

Проблемные позиции данных гипотез представляются принципиально важными для получения корректных образов немасштабных схем станций из цифровых масштабных планов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Головнич, А. К. Объекты железнодорожных станций на цифровых масштабных планах : [монография] / А. К. Головнич. – Гомель : БелГУТ, 2011. – 340 с.

2 Правдин, Н. В. Основы автоматизации проектирования железнодорожных станций : [монография] / Н. В. Правдин, А. К. Головнич, С. П. Вакуленко. – М. : Маршрут, 2004. – 400 с.

3 Переплавченко, Е. М. Способы топологической реконструкции немасштабных схем путевого развития станций / Е. М. Переплавченко // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов : междунар. сб. науч. тр.; редкол.: А. К. Головнич (гл. ред.) [и др.]. – Гомель : БелГУТ, 2022. – Вып. 4. – С. 180–184.

Е. М. PEREPLAVTSHENKO

PROBLEM POSITIONS OF TRANSFORMATION THE SCALE PLAN OF RAILWAY STATION

The key problems arising at the decision of a task reconstruction the unscale circuit on the digital prototype of the scale plan of railway station are considered.

Получено 18.10.2023

**ISSN 2664-5025. Проблемы перспективного развития
железнодорожных станций и узлов. Вып. 5. Гомель, 2023**

УДК 656.073.235

В. Г. ПИЩИК

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель
uladzislau.pishchic@gmail.com*

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЗОНИРОВАНИЯ КОНТЕЙНЕРНОГО ТЕРМИНАЛА ПО СТЕПЕНИ НАДЕЖНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕПОЧКИ ОБРАБОТКИ КОНТЕЙНЕРПОТОКА

Рассматриваются варианты зонного секционирования контейнерного терминала типа «сухой порт». Приведены отличительные черты в приоритетности поставленных задач для морских терминалов и типа «сухой порт». Предложена методика зонного секционирования контейнерного терминала по степени надежности прогнозирования технологической цепочки обработки, которая позволит реализовать технологию обработки, основанную на модели теории массового обслуживания «LIFO».

Одним из вариантов сокращения транспортно-перегрузочных операций является зонное секционирование контейнерного терминала, которое позволит рационально распределить контейнеры по зонам в зависимости от уровня надежности прогнозирования технологической цепочки. Такой подход позволит полностью исключить установку блокирующих контейнеров и излишнюю перестановку, не связанную с технологически обусловленной цепочкой. Зонное секционирование предлагается для терминалов типа «сухой порт» и терминалов, обслуживающих мультимодальные перевозки автомобильным и железнодорожным транспортом.

Задача по зонному секционированию контейнерного терминала должна быть решена превентивно, с учетом этапа активного строительства и развития технического оснащения терминальной системы, с учетом объемов перевозок и потребности в перерабатывающей способности контейнерных терминалов.

В современных источниках представлено достаточное количество вариантов и методов для оптимизации размещения контейнеров на территории терминала. Рассмотрим некоторые разработки в этой сфере отечественных и зарубежных исследователей.

Современными авторами предлагаются различные виды планировок контейнерных терминалов. К примеру, Д. С. Хасановым [1] произведен сравнительный анализ планировок контейнерных терминалов. Новые виды планировок рассматриваются с позиций меньших затрат площади и обеспечения более быстрой, дешевой и эффективной передачи контейнеров.

Методом оптимизации размещения контейнеров на территории терминала посвящен ряд статей. В. А. Гай и Д. В. Малахов [2] рассматривают варианты размещения контейнеров на территориях терминалов, отличных от «прямоугольного типа». В предлагаемом методе в интерактивном режиме строится несколько вариантов размещения контейнеров, затем для каждого варианта подсчитываются транспортная работа и общее количество контейнеров первого яруса. Эти показатели в комплексе являются критериями выбора оптимального размещения штабелей контейнеров. В. С. Хлебодоров [3] анализирует эффективность применения различных вариантов оснащения контейнерных терминалов. Методы динамического обслуживания очередей установки и изъятия контейнеров на участке склада, алгоритма приоритетного обслуживания очередей, а также динамического алгоритма планирования обработки контейнеров на складе временного хранения рассмотрены в статье Е. В. Нужнова и Д. С. Юрко [4]. Реализация предлагаемого авторами механизма обслуживания очередей обеспечивает приоритетное освобождение участка склада, а также дает дополнительные возможности оптимизации процесса установки контейнеров на нем. В. А. Рягина [5] и соавторы предлагают прототип автоматизированной системы для размещения контейнеров. Предложенный способ размещения контейнеров на площадке основан на дате вывоза контейнера.

Одним из эффективных методов совершенствования технологии обработки интермодальных единиц является зонирование контейнерного терминала. К примеру, в статье А. А. Янченко [6] на основе изучения современных логистических процессов контейнерного терминала, характеризующихся динамической изменчивостью и необходимостью учета разнородных параметров, представлен процесс построения модели переработки импортных контейнерных грузопотоков с использованием зонирования контейнерного терминала. В результате выполненного исследования была разработана блок-схема переработки импортного контейнерного потока с применением технологии зонирования терминала в технологическом процессе в виде системы массового обслуживания. Кекиш Н. А. [7] выдвинута гипотеза, что переход к обработке единого типа грузовых единиц приведет к функциональному зонированию терминалов по принципу технологического этапа обработки контейнера. Предлагаемый вариант сегментирования территории терминала основывается на соблюдении логической последовательности операций и рационализации складской логистики по перемещению контейнеров в процессе их обработки.

Методы снижения стоимости и сроков обработки на территории контейнерного терминала при использовании автоматизации оперативного управления контейнерами приведены в статье П. А. Аркина [8] и соавторов. Основной задачей системы является автоматизация оперативного управления операциями с контейнерами. Предлагаемые методы призваны увеличить скорость прохождения контейнеров через терминал, скорость приема и обработки заявок, а также повысить качество обслуживания клиентов. В. В. Малая, Н. А. Дубинина [9] описывают системы управления контейнерными терминалами как системы автоматизированных решений, охватывающие процессы приема, хранения, обработки и отгрузки контейнеров на контейнерном терминале. Основной задачей таких систем, по мнению авторов, является автоматизация оперативного управления операциями с контейнерами, позволяющая снизить стоимость и сроки их обработки на территории контейнерного терминала.

Проблема тупиковых ситуаций при использовании AGV для транспортировки контейнеров поднимается в статье К. Х. Ким [10]. Для ее решения предлагаются метод графического представления расписания и таблица приоритетов. Расписание предназначено для резервирования маршрутов передвижения AGV, таблица приоритетов – для поддержания согласованности приоритетов между блоками условной сетки, с помощью которой выполнено разбиение терминала на определенные области. Показано, что согласованность приоритетов гарантирует отсутствие взаимоблокировок в расписаниях резервирования для AGV, пересекающих одну и ту же область в одно и то же время. Предложенный метод был апробирован в ходе имитационного моделирования.

В современной научной литературе предложено значительное количество вариантов и методов оптимизации размещения контейнеров. Наиболее перспективными представляются варианты с зонным секционированием терминала. Зонное секционирование базируется на разделении контейнеров на группы по определенным признакам. Цель зонного секционирования – совершенствование работы терминала за счет уменьшения числа излишних перестановок контейнеров и транспортно-перегрузочных операций.

Однако в большинстве источников зонное секционирование производится по виду технологической фазы транспортировки (прибытие, отправление), по признакам состояния (порожний, груженный), принадлежности (инвентарный, собственный, арендованный, принадлежащий другим владельцам). В итоге изолированное использование этих признаков как основы для зонирования терминала не гарантирует минимизацию транспортно-перегрузочных операций и реализацию принципов теории массового обслуживания.

Необходимо отметить, что для решения задачи опыт морских терминалов может быть использован в неполной мере из-за следующих различий:

- различия в приоритетности задач. На морских терминалах и терминалах типа «сухой порт» присутствует разная приоритетность выполняемых задач в технологии работы. В условиях избыточности транспортно-перегрузочных механизмов на морских терминалах приоритетным является решение задачи максимального сокращения времени простоя морского судна за счет параллельности операций при использовании как можно большего числа механизмов. В условиях сокращения затрат на терминальную обработку на железнодорожном транспорте приоритетным является решение задачи рационального использования оптимального количества механизмов;

- различия в технологии обработки. На морском транспорте преобладает технология двояких операций, когда при выгрузке судна идет его последовательно-параллельная погрузка. В случае с железнодорожным существует три теоретически равновероятных схемы обработки: 1) подача порожнего состава под погрузку с последующим отправлением груженных вагонов; 2) подача груженого состава под выгрузку с последующим отправлением порожних вагонов; 3) подача груженого состава под выгрузку с последующей погрузкой (выполнение двояких операций);

- различия в технологии расстановки контейнеров на транспортных средствах. При погрузке на прямой контейнерный поезд порядок расстановки контейнеров на вагонах зависит только от массовых характеристик и типоразмера контейнеров, т. е. порядок загрузки вагонов определяется нормативными требованиями по размещению и креплению. При погрузке контейнеров разных назначений порядок расстановки зависит и от дальнейшего пути следования, т. е. порядок расстановки определяется еще одним дополнительным фактором. В случае с морским транспортом схемы

размещения намного более сложные за счет высокой ярусности погрузки и совершенно других требований по размещению и креплению контейнеров;

– различия во влиянии скорости переработки на терминале на оборот транспортных средств. Исходя из Положения по расчету технологических норм на выполнение погрузочно-разгрузочных работ с вагонами [11] продолжительность 1 контейнеро-операции занимает около 6 минут. Очевидно, что в общем обороте вагона при контейнерных перевозках время выполнения грузовых операций занимает малую долю. Можно сделать вывод, что сокращение времени, затрачиваемого на эти операции, несущественно влияет на сокращение оборота железнодорожного вагона. На морском транспорте продолжительность грузовых операций с учетом количества перерабатываемых контейнеров, присутствия дополнительных, подготовительных, заключительных операций, специфичных для морской перевозки, занимает заметное место в обороте судна.

Таким образом, можно сделать вывод, что различия в технологии контейнерной перевозки морским и железнодорожным транспортом являются достаточно существенными, что не позволяет без адаптации использовать накопленный опыт обработки контейнеров на морских терминалах. Для терминалов типа «сухой порт» и железнодорожно-автомобильных сухопутных терминалов требуется поиск новых решений по зонированию территории терминала.

Предлагаемое решение основывается на анализе технологической цепочки терминальной обработки контейнера. Все контейнеры, которые обращаются на терминале, можно подразделить на группы по степени надежности прогнозирования технологической цепочки их дальнейшей обработки (рисунок 1).



Рисунок 1 – Дифференциация контейнеров по группам по степени надежности прогнозирования технологической цепочки

Для группы А на основании всего функционала современных информационно-управляющих систем железнодорожного транспорта (САПОД, ИАС ПУГ ГП, АСУ ГС, АС СПП, АП «Месплан» и другие) теоретически возможна реализация системы массового обслуживания типа «LIFO», что позволяет избежать появления блокирующих контейнеров.

Для подгруппы А1 контейнеры можно размещать на терминале без дальнейшей перестановки, обладая информацией оперативного планирования из информационно-управляющих систем. В момент прибытия контейнеров на терминале присутствуют сведения о самом контейнере (из накладной в системе САПОД) и его оперативном планировании (из информационно-управляющих систем).

Для подгруппы Б1 уровень надежности прогнозирования снижен в связи с вероятностью отсутствия регулировочного задания на момент прибытия контейнера на терминал. Такие контейнеры могут быть предложены клиенту для ближайшей отправки, и при согласии клиента данная группа контейнеров может не попасть в регулировку. Информацию о потребности контейнеров можно узнать из учетных карточек клиента, однако поданная заявка может быть не выполнена клиентом.

Уровень надежности прогнозирования подгруппы Б2 понижается в связи с отсутствием информации о результатах ремонта, его продолжительности и дальнейшем пути следования (дальнейший переход контейнеров в регулировку либо под погрузку на станции). В качестве источника информации выступает ремонтное подразделение, выполняющее ремонт, а также стандартная технология выполнения ремонта, ограниченная ремонтными нормами.

Для подгруппы Б3 уровень надежности прогнозирования снижается в связи с отсутствием информации о продолжительности выполнения операции, так как очистка может выполняться силами нанятых контрагентов. Как и в случае с порожними контейнерами, принятыми в ремонт, у данной группы отсутствует информация о дальнейшем пути следования контейнера.

Последовательность обработки контейнеров, относящихся к подгруппе В1 трудно спрогнозировать в связи с отсутствием гарантий выдачи в установленное время по ряду причин (отказ клиента от получения груза, задержка оформления документов на выдачу груза, проведение дополнительных таможенных операций). Вышеперечисленные операции могут нарушить установленную последовательность обработки и привести к блокированию других контейнеров. Надежность прогнозирования в данной категории можно повысить путем создания системы «Электронная очередь».

Электронная очередь – это программно-аппаратный комплекс, позволяющий формализовать и оптимизировать управление потоком посетителей. Основной целью данной автоматизации является равномерное и грамотное распределение рабочего времени сотрудников, уменьшение ожидания клиентов, улучшение планирования подачи на станцию. С переходом

на электронную очередь появится возможность составления графика подач. Каждый клиент сможет записаться в любое удобное, свободное для него время. Технология работы клиента с электронной очередью отражена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Алгоритм работы клиента с функцией «Электронная очередь»

Основным преимуществом электронной очереди является оптимизация рабочего времени. Появляется возможность перехода на 8-часовой рабочий день вместо круглосуточных смен или 12-часового рабочего дня, экономии на фонде заработной платы, улучшения условий труда, повышения равномерности загрузки работников, оптимизации штата, увеличения уровня доверия среди клиентов, проведения онлайн-мониторинга для быстрого устранения непредвиденных ситуаций.

Функция «Электронная очередь», основываясь на полученных заявках, позволит формировать план оптимальной расстановки контейнеров на терминале путем фиксации прибытия контейнера на станцию до расформирования и фактического прибытия на терминал. Для формирования этого плана прибытие контейнера должно быть зафиксировано в электронной очереди в момент прибытия на станцию до расформирования и фактического прибытия на терминал, чтобы клиент мог занять свое место в электронной очереди, с указанием срока и способа вывоза груза.

К подгруппе В1 можно отнести избыток порожних контейнеров на терминале. Такие контейнеры не включены в регулировочное задание и не предназначены для отправки в рассматриваемый промежуток времени. В данную группу могут быть отнесены собственные порожние контейнеры сторонних владельцев, которые хранятся на терминале по договору.

Для контейнеров подгруппы В3 установлен низкий уровень прогнозирования в связи с отсутствием информации о намерениях оператора в периоде прогнозирования. Все операции с такими контейнерами выполняются в оперативном режиме по запросу клиента без предварительного информиро-

вания о номерах конкретных контейнеров, с которыми в прогнозируемом периоде будут выполняться перестановки.

В зависимости от выделенных групп контейнеров по уровню надежности прогнозирования технологической цепочки обработки предлагается секционирование транспортного терминала на зоны хранения контейнеров. Перед распределением контейнеров по зонам хранения необходимо определить его группу по уровню прогнозирования.

При постановке задачи сокращения транспортно-перегрузочных операций для зон Б и В возможно предусмотреть нестандартный технический и технологический метод хранения, который позволит выполнить забор контейнера из любого яруса без перестановки. Такой способ исключает излишнюю перестановку контейнеров, предоставляя доступ к любому контейнеру в необходимый момент, что повысит эффективность работы терминала.

В отличие от существующей технологии обработки, в которой контейнеры подразделяются по технологическому признаку, стадии обработки, применение принципа зонирования контейнерного терминала по степени надежности прогнозирования технологической цепочки обработки позволит значительно снизить количество транспортно-перегрузочных операций и блокирующих контейнеров, потому что этот принцип учитывает реализацию технологии обработки, которая основана на модели теории массового обслуживания «LIFO».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 *Хасанов, Д. С.* Планировка контейнерного терминала / Д. С. Хасанов // Региональная информатика : материалы 18-й Санкт-Петербургской науч. конф, Санкт-Петербург, 26–28 октября 2022 г. – СПб., 2022. – С. 286–288.

2 *Гай, В. А.* Метод оптимизации размещения контейнеров на сложных территориях / В. А. Гай, Д. В. Малахов // Логистика и управление цепями поставок. – 2012. – № 1. – С. 56–59.

3 *Хлебородов, В. С.* Анализ эффективности существующих систем организации контейнерных терминалов при использовании различного транспортно-грузового оборудования / В. С. Хлебородов, С. Н. Корнилов // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2012. – № 1. – С. 238–251.

4 *Нужнов, Е. В.* Динамическое планирование распределения контейнеров по участкам склада временного хранения в транзитном терминале / Е. В. Нужнов, Д. С. Юрко // Информатика, вычислительная техника и инженерное образование. – 2015. – № 4. – С. 54–59.

5 *Рягина, В. А.* Прототип автоматизированной системы размещения контейнеров / В. А. Рягина, Е. А. Труфанов, Н. В. Власов // Молодая наука Сибири. – 2023. – № 2. – С. 80–93.

6 *Янченко, А. А.* Разработка модели исследования влияния зонирования контейнерного терминала на эффективность его работы / А. А. Янченко, Т. Е. Маликова, И. Н. Вольнов // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова. – 2017. – № 4. – С. 704–713.

7 *Кекиш, Н. А.* Изменение пространственной организации железнодорожных

терминалов и технического обеспечения терминальной инфраструктуры в условиях роста контейнеризации грузопотока / Н. А. Кекиш // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов : междунар. сб. науч. тр. / редкол. А. К. Головинич (гл. ред.) [и др.]. – Гомель : БелГУТ, 3032. – Вып. 4. – С. 137–148.

8 Аркин, П. А. Логистика современных систем управления контейнерным терминалом / П. А. Аркин, М. Ю. Васильев, И. Ю. Крылова // Известия Санкт-Петербургского государственного технического института. – 2008. – № 3. – С. 94–97.

9 Малая, В. В. Анализ систем управления контейнерными терминалами / В. В. Малая, Н. А. Дубинина // Вестник магистратуры. – 2014. – № 6. – С. 112–114.

10 Kim, K. H. Deadlock prevention for automated guided vehicles in automated container terminals / К. Н. Kim, SU. M. Jeon, K. R. Ryu // OR Spectrum. – 2006. – No. 4. – P. 659–679.

11 Положение по расчету технологических норм на выполнение погрузочно-разгрузочных работ с вагонами : приказ М-ва трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь от 23.12.2012 № 99 – Ц.

V. G. PISHCHIC

THEORETICAL FOUNDATION OF CONTAINER TERMINAL ZONING ACCORDING TO THE DEGREE OF RELIABILITY OF FORECASTING THE TECHNOLOGICAL PROCESSING CHAIN OF CONTAINER FLOW

Variants of zone partitioning of a container terminal of the "dry port" type are considered. The distinctive features in the priority of tasks for sea terminals and the "dry port" type are given. A method of zoning of a container terminal according to the degree of reliability of forecasting the technological sequence of actions is proposed, which will allow implementing a processing technology based on the "LIFO" queuing theory model.

Получено 17.11.2023

**ISSN 2664-5025. Проблемы перспективного развития
железнодорожных станций и узлов. Вып. 5. Гомель, 2023**

УДК 656.025 + 06

Н. А. РЕПЕШКО, И. А. КОЛОБОВ, Н. Р. ОСИПОВА, А. И. СТЕПОВАЯ
Ростовский государственный университет путей сообщения,
г. Ростов-на-Дону
Nar_75@mail.ru

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ И ПАССАЖИРОВ В ПУТИ СЛЕДОВАНИЯ

Исследуется влияние различных факторов на безопасность движения поездов и поездки пассажиров на железнодорожном, водном, автомобильном и воздушном транспорте. Отмечается важность использования профилактических мер, способных предупредить возникновение чрезвычайных ситуаций.