

Предпосылки изменения схемы движения автотранспорта на терминале

Д.Ю. Гришкова✉

Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск, Российская Федерация

✉raigas@inbox.ru

Резюме

В статье рассмотрен контейнерный терминал «Е». Основной задачей компании «Е», как и любой другой коммерческой структуры, является получение прибыли. Прибыль – не только инструмент удовлетворения нужд организации, но и способ ее развития при правильном вложении полученных средств, что тоже считается важным фактором. Также компании необходимо расширять свое производство или модернизировать его, чтобы не только повышать свои доходы, но и оставаться конкурентоспособной на рынке. В нашем случае компания выбрала путь модернизации: вложить часть полученной прибыли в строительство новой площадки для стоянки автотранспорта и оптимизировать схему его передвижения по территории терминала, что в дальнейшем поможет нарастить контейнерооборот и расширить емкости контейнерной площадки. В работе выполнен анализ существующей схемы движения автотранспорта на терминале, отмечены основные недостатки. Изучены причины ожидания автотранспорта на территории терминала и простоя при различных операциях с помощью диаграммы Исикавы. Установлено, что основная причина простоя автотранспортных средств на терминале – перегруженность парковки, которая возникает из-за неравномерного прибытия автотранспорта. Выполнен анализ объема работы терминала по месяцам. Выявлено, что самым напряженным месяцем является март. Определены максимальные, минимальные и средние размеры прибытия автотранспортных средств на терминал. Посредством графических зависимостей в результате обработки статистических данных получены графики распределения автомобилей по суточным интервалам. На основании графиков сделан вывод, что распределение автомобилей носит случайный характер, что может вызывать затруднения в работе терминала. С учетом суточных интервалов прибытия транспорта созданы три модели работы терминала в программе AnyLogic. Имитационное моделирование подтвердило, что схема движения автотранспорта внутри терминала требует доработки, а также указало на недостаточность одной парковки.

Ключевые слова

контейнерный терминал, схема движения, парковка автомобилей, интервалы прибытия, диаграмма Исикавы, имитационное моделирование

Для цитирования

Гришкова Д.Ю. Предпосылки изменения схемы движения автотранспорта на терминале / Д.Ю. Гришкова // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2023. № 3(79). С. 87–96. DOI 10.26731/1813-9108.2023.3(79).87-96.

Информация о статье

поступила в редакцию: 23.09.2023 г.; поступила после рецензирования: 26.09.2023 г.; принята к публикации: 27.09.2023 г.

Prerequisites for changing the traffic pattern at the terminal

D.Yu. Grishkova✉

Siberian Transport University, Novosibirsk, the Russian Federation

✉raigas@inbox.ru

Abstract

The article considers the container terminal E. The main task of the company «E», like any other, is to make profit. Profit is not only a tool to meet the needs of the organization but, with proper investment, a way of development which is also an important factor. The company needs to expand its production or modernize it in order not only to increase its revenues, but also to remain competitive in the market. In this case, the company has chosen the path of modernization: to invest part of the profit received in the construction of a new parking area for vehicles and optimize the scheme of movement of vehicles through the terminal, which will further help the growth of container turnover and expansion of the container site capacity. The analysis of the existing traffic pattern at the terminal is carried out, the main drawbacks are noted. The reasons for waiting of vehicles on the territory of the terminal and downtime during various operations are analyzed using the Ishikawa diagram. It is established that the main reason for the downtime of vehicles at the terminal is the congestion of parking, which occurs due to the uneven arrival of vehicles and lack of parking space. The analysis of the terminal's work volume by month has been performed. It is revealed that the most stressful month is March. The maximum, minimum and average values of vehicles' arrival at the terminal are determined. By means of graphical dependencies, as a result of statistical data processing, graphs of the distribution of cars by daily intervals are obtained. Based on the graphs, it is concluded that the distribution of cars is random, which may cause difficulties in the operation of the terminal. With the daily arrival intervals considered, three terminal operation models have been created in the AnyLogic program. Simulation modeling confirmed the imperfection of the traffic pattern inside the terminal and the insufficiency of one parking lot.

Keywords

container terminal, traffic diagram, car parking, arrival intervals, Ishikawa diagram, simulation modeling

For citation

Grishkova D.Yu. Predposylki izmeneniya skhemy dvizheniya avtotransporta na terminale [Prerequisites for changing the traffic pattern at the terminal]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyi analiz. Modelirovanie* [Modern Technologies. System Analysis. Modeling], 2023, то. 3(79), pp. 87–96. DOI: 10.26731/1813-9108.2023.3(79).87-96.

Article Info

Received: September 23, 2023; Revised: September 26, 2023; Accepted: September 27, 2023.

Введение

Компания «Е» с 1992 г. предоставляет комплексное транспортно-логистическое обслуживание [1, 2]. В городе Н находится терминально-логистический центр (ТЛЦ), головной офис расположен в городе С-П. ТЛЦ был введен в эксплуатацию в 2008 г. и на сегодняшний день включает:

- таможенный пост В (с 2009 г.);
- примыкание к станции И;
- примыкание к трассам «С-ый обход» и «С»;
- свидетельство о включении его в реестр владельцев складов временного хранения (СВХ);
- ERP-систему, которая позволяет отслеживать контейнеры в онлайн-режиме.

Параметры терминала:

- общая площадь – 30,8 га;
- емкость контейнерной площадки – 4 500 TEU;
- объем обработки контейнеров до 100 тыс. TEU в год;
- отапливаемые склады классов «А» и «В», каждый площадью 10 тыс. м²;
- площадь контейнерной площадки – 5,7 га;
- емкость единовременного хранения грузов – 6 000 TEU [3].

Услуги, оказываемые терминалом: транспортно-экспедиционное обслуживание, экспедирование в портах Дальнего Востока (ДВ), фрахт через порты ДВ, отправка контейнерных поездов, обработка контейнеров, перегруз и хранение, таможенная очистка грузов [4, 5].

Терминал работает на экспортно-импортные перевозки со странами Юго-Восточной Азии, также осуществляет транспортное обслуживание внутренних клиентов. На терминале есть пять ричстакеров «Kalmar», одновременно для работы выводится четыре средства механизации. В настоящее время в

работе терминала имеется проблема ожидания занятия парковочных мест автотранспортом для осуществления погрузочно-разгрузочных работ (ППР) с контейнерными грузами.

Посредством статистической обработки и имитационного моделирования проанализируем причины ожидания автомобилей в процессе выполнения технологических операций [6, 7].

Существующая схема движения автотранспорта

На территории терминала «Е» осуществляются следующие процессы: прием груженых контейнеров, прием порожних контейнеров, отправка порожних контейнеров, отправка груженых контейнеров, растарка контейнеров, перетарка, работа с рефрижераторными контейнерами, ремонт контейнеров и их взвешивание [8].

Для перевозки контейнеров на терминале клиенты используют следующие автотранспортные средства: контейнеровозы марки «Skania» различных типов, «IVECO-AMT 633941» (для перевозки 20-футового контейнера по всем видам дорог), КАМАЗ, MAN, Mercedes-Benz 3346A, Renault, DAF XF 460 и DAF XF 480.

Данные автомобили являются типовыми для перевозки различных контейнеров по всем видам дорог, что оптимально для Российской Федерации и территории других государств [9].

Контейнеры на терминале формируются в стеки – группа контейнеров одного назначения или одной конфигурации. Каждый стек имеет свой порядковый номер. Нумерация стеков определяется по времени их возникновения на терминале, этим объясняется неравномерность порядковых номеров [10, 11].

Существующая на данный момент схема перемещения автотранспорта по территории терминала представлена на рис. 1.

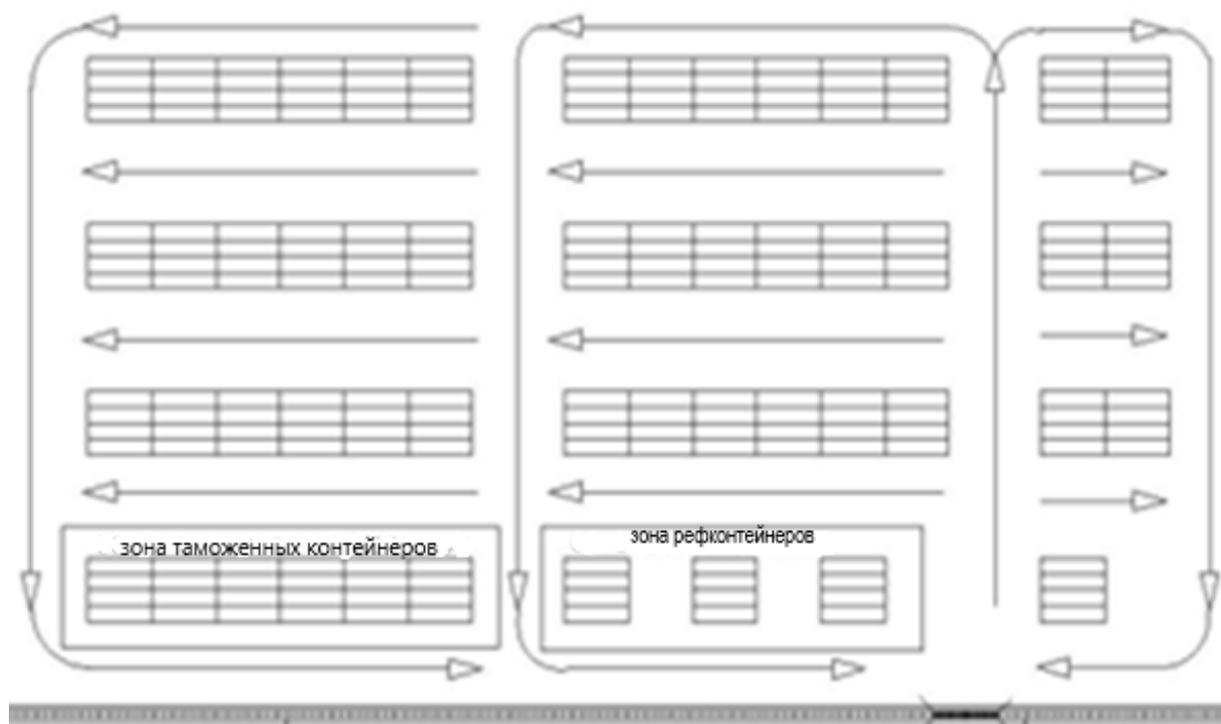


Рис. 1. Существующая схема движения автотранспорта по территории терминала
Fig. 1. The existing scheme of vehicle traffic on the terminal territory

Преимущество данной схемы заключается в простоте и удобстве использования для водителей и работников, однако имеется и ряд недостатков:

- наличие враждебных маршрутов из-за пересечения путей нескольких автомобилей;
- пересечение железнодорожного пути с путями автомобилей, что создает задержки автотранспорта на территории;
- невозможность использования этой схемы при введении в эксплуатацию запланированной терминалом дополнительной парковочной площадки.

Причины ожидания автотранспорта на территории терминала и простоя при различных операциях рассмотрены и систематизированы при помощи диаграммы Исикавы (рис. 2) [12, 13].

Рассмотрены такие причины, как перегруженность парковки; закрытие переезда при въезде на территорию контейнерного терминала и при выезде с нее; несовершенство схемы движения; дополнительные лифты (поднятие контейнера ричстакером) при производстве ПРР; высокая загруженность приемосдатчиков.

Парковка рассчитана на 10–15 автомобилей, поэтому она не отвечает требуемым усло-

виям в период, когда интенсивность прибытия автомобилей значительно превышает ее возможности. Данная проблема возникает из-за того, что автомобили приезжают неравномерно. В настоящих условиях решить ее не удастся. Закрытие переезда – обычно плановая задержка, которой нельзя избежать при существующей схеме движения и даже при создании оптимальной схемы.

Дополнительные лифты при ПРР возникают из-за нерационального размещения контейнеров в стеках или в связи с тем, что клиенты могут передумать забирать контейнер и взять другой.

В сложившихся условиях эксплуатации терминала наиболее актуальным становится вопрос оптимизации схемы движения автотранспорта внутри терминала. Анализ особенностей существующей схемы движения приведен на рис. 3 [14, 15].

Таким образом, можно отметить, что основная причина простоя автотранспортных средств на терминале – перегруженность парковки, которая возникает из-за скученного прибытия автотранспорта и недостатка места на парковке.

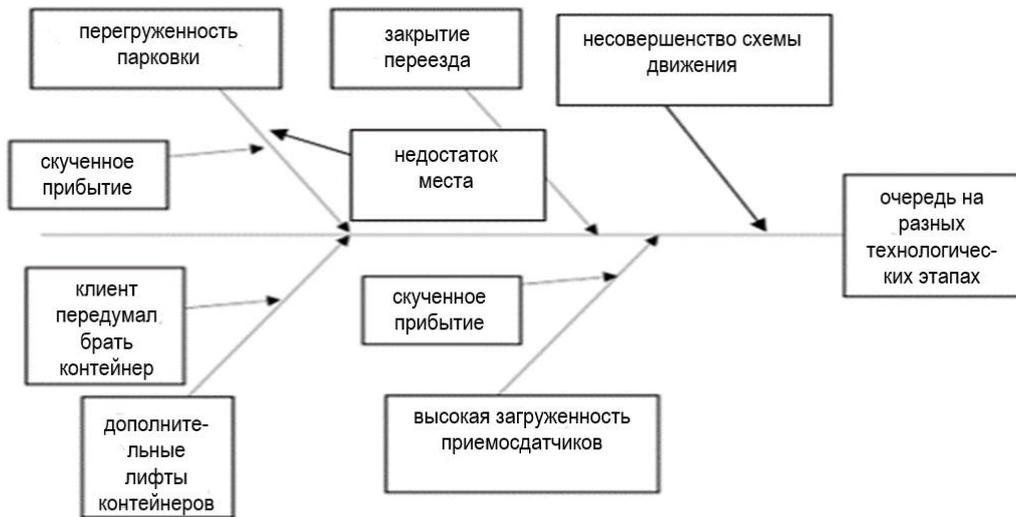


Рис. 2. Причинно-следственные связи простоя автотранспорта на терминале

Fig. 2. Causal relationships of vehicle downtime at the terminal



Рис. 3. Диаграмма зависимостей для схемы движения

Fig. 3. Dependency diagram for the traffic pattern

Распределение автомобилей по суточным интервалам

Согласно статистическим данным, собранным ежемесячно по работе терминала, можно отметить, что максимальные объемы работы приходятся на март. Максимальное количество прибывающих автомобилей за день составило 326, минимальное – 97.

Среднее число автомобилей в месяц:

$$n_{\text{ср}} = \frac{\sum n_i}{31},$$

где n_i – число автомобилей за каждый день, шт;
31 – число дней в марте.

$$n_{\text{ср}} = \frac{6811}{31} = 219,71 \text{ автомобилей.}$$

Самое близкое число к среднему – 223 автомобиля за один из дней марта. Данный день также был выбран для анализа прибытия автомобилей.

Анализ прибытия/отправления автомобилей проводился по следующим показателям:

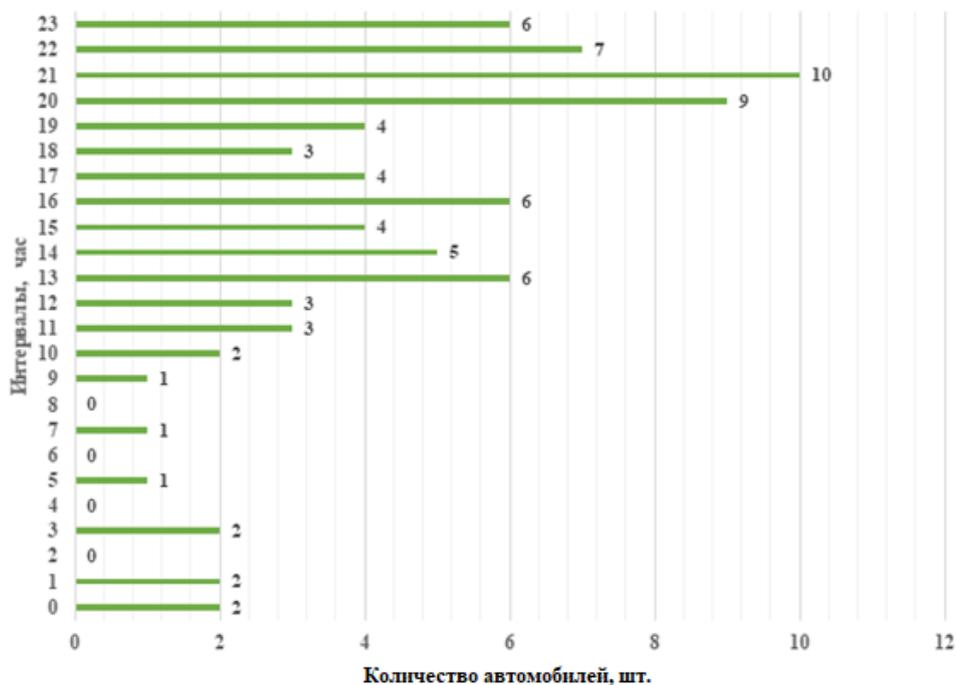
- время прибытия;
- интервал между автомобилями;
- время отправления;
- время, проведенное на терминале;

– количество автомобилей в интервале каждого часа суток;

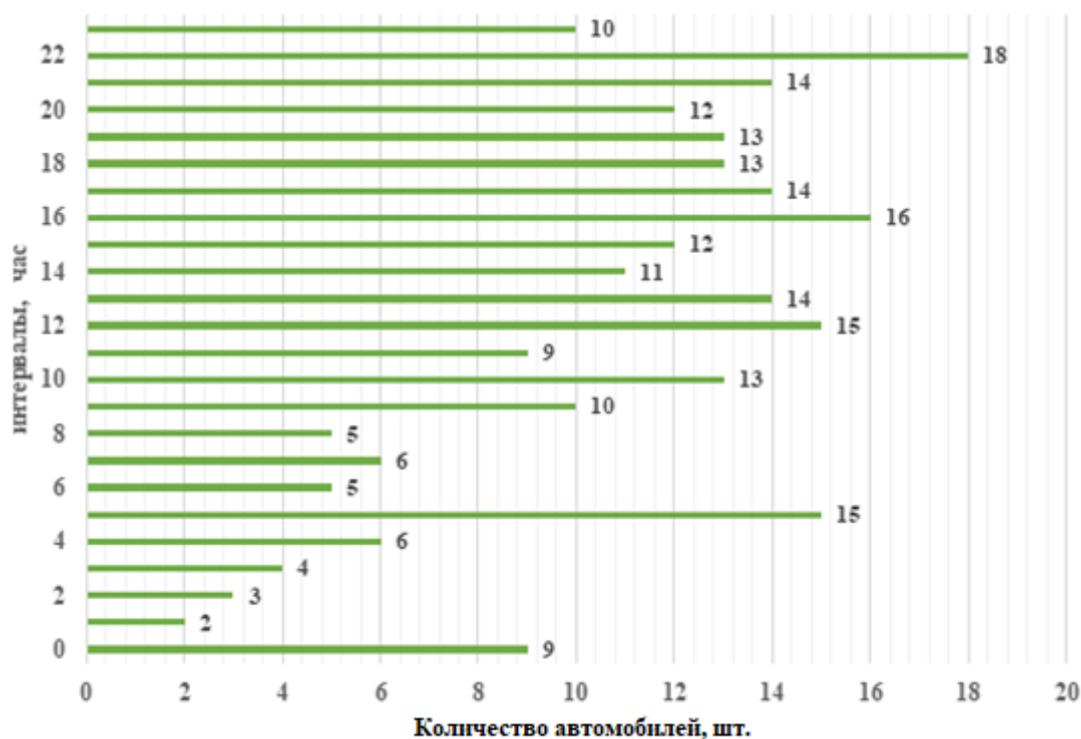
– количество двояных операций (автомобиль разгружает контейнер и сразу едет грузить новый).

Данные для анализа взяты из журнала охраны.

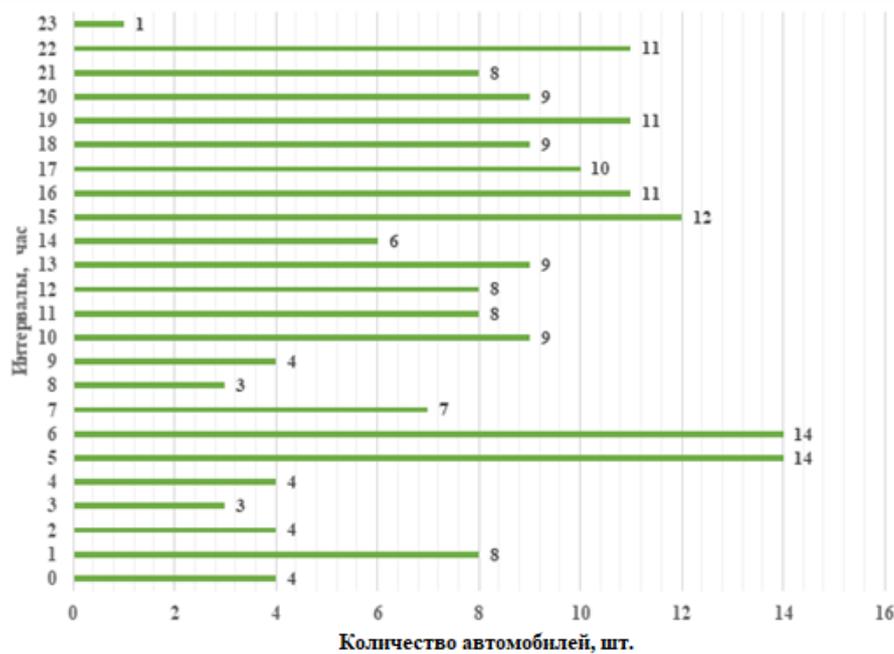
Для наглядного сравнения распределение автомобилей по суточным интервалам отображено на диаграммах (рис. 4).



а



б



6

Рис. 4. Распределение автомобилей по суточным интервалам в соответствии с объемами работ:

a – минимальные объемы; *b* – максимальные объемы; *c* – средние объемы

Fig. 4. Distribution of vehicles by daily intervals in accordance with the scope of work:

a – minimum volumes; *b* – maximum volumes; *c* – average volumes

Из диаграмм видно, что распределение автомобилей неравномерное и носит случайный характер.

Также с помощью наружных камер видеонаблюдения был проведен анализ движения автотранспорта в течение рабочего дня. За временные маркеры были взяты:

- время прибытия автомобиля на терминал;
- начало движения после всех процедур оформления;
- прибытие к пункту погрузки/разгрузки;
- начало погрузки/разгрузки;
- окончание погрузки/разгрузки;
- прибытие на контрольно-пропускной пункт (КПП) после погрузки/разгрузки;
- выезд с терминала.

Для наглядности на рис. 5 представлен график задержки по времени на все операции с автомобилем.

На данном графике видно, что транспорт дольше всего стоит на парковке в ожидании оформления, в которое также заложено время на ожидание очереди на автостоянке.

На основании суточных интервалов прибытия в программе AnyLogic была создана модель работы терминала для средних значений

прибытия автотранспорта, представленная на рис. 6 [16].

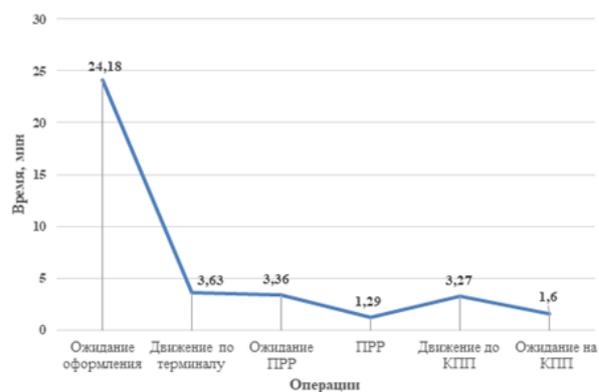


Рис. 5. Распределение времени на операции с автотранспортом

Fig. 5. Distribution of time for operations with vehicles

Все операции выполнял агент-фура.

Вначале каждый автомобиль прибывает на парковку (блоки «Прибытие» и «Парковка») и переходят в режим «Ожидание на парковке», в который входит оформление перевозочных документов и проверка приемосдатчиком груза и багажа и составляет по времени 10–20 мин. [17, 18].

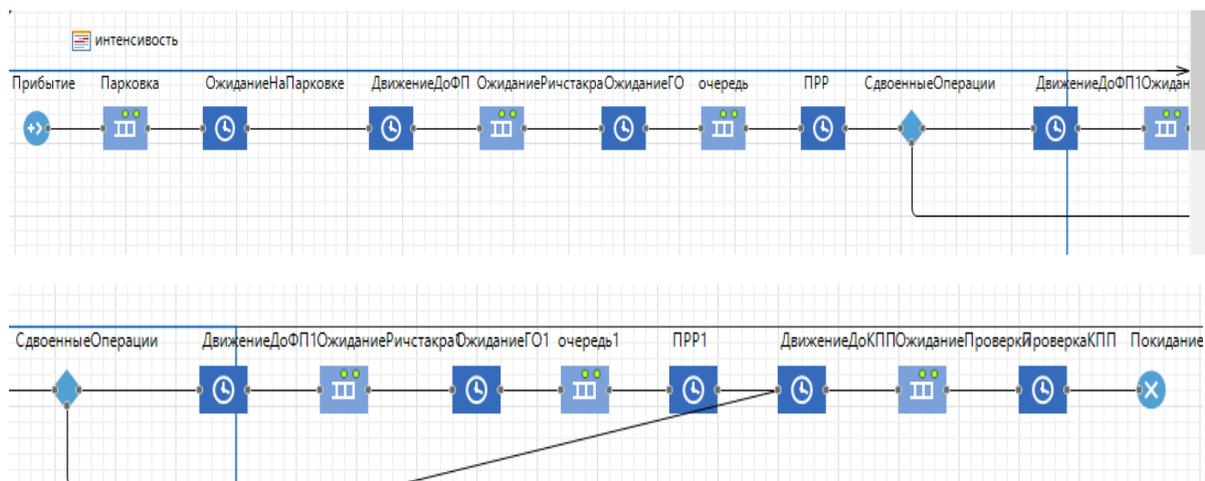


Рис. 6. Имитационная модель работы терминала для средних значений прибытия автотранспорта
Fig. 6. Simulation model of the terminal operation for the average values of the vehicle arrival

После оформления автомобиль движется до пункта ПРР (блок «Движение до ФП»), что по времени составляет до 10 мин.

Далее идут операции «Ожидание ричстакера» (формируется с помощью блока «очередь» по числу одновременно работающих ричстакеров, обычно их три) и «Ожидание ГО» – ожидание грузовой операции (время на ожидание ричстакера 1–10 мин.).

Блок «очередь» является вспомогательным для нормальной работы модели [19, 20].

Затем поток автомобилей разделяется: часть движется на КПП, вторая часть отправляется на повторную загрузку.

Блок двоянных операций повторяет пять предыдущих блоков.

«Движение до КПП» составляет по времени до 10 мин., «Ожидание проверки» и «Проверка КПП» подразумевают проверку на КПП (выполняется примерно по пять автомобилей по времени до 5 мин.), после чего маши-

ны покидают терминал.

Результаты работы модели за день с максимальным прибытием автотранспорта приведены на рис. 7.

По рис. 7 видно, что после события «Прибытие на контейнерный терминал» автомобиль не смог переместиться на парковку, так как она была переполнена. Тот же результат можно наблюдать в работе модели при минимальных и средних значениях. Ввиду того, что терминал планирует наращивать размеры прибытия автомобилей, можно предположить, что занятость парковки будет лимитироваться в осуществлении технологических операций.

Заключение

Существующая схема движения автотранспорта на терминале и наличие одной парковки при имеющихся объемах не являются оптимальным решением, исключая или сокращающим ожидание автотранспортом опе-

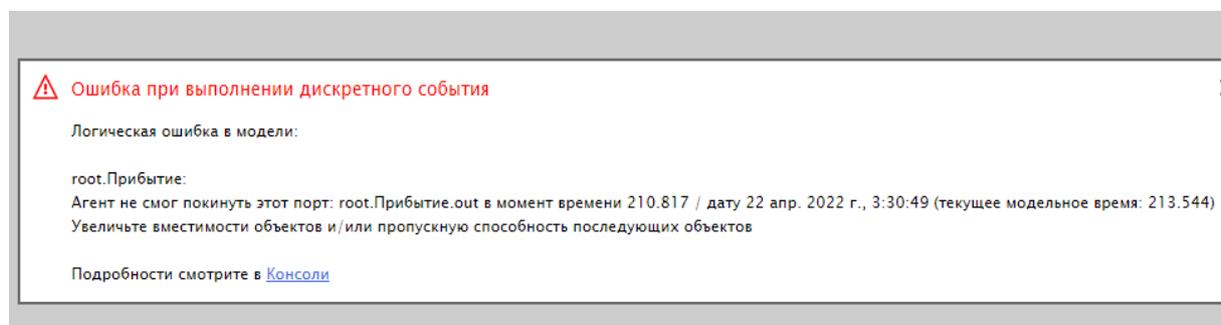


Рис. 7. Результат работы модели при максимальных значениях прибытия автотранспорта
Fig. 7. The result of the model operation at the maximum values of the vehicle arrival

раций. Следовательно, для нормального функционирования терминала и уменьшения времени ожидания целесообразно добавить еще одну парковку и изменить маршруты движения автотранспорта внутри терминала.

Список литературы

1. Алешина А. Контейнеризация в России переживает эпоху развития // РЖД-Партнер.Ру : сайт. URL : <https://www.rzd-partner.ru/logistics/interview/konteynerizatsiya-v-rossii-perezhivaet-epokhu-razvitiya> (Дата обращения 15.09.2023).
2. Покровская О.Д. Комплексная оценка транспортно-складских систем // Железнодорожный транспорт. 2019. № 7. С. 26–32.
3. Гришкова Д.Ю. Анализ транспортно-логистической инфраструктуры Новосибирской области // Глобальная экономика в XXI веке: роль биотехнологий и цифровых технологий : сб. науч. ст. по итогам работы второго круглого стола с междунар. участием. М., 2020. С. 170–172.
4. Покровская О.Д. Принципы реализации комплексных транспортно-логистических услуг на железнодорожном транспорте и требования к ним // Изв. Петербург. ун-та путей сообщ. 2020. Т. 17. № 3. С. 288–303.
5. Покровская О.Д. Логистический накопительно-распределительный центр как инфраструктурная основа международных транспортных коридоров // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2013. № 12-1. С. 118–121.
6. Формирование узловых мультимодальных транспортно-логистических центров / С.Э. Ольховиков, Е.А. Петренева, И.Н. Кагадий и др. // Вестн. Ростов. гос. ун-та путей сообщ. 2023. № 1 (89). С. 106–118.
7. Прокофьева Т.А., Ювица В.Н. Создание опорной сети логистических центров на основных направлениях товародвижения в системе международных транспортных коридоров // Транспорт: наука, техника, управление. 2007. № 8. С. 62–65.
8. Sgouridis S., Markis D., Angelides D. Simulation Analysis for Midterm Yard Planning in Container Terminal // Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering. 2003. Vol. 129. Iss. 4. P. 178–187. DOI 10.1061/(ASCE)0733-950X(2003)129:4(178).
9. Оленевич В.А., Зюванова А.О., Ефимов В.О. Совершенствование организации работы системы контейнерных терминалов железнодорожного транспорта // Байкальская наука: идеи, инновации, инвестиции : сб. ст. по материалам всерос. науч.-практ. конф. Иркутск, 2022. Т. 2. С. 158–163.
10. Гришкова Д.Ю. Определение перерабатывающей способности терминала при различных условиях работы // Заметки ученого. 2021. № 1. С. 30–34.
11. Орехова А.Е., Гришкова Д.Ю. Разработка стратегий в сфере логистики // Развитие науки и практики в глобально меняющемся мире в условиях рисков : сб. материалов XIV Междунар. науч.-практ. конф. М., 2022. С. 502–509.
12. Седашкин А.Д. Управление качеством продукции на основе статистического моделирования процесса расчета выборок // Наука и молодежь : XIX Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Барнаул, 2022. Т. 1. Ч. 1. С. 53–54.
13. Гришкова Д.Ю., Тельнов Н.А. Использование инструментариев и методов бережливого производства в грузовой и коммерческой работе. Опыт внедрения в ОАО «РЖД» и на других видах транспорта // Вызовы глобализации и развития цифрового общества в условиях новой реальности : сб. тр. VI Междунар. науч.-практ. конф. М., 2023. С. 59–66.
14. Нижегородцев Р.М. Обобщенная диаграмма Исикавы как инструмент факторного анализа // Друкерровский вестник. 2017. № 6 (20). С. 15–24.
15. Гришкова Д.Ю., Тесленко И.О. Бережливое производство как основа повышения производительности труда // Сб. науч. тр. Донецк. ин-та ж.-д. трансп. 2018. № 51. С. 45–52.
16. Кузнецов А.Л., Кириченко А.В., Щербакова-Слюсаренко В.Н. Бенчмаркинговые показатели в технологическом проектировании контейнерных терминалов // Вестн. гос. ун-та морск. и речн. флота им. адмирала С.О. Макарова. 2018. Т. 10. № 1. С. 7–19.
17. Кузнецов А.Л., Козлова Е.Ю. Сравнение различных методик оценки требуемой вместимости склада при технологическом проектировании контейнерных терминалов // Эксплуатация морского транспорта. 2008. № 4 (54). С. 9–14.
18. Король Р.Г. Имитационное моделирование пропускной способности автомобильного пограничного перехода «Кани-Курган (РФ) – Хэйхэ (КНР)» // Вестн. Москов. автомобильно-дорожн. гос. техн. ун-та (МАДИ). 2023. № 1 (72). С. 42–49.
19. Джиоев А.З. Инновации в системах управления контейнерными терминалами // Системный анализ и логистика. 2013. № 10. С. 4–8.
20. Нургалиев Е.Р. Имитационное моделирование технико-технологических параметров автомобильных перевозок в логистической цепи // Актуальные направления научных исследований XXI века : теория и практика. 2016. Т. 4. № 5-3 (25-3). С. 320–325.

References

1. Konteynerizatsiya v Rossii perezhivaet epokhu razvitiya (elektronnyi resurs) [Containerization in Russia is experiencing an era of development (electronic resource)]. Available at: <https://www.rzd-partner.ru/logistics/interview/konteynerizatsiya-v-rossii-perezhivaet-epokhu-razvitiya/> (Accessed September 15, 2023).
2. Pokrovskaya O.D. Kompleksnaya otsenka transportno-skladskikh sistem [Comprehensive assessment of transport and storage systems]. *Zheleznodorozhnyi transport* [Railway transport], 2019, no. 7, pp. 26–32.
3. Grishkova D.Yu. Analiz transportno-logisticheskoi infrastruktury Novosibirskoi oblasti [Analysis of the transport and logistics infrastructure of the Novosibirsk region]. *Sbornik nauchnykh statei po itogam raboty vtorogo kruglogo stola s mezhdunarodnym uchastiem* [Collection of scientific articles on the results of the second round table with international participation]. Moscow, 2020. P. 170–172.

narodnym uchastiem «Global'naya ekonomika v XXI veke: rol' biotekhnologii i tsifrovyykh tekhnologii» [Proceedings of scientific articles based on the results of the second round table with international participation «The Global Economy in the XXI century: the role of biotechnologies and digital technologies»]. Moscow, 2020, pp. 170 – 172.

4. Pokrovskaya O.D. Printsipy realizatsii kompleksnykh transportno-logisticheskikh uslug na zheleznodorozhnom transporte i trebovaniya k nim [Principles of implementation of complex transport and logistics services on railway transport and requirements for them]. *Izvestiya Peterburgskogo universiteta putei soobshcheniya* [Bulletins of the Saint Petersburg State Transport University], 2020, vol. 17, no. 3, pp. 288–303.

5. Pokrovskaya O.D. Logisticheskii nakopitel'no-raspredelitel'nyi tsentr kak infrastruktural'naya osnova mezhdunarodnykh transportnykh koridorov [Logistics storage and distribution center as the infrastructural basis of international transport corridors]. *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk* [Actual problems of humanities and natural sciences], 2013, no. 12-1, pp. 118–121.

6. Ol'khovikov S.E., Petreneva E.A., Kagadii I.N., Sherstobitova O.B. Formirovanie uzlovykh mul'timodal'nykh transportno-logisticheskikh tse ntrov [Formation of nodal multimodal transport and logistics centers]. *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putei soobshcheniya* [Bulletin of the Rostov State Transport University], 2023, no. 1(89), pp. 106–118.

7. Prokof'eva T.A., Yuvitsa V.N. Sozdanie opornoj seti logisticheskikh tse ntrov na osnovnykh napravleniyakh tovarodvizheniya v sisteme mezhdunarodnykh transportnykh koridorov [Creation of a support network of logistics centers in the main directions of goods movement in the system of international transport corridors]. *Transport: nauka, tekhnika, upravlenie. Nauchnyi informatsionnyi sbornik* [Transport: science, technology, management. Scientific Information Proceedings]. 2007, no. 8, pp. 62–65.

8. Sgouridis S., Markis D., Angelides D. Simulation Analysis for Midterm Yard Planning in Container Terminal. *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering*, 2003, vol. 129, iss. 4, pp. 178–187.

9. Olentsevich V.A., Zyuvanova A.O., Efimov V.O. Sovershenstvovanie organizatsii raboty sistemy konteynernykh terminalov zheleznodorozhnogo transporta [Improving the organization of the railway container terminal system]. *Sbornik statei po materialam vsrossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Baikal'skaya nauka: idei, innovatsii, investitsii»* [Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference «Baikal science: ideas, innovations, investments»]. Irkutsk, 2022, vol. 2, pp. 158–163.

10. Grishkova D.Yu. Opredelenie pererabatyvayushchei sposobnosti terminala pri razlichnykh usloviyakh raboty [Determination of the processing capacity of the terminal under various operating conditions]. *Zametki uchenogo* [Notes of the scientist], 2021, no. 1, pp. 30–34.

11. Orekhova A.E., Grishkova D.Yu. Razrabotka strategii v sfere logistiki [Development of strategies in the field of logistics]. *Sbornik materialov XIV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Razvitie nauki i praktiki v global'no menyayushchimsya mire v usloviyakh riskov»* [Proceedings of the XIV International Scientific and Practical Conference «Development of science and practice in a globally changing world under risk conditions»]. Moscow, 2022, pp. 502–509.

12. Sedashkin A.D. Upravlenie kachestvom produktsii na osnove statisticheskogo modelirovaniya protsessa rascheta vyborok [Product quality management based on statistical modeling of the sample calculation process]. *XIX Vserossiiskaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya studentov, aspirantov i molodykh uchennykh «Nauka i molodezh'»* [Proceedings of the XIX All-Russian Scientific and Technical Conference of Students, Ph.D. students and Young Scientists «Science and youth»]. Barnaul, 2022, vol. 1, part 1, pp. 53–54.

13. Grishkova D.Yu., Tel'nov N.A. Ispol'zovanie instrumentariyev i metodov berezhlivogo proizvodstva v gruzovoi i kommercheskoi rabote. Opyt vnedreniya v OAO «RZhD» i na drugikh vidakh transporta [The use of lean production tools and methods in cargo and commercial work. The experience of implementation in JSC «Russian Railways» and other types of transport]. *Sbornik trudov VI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Vyzovy globalizatsii i razvitiya tsifrovogo obshchestva v usloviyakh novoi real'nosti»* [Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference «Challenges of globalization and development of digital society in a new reality»]. Moscow, 2023, pp. 59–66.

14. Nizhegorodtsev R.M. Obobshchennaya diagramma Isikavy kak instrument faktornogo analiza [Generalized Ishikawa diagram as a factor analysis tool]. *Drukerovskii vestnik* [Drucker's Bulletin], 2017, no. 6 (20), pp. 15–24.

15. Grishkova D.Yu., Teslenko I.O. Berezhlivoe proizvodstvo kak osnova povysheniya proizvoditel'nosti truda [Lean manufacturing as a basis for increasing labor productivity]. *Sbornik nauchnykh trudov Donetskogo instituta zheleznodorozhnogo transporta* [Proceedings of the Donetsk Institute of Railway Transport], 2018, no. 51, pp. 45–52.

16. Kuznetsov A.L., Kirichenko A.V., Shcherbakova-Slyusarenko V.N. Benchmarkingovy pokazateli v tekhnologicheskoy proektirovani konteynernykh terminalov [Benchmarking indicators in technological design of container terminals]. *Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota im. Admirala S.O. Makarova* [Bulletin of the State University of the Sea and River Fleet named after Admiral S.O. Makarov], 2018, vol. 10, no. 1, pp. 7–19.

17. Kuznetsov A.L., Kozlova E.Yu. Sravnenie razlichnykh metodik otsenki trebuemoi vmestimosti sklada pri tekhnologicheskoy proektirovani konteynernykh terminalov [Comparison of various methods for estimating the required storage capacity in the technological design of container terminals]. *Ekspluatatsiya morskogo transporta* [Operation of marine transport], 2008, no. 4 (54), pp. 9–14.

18. Korol' R.G. Imitatsionnoe modelirovanie propusknoi sposobnosti avtomobil'nogo pogranichnogo perekhoda «Kani-Kurgan (RF) – Kheikhe (KNR)» [Simulation modeling of the capacity of the automobile border crossing «Kani-Kurgan (RF) – Heihe (PRC)»]. *Vestnik Moskovskogo avtomobil'no-dorozhnogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (MADI)* [Bulletin of the Moscow Automobile and Road State Technical University (MARI)], 2023, no. 1 (72), pp. 42–49.

19. Dzhoiev A.Z. Innovatsii v sistemakh upravleniya konteynernymi terminalami [Innovations in container terminal management systems]. *Sistemnyi analiz i logistika* [System analysis and logistics], 2013, no. 10, pp. 4–8.

20. Nurgaliev E.R. Imitatsionnoe modelirovanie tekhniko-tekhnologicheskikh parametrov avtomobil'nykh perevozok v

logisticheskoi tsepi [Simulation modeling of technical and technological parameters of road transport in the logistics chain]. *Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika* [Actual directions of scientific research of the XXI century: theory and practice], 2016, vol. 4, no. 5-3 (25-3), pp. 320–325.

Информация об авторах

Гришкова Диана Юрьевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры логистики, коммерческой работы и подвижного состава, Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск; e-mail: raigas@inbox.ru.

Information about the authors

Diana Yu. Grishkova, Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Logistics, Commercial Work and Rolling Stock, Siberian Transport University, Novosibirsk; e-mail: raigas@inbox.ru.