

8 Hao, Xiaoni. A study on the behavior of intercity travel mode selection in urban agglomerations based on the random coefficient Logit model / Xiaoni Hao, Wenhan Shi, Jianrong Liu // Traffic Information and Safety. – 2022 (5). – P. 139–146.

9 Li, Wan-wen. The influencing factors of travel mode choice in intercity tourism / Wan-wen Li, Yi-chi Liu // Integrated Transport. – 2022(10). – P. 24–29.

10 Fuli, Chen. Study on the characteristics of intercity travel behavior in urban agglomerations / Chen Fuli. Xi'an. – Chang'an University, 2010. – P. 6–15.

11 Li, Honghui. Analysis of Transportation Mode Choice Behavior of Residents in the Beijing Tianjin Hebei Urban Agglomeration for Intercity Travel / Honghui Li. Beijing. – Beijing Jiaotong University, 2020. – P. 5–12.

12 Shao, Chunfu. Principles of Urban Planning / Chunfu Shao. – Beijing : China Railway Press, 2014. – P. 182–196.

13 Fan, Yanlong. Research on the Passenger Transport Structure of Transportation Channels in China / Y. Fan. – Chang'an University, 2005. – P. 12–16.

*Л. КАННИ*

### **ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАССАЖИРОПОТОКА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ ГУАНЧЖОУ – ЧЖУХАЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЗАПРОСОВ ПАССАЖИРОВ**

Представлены результаты анкетного опроса пассажиров железнодорожного транспорта, курсирующего по маршруту Гуанчжоу – Чжухай с оценкой характеристик качества пассажирских перевозок на основании анализа сервисных функций Logit-модели, что позволяет изучить спрос на транспортные услуги при различных ценовых диапазонах по стоимости билета и тем самым найти наиболее эффективные и экономически целесообразные решения по обслуживанию пассажиров.

Получено 29.11.2023

---

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

---

УДК 656.225.073:656.064

*Н. А. КЕКИШ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель  
natalia.kekish@gmail.com*

### **ПРИНЦИПАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ МАССОВОГО КОНТЕЙНЕРПОТОКА НА ТЕРМИНАЛЬНО-СОРТИРОВОЧНОМ КОМПЛЕКСЕ**

Рассматривается один из аспектов потенциальной трансформации технологии перевозочного процесса при потенциальной массовой контейнеризации грузопотока – изменение технологии переработки вагонов на технических станциях. Показано, что в

условиях массовой контейнеризации возникает дуальность объекта переработки, в качестве которого может выступать как вагон, так и контейнер, за счет чего расширяется спектр возможных технологических решений по сортировке. Предлагается принципиально новая технология переработки массового контейнеропотока на инфраструктурной базе терминально-сортировочного комплекса. Общее описание предлагаемой технологии переработки контейнеропотока, приведенное в статье, включает принципиальное планировочное решение терминально-сортировочного комплекса, особенности применения на линиях с тепловозной и электровозной тягой, а также сравнительный анализ преимуществ по отношению к традиционной технологии горочной сортировки вагонов.

Контейнеризация перевозок на железнодорожном транспорте многими исследователями рассматривается как не более чем одна из удобных технологий транспортировки мелких и средних партий груза. В отношении интермодальных транспортных систем с участием железнодорожного транспорта эффект контейнеризации, как правило, сводится к классическим сравнительным преимуществам перевозки в контейнере: повышение сохранности груза, ускорение доставки за счет сокращения продолжительности грузовых операций в начально-конечных пунктах перевозки и в пунктах смены видов транспорта [1, 2]. В настоящее время контейнерная технология транспортировки интегрирована как частный случай в повагонную технологию. Хотя она и имеет некоторые особенности реализации, прежде всего в части терминальной обработки, в целом подчиняется общепринятым принципам организации перевозочного процесса. Планирование контейнерных перевозок осуществляется по тому же заявительному механизму, что и повагонных. План формирования ориентирован на включение в процесс поездобразования в качестве элементарных единиц вагонов с контейнерами и не опускается на уровень контейнеров. Существующие методики расчета плана формирования недостаточно учитывают влияние организации контейнеропотоков на систему организации вагонопотоков в целом [3]. Переработка транзитного контейнеропотока на технических станциях осуществляется как переработка вагонопотока без разъединения единицы подвижного состава и соответствующих комплектов контейнеров. Если же предусматривается сортировка именно контейнеров, то с точки зрения работы с вагонами процесс протекает по принципу работы с местным вагоном (прибытие – расформирование состава – подача вагонов с контейнерами на терминал – выгрузка – простой на терминале – погрузка на поданный вагон – уборка на техническую станцию – сортировка – включение в состав – отправление). Технология выполнения местной работы с контейнерами также базируется на развозе вагонов с контейнерами непосредственно до пункта назначения, т. е. используется тот же метод разграничения доли видов транспорта в интермодальной логистической цепи, что и для неконтейнеризируемых грузов.

Данный подход в целом можно считать оправданным при сравнительно небольшой доле контейнерных отправок в общем объеме. Однако при наблюдающемся сейчас устойчивом тренде к контейнеризации грузопотоков, поддерживаемом как со стороны перевозчиков, так и со стороны грузовладельцев, можно ожидать, что в определенный момент контейнеры перейдут в категорию приоритетного вида отправок. Массовая контейнеризация потребует изменения существующей парадигмы организации перевозочного процесса на железнодорожном транспорте во всех ее аспектах для максимально полной реализации преимуществ контейнерной технологии. В данной работе рассматривается один из таких аспектов потенциальной трансформации технологии перевозочного процесса – переработка вагонов на технических станциях.

Технологическая сущность переработки вагонопотока на технических станциях состоит в необходимости подбора в один состав вагонов общего назначения по плану формирования. Элементарной единицей состава является вагон. Для накопления на состав используются вагоны прибывших транзитных поездов и поездов, выполняющих местную работу. Подбор вагонов в состав поезда определенного назначения выполняется двумя основными методами: сортировкой прибывших в расформирование составов (через горку и вытяжные пути) или перецепкой групп. Следует отметить, что для формирования групп, с которыми на дальнейших станциях будет выполняться операция перецепки, тоже задействуются сортировочные устройства. Вагоны дальних маломощных струй вагонопотоков при такой системе проходят несколько последовательных сортировок, если не применяется групповой принцип формирования.

При преобладании маломощных струй в общей структуре вагонопотока данная технология поездообразования имеет множество недостатков: растут простои и затраты, связанные с переработкой вагонопотока, повышается риск повреждения вагонов и грузов в процессе выполнения сортировочной и маневровой работы. Однако без наличия достаточного объема вагонопотока на дальние назначения сократить потенциальное количество переработок можно только за счет отправления составов переменной величины, что далеко не всегда может быть экономически оправдано.

При контейнеризированном грузопотоке состав, состоящий только из вагонов с контейнерами, можно рассматривать в качестве совокупности как вагонов, так и находящихся на них контейнеров. Дуальность элементарной единицы системы поездообразования в этих условиях (вагон с контейнером / комплектом контейнеров общего назначения или каждый отдельный контейнер) требует изменения подхода к самому принципу сортировки. Задача по-

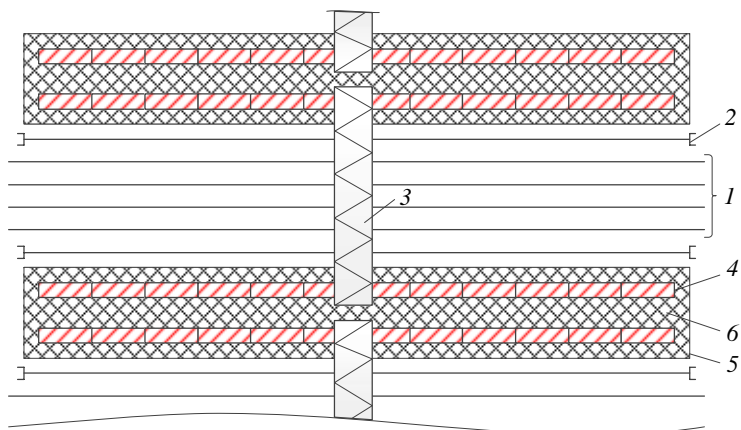
ездообразования состава своего формирования может быть сформулирована в нескольких постановках:

- 1) подбор вагонов одного назначения плана формирования;
- 2) подбор групп вагонов с комплектами контейнеров одного назначения плана формирования;
- 3) подбор комплекта контейнеров на весь состав одного назначения плана формирования.

Третья постановка задачи дает возможность использования интермодального характера контейнерной перевозки, а именно быстрого механизированного перемещения между разными транспортными средствами. Традиционно интермодальность понимается как взаимодействие различных видов транспорта, но в контексте переработки на технической станции тот же принцип может быть реализован и в отношении двух различных транспортных средств одного вида транспорта. Таким образом, если задача ездообразования ставится как задача формирования комплекта контейнеров общего назначения плана формирования, то арсенал методов переработки дополняется перегрузкой, которая для массово контейнеризированного грузопотока может выступать в качестве основной технологии формирования поездов.

Для реализации технологии переработки уже не только вагонопотока, но и контейнеропотока, необходим специальный терминально-сортировочный комплекс (ТСК), который представляет собой сочетание сортировочного парка и перегрузочного терминала, аналогичного по принципу работы перегрузочному терминалу в пунктах смены ширины колеи. На линиях с электрической тягой парк приема и отправления должны располагаться отдельно от ТСК, последовательно или параллельно по отношению к нему.

ТСК работает как динамическая система, в которой непрерывно идет процесс перемещения контейнеров между находящимися на путях составами и промежуточными площадками. Результатом этого процесса является комплектование вагонов каждого из поездов, планируемого к отправлению, набором контейнеров соответствующих назначений. При организации процесса перестановки должна использоваться система приоритетов и ограничений, которая позволит выполнить сортировку безопасно и экономически эффективно. Параметрами комплексного критерия эффективности в данном случае могут быть минимум выполняемых контейнеро-операций, минимум затрат на одну контейнеро-операцию, минимум контейнеро-часов и вагоно-часов простоя в сутки на ТСК и др. Принципиальная схема фрагмента ТСК, расположенного последовательно с парками приема и отправления, представлена на рисунке 1.



*Условные обозначения:*

- 1 – пути для обрабатываемых поездов; 2 – подкрановые пути; 3 – кран;  
 4 – место для постановки контейнеров; 5 – промежуточная площадка;  
 6 – технологический проезд

Рисунок 1 – Принципиальная схема терминально-сортировочного комплекса (фрагмент)

Перестановка контейнеров идет в обоих направлениях между составами и площадками (состав ⇄ состав, площадка ⇄ состав, площадка ⇄ площадка). Состав в ТСК является конечным пунктом перестановки контейнеров, площадка – промежуточным пунктом, на который контейнеры переставляются исходя из технологических соображений (невозможность прямой перестановки в один цикл из-за большого расстояния между начальным и конечным пунктами; необходимость освобождения вагона для операции перестановки с более высоким приоритетом, отсутствие на ТСК в данный момент состава, в который нужно переставить транзитный или местный контейнер). Если планом формирования и существующей технологией работы это предусмотрено, то в составах могут быть как груженные контейнерами, так и порожние вагоны.

В общем случае предполагается, что состав поезда в смысле количества вагонов на ТСК не изменяется, поэтому операции перецепки вагонов не производятся. При необходимости отцепки вагонов в связи с переломом массы / длины поездов на направлении на ТСК поступает первоначальный состав, контейнеры из отцепляемой хвостовой / головной части перегружаются на другой состав или промежуточную площадку, после чего вагоны отцепляются и убираются, состав закрепляется и процесс сортировки продолжается. Отцепка и прицепка порожних вагонов с связи с переломом массы / длины составов производится в парке прибытия.

ТСК как инфраструктурная основа для реализации технологии переработки контейнерных поездов методом перегрузки предполагает реализацию

совершенно новых принципов расчета потребности в путевом развитии и по сравнению с сортировочными парками, и по сравнению с грузовыми контейнерными терминалами, и по сравнению с перегрузочными комплексами в пунктах смены ширины колеи. На потребность в путевом развитии ТСК одновременно влияет целый комплекс взаимосвязанных факторов, которые при аналогичном расчете для перечисленных выше инфраструктурных объектов либо учитываются изолированно, либо вообще не учитываются: количество назначений плана формирования для данной станции, интенсивность прибывающего вагонопотока и контейнеропотока, структура контейнеропотока по типам прибывающих и отправляющихся контейнеров (типоразмер, груженный / порожний), величина прибывающих и отправляющихся составов, средняя продолжительность одной контейнеро-операции, среднее количество контейнеро-операций на каждый перерабатываемый контейнер, средний простой состава каждой категории (транзитные, местные, подачи). Кроме потребности в путевом развитии для ТСК потребуется выполнить расчет потребной перерабатывающей способности сортировочных устройств, в качестве которых в данном случае выступают перегрузочные механизмы, а также расчет потребной площади промежуточных перегрузочных площадок для временной постановки перемещаемых контейнеров.

На линиях с тепловозной тягой или любыми другими видами автономной тяги, не предполагающими наличия контактной сети, парк приема, отправления и ТСК теоретически могут быть объединены в многофункциональный парк, в котором последовательно выполняются операции по прибытию, сортировке контейнеров, отправлению поезда без перемещения состава. Достоинством такого объединенного парка является его компактность по сравнению с отдельными парками приема, отправления и ТСК, что позволит при реконструкции станции в условиях жестких территориальных ограничений выполнить ее в пределах существующей станционной площадки, особенно при изначальной схеме станции с параллельным расположением парков. При необходимости отцепки вагонов в составе из-за технической неисправности можно сразу же выполнить съём стоящих на вагоне контейнеров и включить их в процесс сортировки, параллельно выполняя маневровую работу по отцепке неисправных вагонов.

Преимущества выполнения переработки вагонопотока с контейнеризированными грузами методом перегрузки на ТСК по сравнению с технологией горочной сортировки:

- параллельная обработка сразу всех составов, находящихся в парке, включая группы контейнеров, временно стоящие на промежуточных площадках;

- возможность задания любой последовательности перестановки контейнеров исходя из предпочтительного критерия оптимальности или ком-

плексного критерия, определяющего приоритет обработки определенной категории контейнеров или вагонов;

- возможность гибкого изменения количества назначений плана формирования;

- отсутствие направления сортировки и в связи с этим гибкая адаптация к любой смене направления следования вагонопотоков / контейнеропотоков;

- отсутствие необходимости подбора комплектов контейнеров по направлениям следования на начальных пунктах погрузки (грузовые терминалы, пути необщего пользования);

- возможность комплектования контейнеров и детального подбора по вагонам в составах местных поездов и подач в соответствии с порядком дальнейшего следования для минимизации маневровой работы на станциях обслуживаемого района;

- возможность эффективного управления процессом сортировки при различных объемах сортировочной работы, гибко регулируя количество задействованных механизмов и персонала;

- сортировку можно выполнять только с необходимым количеством контейнеров и вагонов, а не со всеми контейнерами. Например, комплекты контейнеров дальних назначений, стоящие на вагонах, не проходят процедуру сортировки, если состав, в котором находятся такие вагоны, после сортировки продолжает следование в направлении их конечного пункта назначения. При горочном способе все вагоны в расформировываемых составах проходят процедуру роспуска или осаживания в парк локомотивом, что приводит к дополнительной сортировке вагонов дальних назначений;

- способ сортировки является универсальным для всех типов контейнеризированных грузов, включая опасные (для роспуска с горки не подходит значительная часть вагонов с грузами, для перегрузки подходят контейнеры всех типов);

- способ сортировки является универсальным для различных типов фитинговых платформ, включая длиннобазные вагоны;

- широкие возможности для автоматизации планирования и выполнения сортировочной работы с контейнерами;

- практически полное исключение маневровой работы, связанной с сортировкой вагонов (заезд, надвиг, роспуск, осаживание, маневры с вагонами, запрещенными к роспуску с горки, повторные сортировки);

- полное исключение повреждений вагонов, связанных с горочной сортировкой вагонов и сопутствующей маневровой работой;

- существенное сокращение персонала, связанного с горочной сортировкой вагонов и сопутствующей маневровой работой;

- благодаря автоматизированному плану перегрузки и сформированному составу из конкретных вагонов ускоряется документальное оформление поездов своего формирования;

Непосредственно в процессе сортировки могут быть выполнены съём и перестановка контейнера с техническим или коммерческим браком на специально выделенную площадку, где можно выполнить осмотр контейнера или груза, очистку, наложить отсутствующие пломбы, перегрузить на вагон либо автомобиль для доставки в ремонт.

Среди недостатков предлагаемой технологии переработки на ТСК можно выделить следующие наиболее значимые:

- большие инвестиции в сооружение нового ТСК либо реконструкцию существующего сортировочного парка в ТСК, а также в перегрузочное оборудование;

- необходимость разработки программных продуктов для расчета оптимального порядка выполнения сортировочной работы методом перегрузки, а при автоматизации ТСК – программно-аппаратных средств для управления его работой;

- затруднения в работе перегрузочного оборудования в экстремальных погодных условиях (сильный продолжительный снегопад, шквальный ветер). Следует отметить, что горочные комплексы испытывают затруднения при работе в обычных зимних условиях (изменения условий скатывания и торможения вагонов в сильный мороз, при снегопаде, гололеде, шквальном ветре).

Важно понимать, что ТСК как техническое средство реализации альтернативного горочной технологии метода переработки вагонопотока со всеми его достоинствами и недостатками должен рассматриваться не сам по себе, а как часть процесса массовой контейнеризации. Системный трансформирующий эффект массовой контейнеризации грузопотока в интермодальных системах с участием железнодорожного транспорта проявляется на всех этапах перевозочного процесса. На этапе переработки вагонопотока, перераспределения грузопотоков по направлениям новая элементарная единица перевозочного процесса – контейнер – требует радикально нового подхода к переработке, который способен не только реализовать все заложенные в нем преимущества, но и решить десятилетиями копившиеся проблемы традиционной технологии путем отказа от нее. Технология переработки путем обмена групп может быть при определенных условиях органично интегрирована в процесс переработки контейнеропотока как вспомогательный метод. Горочная технология при массовом контейнеропотоке, как показал приведенный выше анализ, переносит на контейнерную перевозку все имеющиеся в ней на сегодняшний день недостатки и никак не использует одного из главных преимуществ контейнера – возможности разделения подвижной части и грузового отсека, поэтому вряд ли сможет способствовать повышению качественных показателей железнодорожных перевозок с преимущественно контейнеризованным потоком.

Суммируя вышесказанное, можно сделать вывод, что массовая контейнеризация наряду с другими значимыми изменениями в организации пере-



возочного процесса потребует трансформации технологии переработки вагонопотока на технических станциях. Выбор технологии перегрузки на инфраструктурной базе ТСК обусловлен ориентацией на контейнер как на объект сортировки и использованием в этой технологии изначальных интермодальных характеристик контейнера: универсальность принципа перемещения, возможность комбинирования с разными подвижными единицами и другими контейнерами, возможность параллельного выполнения операций. Именно адаптация технологии к объекту и интеграция ее в перевозочный процесс железнодорожного транспорта в данном случае дает возможность реализовать преимущества контейнерной логистики на уровне интермодальной системы в целом, а не только на уровне выполнения отдельного этапа перевозки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Резер, С. М. Контейнеризация грузовых перевозок / С. М. Резер // Транспорт: наука, техника, управление : науч. инфор. сб. / гл. ред. С. М. Резер. – 2010. – № 6. – С. 2–6.
- 2 Лёвин, С. Б. Формулы эффективности контейнеризации грузопотоков / С. Б. Лёвин // Мир транспорта. – 2015. – Т. 13, № 2. – С. 74 – 85.
- 3 Осьминин, Л. А. Расчет плана формирования вагонов с контейнерами в международном сообщении : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.08 / Л. А. Осьминин. – СПб. : ПГУПС, 2009. – 16 с.
- 4 Сычев, Е. А. Повышение эффективности работы сортировочных горок железнодорожных станций / Е. А. Сычев, Е. И. Сычев // Проблемы безопасности на транспорте : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. : в 2 ч. Ч. 1 ; под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2019. – С. 81–82.

*N. A. KEKISH*

#### **PRINCIPAL FUNDAMENTALS OF TECHNOLOGY FOR PROCESSING MASSIVE CONTAINER FLOW AT THE TERMINAL SORTING COMPLEX**

This paper examines one of the aspects of the potential transformation of the technology of the transportation process with the potential large-scale containerization of cargo flow – a change in the technology for processing wagons at technical stations. It is shown that in the conditions of large-scale containerization, a duality of the processing object arises, which can be either a wagon or a container, due to which the range of possible technological solutions for sorting expands. A fundamentally new technology for processing massive container flow on the infrastructure base of a terminal-sorting complex is proposed. The general description of the proposed technology for processing container flow, given in the article, includes the fundamental planning solution of the terminal-sorting complex, features of application on lines with diesel and electric locomotive traction, as well as a comparative analysis of the advantages in relation to the traditional technology of hump-type sorting of wagons.

Получено 22.11.2023