

УДК 656.073.26

## Методика распределения порожних контейнеропотоков в условиях транспортно-логистического центра

**Д. С. Аскендерова, Е. А. Кайкина, А. В. Новичихин**

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Россия, 190031, Санкт-Петербург, Московский пр., 9

**Для цитирования:** Аскендерова Д. С., Кайкина Е. А., Новичихин А. В. Методика распределения порожних контейнеропотоков в условиях транспортно-логистического центра // Бюллетень результатов научных исследований. 2026. Вып. 1. С. 174–184. DOI: 10.20295/2223-9987-2026-1-174-184

### Аннотация

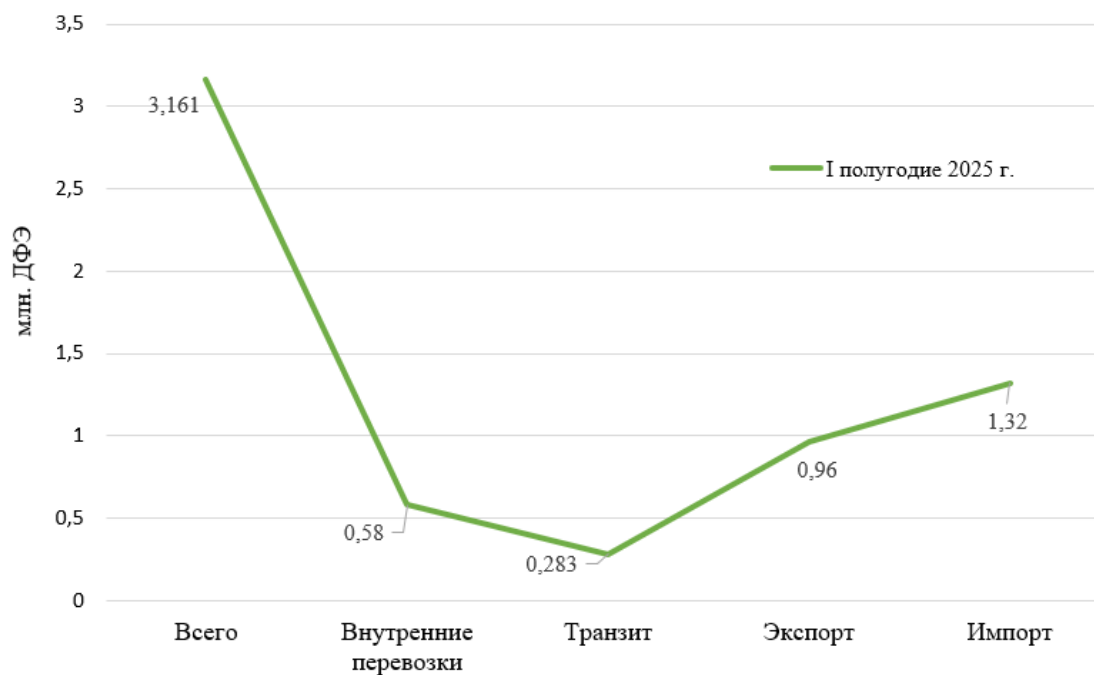
**Цель:** повышение эффективности функционирования логистической системы на основе оптимизации порожних контейнеропотоков. **Методы:** системный анализ статистических данных о состоянии контейнерных перевозок, теория математического моделирования, теория алгоритмизации для разработки технологических решений обработки порожних контейнеров в рамках функционирования транспортно-логистического центра. **Результаты:** предложена математическая постановка задачи оптимизации распределения порожнего контейнеропотока в условиях транспортно-логистического центра. Разработана методика совершенствования технологического процесса обработки порожних контейнеропотоков в рамках функционирования транспортно-логистического центра. **Практическая значимость:** внедрение предложенной методики переработки порожних контейнеропотоков позволит повысить эффективность функционирования транспортно-логистического центра. Оптимизация распределения порожних контейнеров между железнодорожными станциями и транспортно-логистическим центром позволит повысить пропускную способность транспортно-логистической системы и сократить порожний пробег контейнеров.

**Ключевые слова:** контейнер, транспортно-логистическая система, транспортно-логистический центр, железнодорожная станция, мультимодальные перевозки, математическая задача, алгоритм, система планирования

### Введение

В современной транспортной системе контейнерные перевозки являются одним из ключевых способов доставки грузов. Основными местами обработки контейнеропотоков, перевозимых различными видами транспорта, являются транспортно-логистические центры (далее — ТЛЦ) [1].

Объемы перевозок в контейнерах с каждым годом показывают положительную динамику. Но к концу 2024 года показатели импортных перевозок контейнеров упали на 0,05 млн контейнеров в двадцатифутовом эквиваленте (далее — ДФЭ) по сравнению с 2023 годом, действующим терминалам не хватает мощностей перерабатывать входящий поток [2]. К первому полугодю 2025 года показатели контейнерных перевозок по сравнению с первым полугодием 2024-го упали на 2,9% и составили 3,2 млн ДФЭ [3]. Большой спад пришелся на внутренние перевозки по причине снижения объемов погрузки угля, лома черных металлов [4]. На рис. 1 показаны объемы перевозок в контейнерах за первое полугодие 2025 года. [5].



**Рис. 1.** Объемы контейнерных перевозок за первое полугодие 2025 года в России [5]

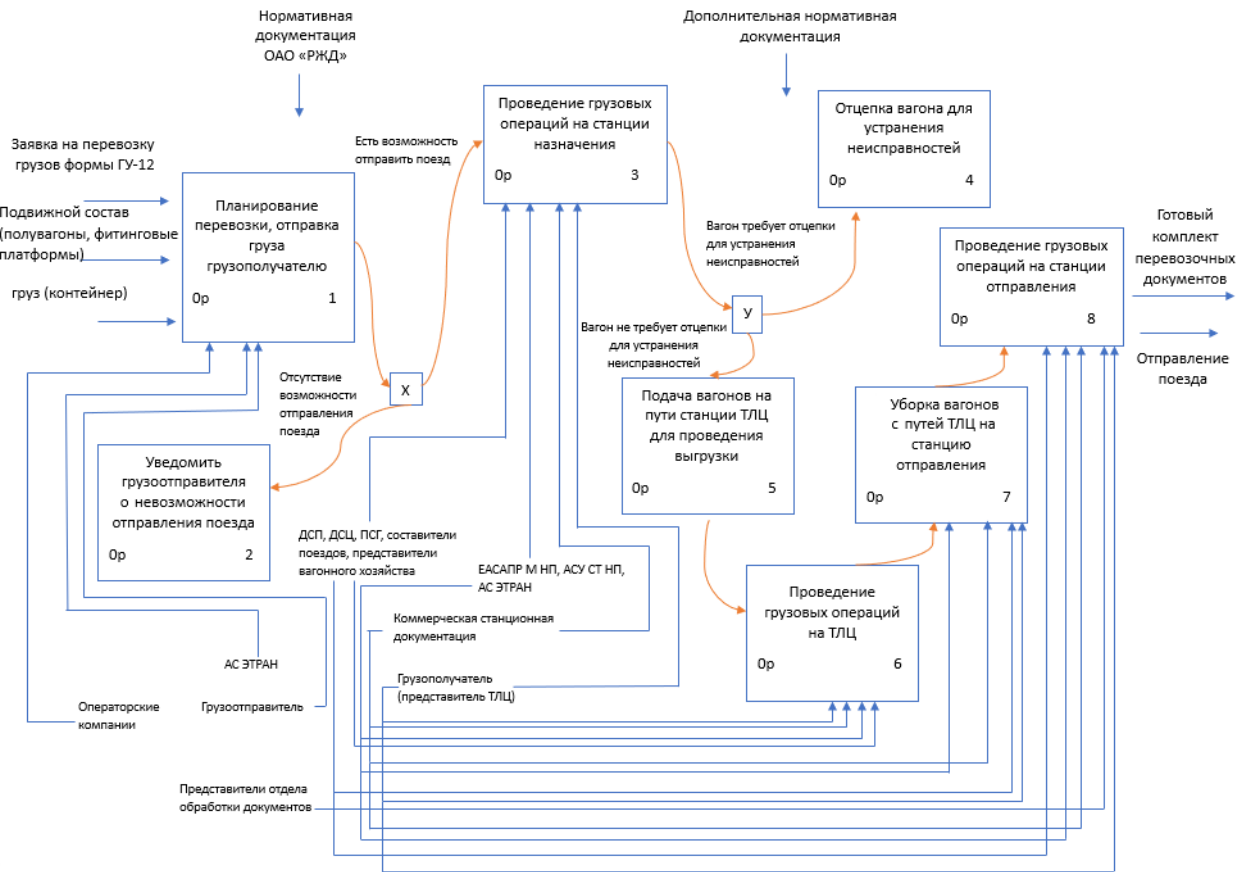
Стоит отметить, что показатели объемов контейнерных перевозок во внутреннем сообщении влияют и на показатели импорта [6]. Так, при снижении объемов перевозок угля в полувагонах в сторону Дальневосточного полигона возникает дефицит порожнего подвижного состава, вследствие этого импортные грузы простаивают в портах Дальнего Востока. Образуется неравномерное распределение порожнего парка вагонов, по причине этого сокращаются нитки графиков для приема порожних контейнеров по направлению к Дальнему Востоку [7]. Из-за этого возникают проблемы и в западной части России, так как прибывающие в адрес ТЛЦ груженые контейнеры после выгрузки простаивают на контейнерных площадках по причине сокращения ниток графика порожних контейнеров в порты Дальнего Востока.

Проблемы организации контейнерных перевозок рассматривали такие авторы, как О. В. Москвичев, Е. Е. Москвичева [8], Ю. С. Никонов, Г. М. Третьяков [9], Д. И. Кочнева [10] и др. В этих работах рассматриваются методические особенности организации контейнерных перевозок на железнодорожном транспорте в современных условиях, а также выделяются проблемы функционирования контейнерной транспортной системы.

Несмотря на большое количество научных работ на тему организации контейнерных перевозок, требуется проведение дальнейших исследований, так как проблемы взаимодействия железнодорожного транспорта и ТЛЦ в вопросах распределения контейнеропотоков рассматриваются недостаточно.

Исходя из этого, актуальной научно-практической задачей является разработка методики распределения порожних контейнеров в рамках ТЛЦ.

В настоящее время технологический процесс переработки контейнеропотока на ТЛЦ состоит из 8 блоков операций и представлен в интерпретации диаграммы IDEF0 на рис. 2.



**Рис. 2.** Переработка контейнеропотока на ТЛЦ в интерпретации диаграммы IDEF0:

1. Планирование перевозки, отправка груза грузополучателю; х — при отсутствии возможности отправления поезда.
2. Уведомить грузоотправителя о невозможности отправления поезда; х — есть возможность отправления поезда.
3. Проведение грузовых операций на станции назначения; у — вагон требует отцепки для устранения неисправностей.
4. Отцепка вагона для устранения неисправностей; у — вагон не требует отцепки для устранения неисправностей.
5. Подача вагонов на пути ТЛЦ для проведения выгрузки.
6. Проведение грузовых операций на ТЛЦ.
7. Уборка вагонов с путей ТЛЦ на станцию отправления.
8. Проведение грузовых операций на станции отправления

На основе поставленной научно-практической задачи предлагается разработка методики распределения порожних контейнеропотоков в рамках функционирования ТЛЦ по методу интеллектуального планирования.

Первым этапом при построении методики является постановка математической задачи, представленная ниже.

## Постановка задачи распределения контейнеропотоков в условиях функционирования транспортно-логистического центра

Пусть логистическая цепь, состоящая из  $i$ -го ТЛЦ и  $j$ -й железнодорожной станции, характеризуется:

1. Показателем экономических затрат на перевозку  $a$ -го порожнего контейнеропотока от  $i$ -го ТЛЦ до  $j$ -й железнодорожной станции:

$$C_{i,j,a}, i \in N, j \in M, a \in D.$$

2. Показателем времени следования  $a$ -го порожнего контейнеропотока от  $i$ -го ТЛЦ до  $j$ -й железнодорожной станции:

$$T_{i,j,a}, i \in N, j \in M, a \in D,$$

где  $D$  — множество порожних контейнеропотоков между ТЛЦ и железнодорожной станцией, состоящих из  $x_p$  порожних контейнеров;

$N$  и  $M$  — множества ТЛЦ и железнодорожных станций, функционирующих в рамках одной транспортно-логистической системы.

3. Показателем объема контейнеропотока, переработанного в рамках ТЛЦ и состоящего из порожних  $x_p$  и груженых  $x_g$  контейнеров:

$$KP_i, i \in N.$$

Требуется оптимизировать распределение порожнего контейнеропотока между  $i$ -м ТЛЦ и  $j$ -й железнодорожной станцией с целью сокращения порожнего пробега.

Тогда целевые функции показателей:

$$F(C) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \sum_{a=1}^D c_{i,j,a} \rightarrow \min;$$

$$F(T) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \sum_{a=1}^D t_{i,j,a} \rightarrow \min;$$

$$F(KP) = \sum_{p=1} x_p + \sum_{g=1} x_g \rightarrow \max$$

при условии:

$$T \geq 0, C \geq 0, KP > 0,$$

где  $x_p$  — порожние и  $x_g$  — груженые контейнеры,  $p$  и  $g$  — количество порожних и груженых контейнеров, переработанных на ТЛЦ за период времени  $t$ .

Методика представлена в рамках алгоритма обработки исходящего контейнеропотока (рис. 3 а, 3 б, 3 в).

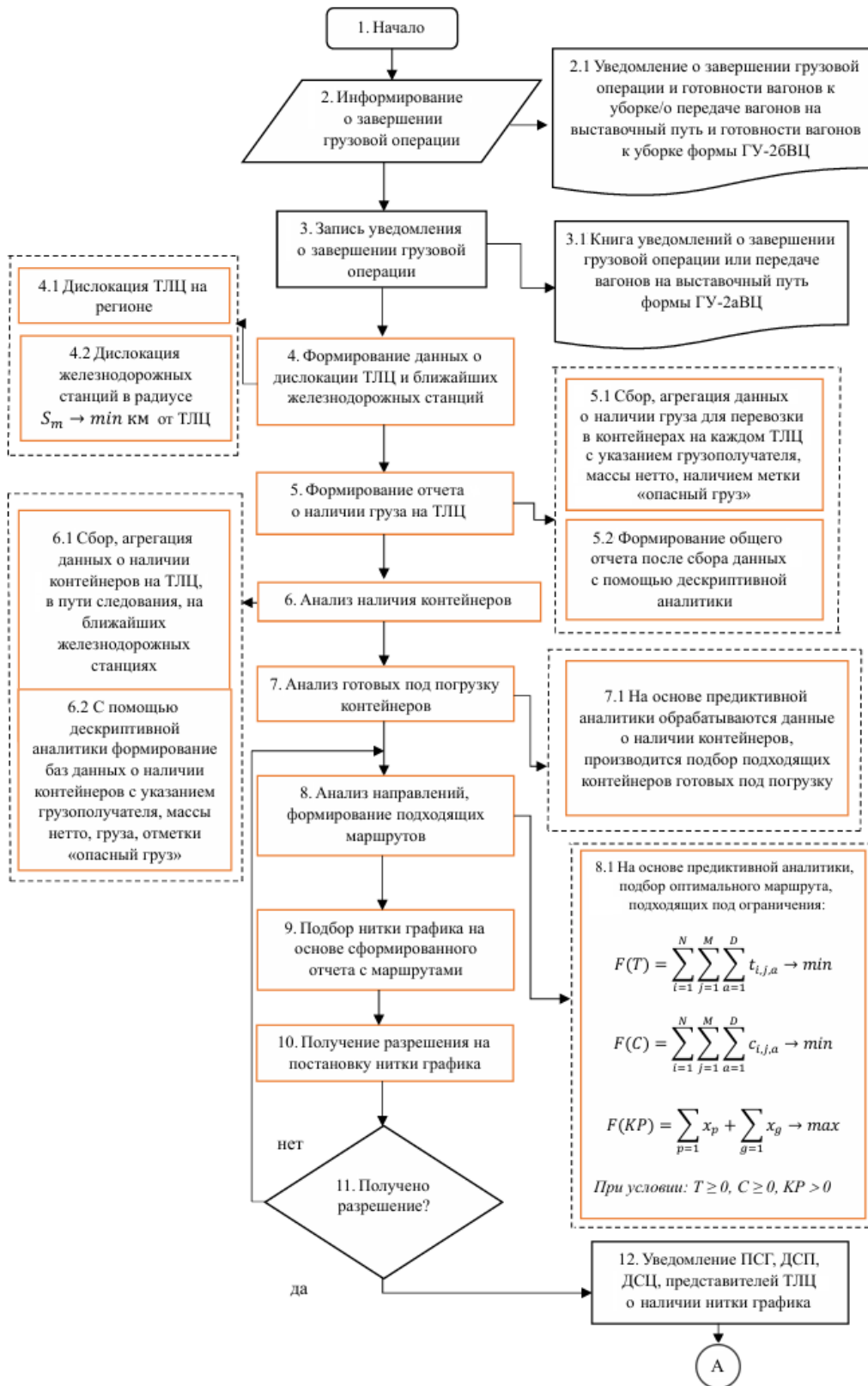


Рис. 3 а. Алгоритм обработки исходящего порожнего контейнеропотока на ТЛЦ

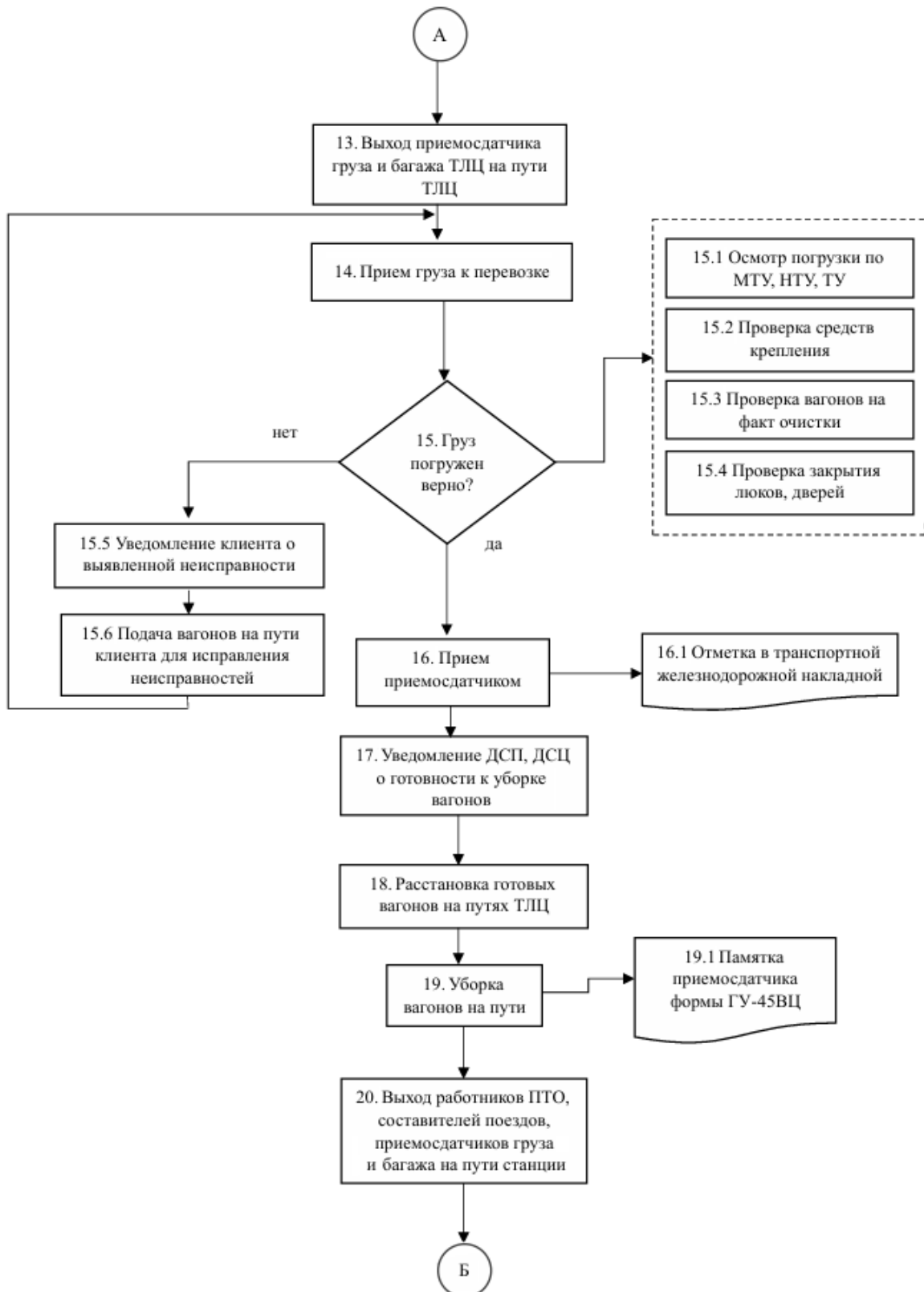


Рис. 3 б. Алгоритм обработки исходящего порожнего контейнеропотока на ТЛЦ

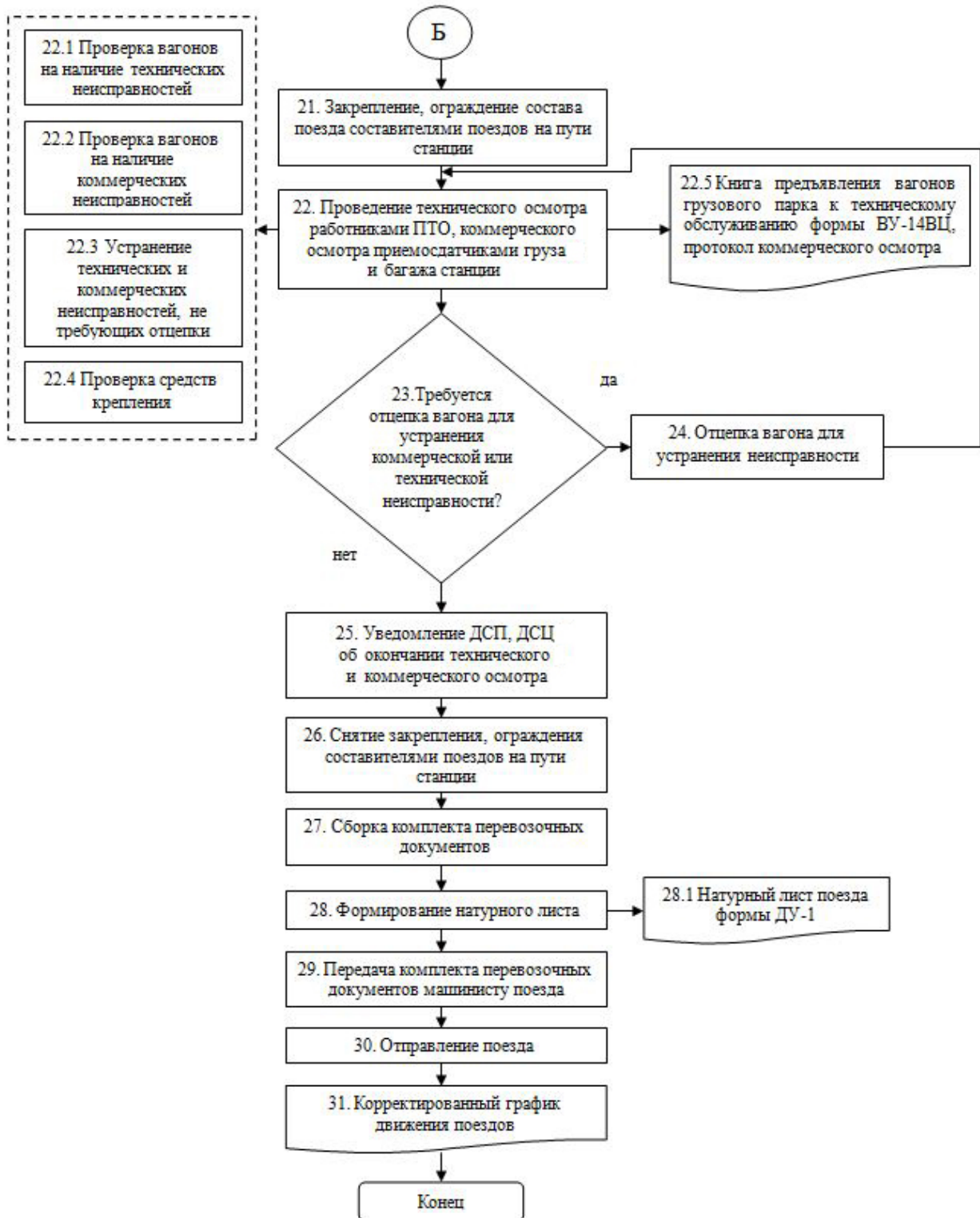


Рис. 3 в. Алгоритм обработки исходящего порожнего контейнеропотока на ТЛЦ

Новые блоки, интегрированные в алгоритм обработки исходящего контейнеропотока на ТЛЦ, включают в себя следующие операции (задачи):

1. Сбор данных о дислокации ТЛЦ и формирование списка железнодорожных станций, находящихся в минимальном радиусе от ТЛЦ.

2. Формирование отчета о наличии груза на ТЛЦ, в который входит информация о наличии груза для перевозки в контейнерах с указанием грузополучателя, массы нетто, сведений о наличии отметки «опасный груз».

3. Анализ наличия груженых и порожних контейнеров на ТЛЦ, в пути следования и на ближайших железнодорожных станциях.

4. С помощью дескриптивной аналитики формируется база данных о наличии контейнеров с информацией, собранной в пункте 2.

5. Анализ готовых под погрузку порожних контейнеров, подходящих по условиям для погрузки груза.

6. Анализ направлений и формирование оптимальных маршрутов с учетом следующих показателей: время доставки (Т), стоимость доставки (С), контейнеропоток (КР).

7. Подбор нитки графика. По согласованию с представителями Дирекции управления движением.

8. Формирование контейнерного поезда.

Предлагаемая методика распределения порожнего контейнеропотока позволит сократить порожний пробег и повысить эффективность функционирования транспортно-логистической системы. Для применения на реальном объекте необходимы программное обеспечение с применением искусственного интеллекта для анализа состояния транспортно-логистической сети, сбор и анализ данных о порожних контейнеропотоках.

## Заключение

Таким образом, в работе проведен анализ состояния объемов контейнерных перевозок в России за последние три года. Кроме того, были изучены научные работы отечественных авторов. Объектом исследования является ТЛЦ для изучения процесса его функционирования, построена диаграмма технологического процесса переработки контейнеропотока в интерпретации диаграммы IDEF0.

На основе проведенного анализа сформулирована актуальная научно-практическая задача, а именно: разработка методики распределения порожних контейнеропотоков в рамках ТЛЦ.

Первым этапом построения методики является поставленная математическая задача, в которой представлены целевые функции ключевых показателей контейнеропотока в рамках функционирования ТЛЦ.

Следующим этапом предлагается совершенствование технологического процесса переработки исходящего порожнего контейнеропотока, которое приведено в виде алгоритма на рис. 3 а, 3 б, 3 в. Распределение порожних контейнеров между ТЛЦ и ближайшими железнодорожными станциями производится с учетом оптимальности показателей: времени, затрат и объемов контейнеропотока.

Таким образом, предлагаемая методика позволит повысить пропускную способность транспортно-логистической системы, в том числе ТЛЦ, благодаря оптимизации распределения порожних контейнеропотоков.

### Список источников

1. Транспортно-логистические центры: пособие. URL: <https://mosregdata.ru/article/transport-logistics-centers-handbook?ysclid=mm0li64gkj104573301> (дата обращения: 10.12.2025).
2. Контейнерные перевозки: итоги 12 месяцев 2024 г. URL: <https://www.rzd-partner.ru/kolonka-eksperta/konteynerye-perevozki-itogi-12-mesyatsev-2024-goda/> (дата обращения: 05.01.2026).
3. Аствацатурова К. В., Казакова Н. А. Прогноз влияния рынка железнодорожных контейнерных перевозок на ВВП Российской Федерации // Финансы: теория и практика. 2022. № 26 (6). С. 6–16. DOI: 10.26794/25875671-2022-26-6-6-16.
4. Оценка инвестиционной привлекательности угольной отрасли России / Е. С. Матерова [и др.] // Уголь. 2025. № 3. С. 114–120. DOI: 10.18796/0041-5790-2025-3-114-120.
5. СОЖТ: обзор за 6 мес. 2025 г. URL: <https://railsovet.ru/upload/iblock/b4f/lgqbqtnmwtg369xbrpnnlzazpvqsodk5.pdf> (дата обращения: 05.01.2026).
6. Ступникова Е. А., Разинкин Д. Н. Анализ неопределенности развития международных грузовых контейнерных перевозок // Вестник евразийской науки. 2023. С. 15.
7. Попова Н. Б., Корягин М. Е., Калидова А. Д. Работа контейнерных операторов на Западно-Сибирской железной дороге // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2024. № 2. С. 165–172. DOI: 10.46973/0201-727X\_2024\_2\_165.
8. Москвичев О. В., Москвичева Е. Е. Проблемы, пути решения и перспективы развития контейнерных перевозок в России // Вестник Самарской государственной академии путей сообщения. 2007. № 7. С. 9–11.
9. Третьяков Г. М., Москвичев О. В., Никонов Ю. С. Актуальные аспекты развития контейнерных перевозок // Вестник транспорта Поволжья. 2012. № 3 (33). С. 26–29.
10. Кочнева Д. И., Сметанина А. В. Оптимизационная модель распределения контейнерных потоков в терминальной сети с учетом маршрутной консолидации // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2025. № 3. С. 138–144. DOI: 10.46973/0201-727X\_2025\_3\_138.

Дата поступления: 03.02.2026

Решение о публикации: 04.03.2026

**Контактная информация:**

АСКЕНДЕРОВА Дарья Сергеевна — аспирант; dashylkalom135@yandex.ru

КАЙКИНА Екатерина Александровна — аспирант; kaikina\_lkr@mail.ru

НОВИЧИХИН Алексей Викторович — д-р техн. наук, доцент; novichikhin@pgups.ru

## Methodology for distributing empty container flows within a transport and logistics center

**D. S. Askenderova, E. A. Kaikina, A. V. Novitchihin**

Emperor Alexander I Petersburg State Transport University, 9 Moskovsky pr., Saint Petersburg, 190031, Russia

**For citation:** Askenderova D. S., Kaikina E. A., Novitchihin A. V. Methodology for distributing empty container flows within a transport and logistics center // Bulletin of scientific research results, 2026, iss. 1, pp. 174–184. DOI: 10.20295/2223-9987-2026-1-174-184. (In Russian)

### Abstract

**Objective:** to improve the efficiency of the logistics system by optimizing empty container flows. **Methods:** a systematic analysis of statistical data on the state of container transportation, mathematical modelling theory, and algorithmization theory were applied to develop technological solutions for handling empty containers within the framework of the transport and logistics center's operation. **Results:** the problem of optimizing the allocation of empty container flows within a transport and logistics center has been formulated mathematically. Within the context of the transport and logistics center's operations, a technique has been created to improve the technological process of managing empty container flows. **Practical importance:** the implementation of the proposed methodology for handling empty container flows will improve the efficiency of the transport and logistics center. Optimizing the distribution of empty containers between railway stations and the transport-logistics center will increase the carrying capacity of the transport and logistics system and reduce the empty mileage of containers.

**Keywords:** container, transport and logistics system, transport and logistics center, railway station, multimodal transportation, mathematical problem, algorithm, planning system

### References

1. Transportno-logisticheskie tsentry: posobie. URL: <https://mosregdata.ru/article/transport-logistics-centers-handbook?ysclid=mm0li64gkj104573301> (data obrashcheniya: 10.12.2025). (In Russian)
2. Kontejnernye perevozki: itogi 12 mesyatsev 2024 g. URL: <https://www.rzd-partner.ru/kolonka-eksperta/konteynerye-perevozki-itogi-12-mesyatsev-2024-goda/> (data obrashcheniya: 05.01.2026). (In Russian)
3. Astvatsurova K. V., Kazakova N. A. Prognoz vliyaniya rynka zheleznodorozhnykh kontejnernykh perevozok na VVP Rossijskoj Federatsii // Finansy: teoriya i praktika. 2022. No. 26 (6). S. 6–16. DOI: 10.26794/25875671-2022-26-6-6-16. (In Russian)

4. Otsenka investitsionnoj privlekatel'nosti ugol'noj otrasli Rossii / E. S. Materova [i dr.] // Ugol'. 2025. No. 3. S. 114–120. DOI: 10.18796/0041-5790-2025-3-114-120. (In Russian)
5. SOZhT: obzor za 6 mes. 2025 g. URL: <https://railsovet.ru/upload/iblock/b4f/lgqbqtnmwtg369xbrpnnlzazpvqsodk5.pdf> (data obrashcheniya: 05.01.2026). (In Russian)
6. Stupnikova E. A., Razinkin D. N. Analiz neopredelennosti razvitiya mezhdunarodnykh gruzovykh kontejnernykh perezovok // Vestnik evrazijskoj nauki. 2023. S. 15. (In Russian)
7. Popova N. B., Koryagin M. E., Kalidova A. D. Rabota kontejnernykh operatorov na Zapadno-Sibirskoj zheleznoj doroge // Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. 2024. No. 2. S. 165–172. DOI: 10.46973/0201-727Kh\_2024\_2\_165. (In Russian)
8. Moskvichev O. V., Moskvicheva E. E. Problemy, puti resheniya i perspektivy razvitiya kontejnernykh perezovok v Rossii // Vestnik Samarskoj gosudarstvennoj akademii putej soobshcheniya. 2007. No. 7. S. 9–11. (In Russian)
9. Tret'yakov G. M., Moskvichev O. V., Nikonov Yu. S. Aktual'nye aspekty razvitiya kontejnernykh perezovok // Vestnik transporta Povolzh'ya. 2012. No. 3 (33). S. 26–29. (In Russian)
10. Kochneva D. I., Smetanina A. V. Optimizatsionnaya model' raspredeleniya kontejnernykh potokov v terminal'noj seti s uchetom marshrutnoj konsolidatsii // Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. 2025. No. 3. S. 138–144. DOI: 10.46973/0201-727X\_2025\_3\_138. (In Russian)

Received: 03.02.2026

Accepted: 04.03.2026

**Author's information:**

Dar'ya S. ASKENDEROVA — Postgraduate Student; [dashylkalom135@yandex.ru](mailto:dashylkalom135@yandex.ru)

Ekaterina A. KAJKINA — Postgraduate Student; [kaikina\\_lkr@mail.ru](mailto:kaikina_lkr@mail.ru)

Aleksey V. NOVICHIKHIN — Dr. Sci. in Engineering, Associate Professor; [novichikhin@pgups.ru](mailto:novichikhin@pgups.ru)