // Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. –. – 2013. – Т. 49, № 1.
15. Song D.-P., Carter J. Empty container repositioning in liner shipping // Maritime Policy & Management. –. – 2009. – Т. 36, № 4.

16. Song D.P., Dong J. Modelling Empty Container Repositioning Logistics. – Cham: Springer, 2022.
17. Sterzik S. Kopfer H., Yun W.Y. Reducing hinterland transportation costs through container sharing // Flexible Services and Manufacturing Journal. – 2015. – № 2.
18. Sun M. Study on Empty Container Repositioning Problem under Sea-Rail through Transport // 2009 Second International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation: IEEE. – 2009.

References

1. Ivanova E.V. [Mazurenko O.I. Rusinov I.V. Analysis of the Efficiency of Implementing Collapsible Containers to Solve the Problem of Empty Container Deficit] // Transportnoe delo Rossii. – 2020. – № 6. (In Russ.)
2. Kochneva D.I. [Organization of Empty Container Flow Movement in a Regional Container Transport and Logistics System] // Vestnik Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2012. – № 1. (In Russ.)
3. Moskvichev O.V. [Multi-Criteria Assessment of Container-Suitability of Manufactured Products as One of the Factors Determining the Placement of Terminal-Logistics Infrastructure] // Vestnik transporta Povolzh'ya. – 2015. – № 1. (In Russ.)
4. Ponomarev N.Yu., Kochneva D.I. [Optimization of Empty Container Return Scheme through the Use of a Container Sharing System] // Innovatsionnyj transport. – 2023. – № 3. (In Russ.)
5. Ponomarev N.Yu. [Strategy of Joint Resource Utilization in Container Transportation Logistics] // Aktual'nye problemy sovremennogo transporta. – 2024. – № 4. (In Russ.)
6. Ponomarev N.Yu., Kochneva D.I. [Optimization of Operational Redistribution of Containers in Logistics Networks Taking into Account Spatio-Temporal Constraints] // Transport Urala. – 2026. – № 2. (In Russ.)
7. Smetanina A.V. [Review of Methods and Approaches to the Placement of Container Terminals in a Region] // Zheleznodorozhnyj transport i tekhnologii: sbornik trudov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, Ekaterinburg, 29–30 oktyabrya 2025 goda. – 2026. (In Russ.)
8. Braekers K., Janssens G.K., Caris A. Challenges in Managing Empty Container Movements at Multiple Planning Levels // Transport Reviews. – 2011. – T. 31, № 6.
9. Braekers K. Optimization of empty container movements in intermodal transport // 4OR. – 2012. – T. 11, № 3.
10. Braekers K., Janssens G.K., Caris A. Braekers K., Janssens G.K., Caris A. Challenges in Managing Empty Container Movements at Multiple Planning Levels // Transport Reviews. – 2011. – T. 31, № 6.
11. Islam S., Olsen T., Daud Ahmed M. Reengineering the seaport container truck hauling process // Business Process Management Journal. – 2013. – T. 19, № 5.

12. Lei T.L., Church R.L. Locating shortterm empty-container storage facilities to support port operations: A user optimal approach // *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. – 2011. – Т. 47, № 5.
13. Liao X. Strategy and Optimization of Empty Container Transportation // *ICTE*. – 2013.
14. Moon I., Do Ngoc A.-D., Konings R. Foldable and standard containers in empty container repositioning // *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. – 2013. – Т. 49, № 1.
15. Song D.-P., Carter J. Empty container repositioning in liner shipping // *Maritime Policy & Management*. – 2009. – Т. 36, № 4.
16. Song D.P., Dong J. *Modelling Empty Container Repositioning Logistics*. – Cham: Springer, 2022.
17. Sterzik S. Kopfer H., Yun W.Y. Reducing hinterland transportation costs through container sharing // *Flexible Services and Manufacturing Journal*. – 2015. – № 2.
18. Sun M. Study on Empty Container Repositioning Problem under Sea-Rail through Transport // *2009 Second International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation: IEEE*,. – 2009.