

DOI: 10.21821/2309-5180-2019-11-5-813-822

## ORGANIZATION OF LOADING AND UNLOADING OPERATIONS OF NEW CONSOLIDATED CARGO UNITS

**O. A. Izotov**

Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping,  
St. Petersburg, Russian Federation

*The contradiction of the organization of cargoes transportation in containers, when the increase in cargo flow required to achieve the effect of large-scale economy automatically entails the expansion of hinterland, and the lengthening of the distance of goods transportation on the overland leg requires additional costs to attract more containers to transportation. The possibility of using new means of goods consolidation for stacking in containers during the organization of sea transportation of cargoes has been evaluated. The expansion of the technological system of cargo handling and transportation by creating a complementary subsystem that will be connected with the main container system of consolidation and distribution of cargo flows will require an assessment of the possibilities of ultimate consumer container cargo flows for organizing transshipment operations with the proposed means of consolidation directly on the areas of cargo owners. The options of processing new consolidation units of cargoes in the zones of peripheral hinterland, in the absence of specialized handling equipment for containers transshipment are considered. The sequence of operations and the technology of transshipment of new means for packages consolidation are proposed, the advantages of their implementation in container transportation of goods are evaluated. The estimation of efficiency of use of the scheme of freights warehousing established at the cargo terminal has been carried out; the prospects for its use at introducing new means of freights consolidation are revealed. On the basis of comparative assessment of application of various technologies of loading and unloading operations, the block diagram of mathematical model of optimizing the options for overload of combined consignments in tare-piece freights and transport modules is presented. The parameters affecting the calculation of requirements of transportation of groupage cargo in the territory of the terminal are considered and the possibility of their storage using various options for cargoes consolidating is estimated.*

*Keywords: bulk container, groupage cargo, technologies of loading and unloading, cargo terminal, means of consolidation of cargo places.*

### For citation:

Izotov, Oleg A. "Organization of loading and unloading operations of new consolidated cargo units." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 11.5 (2019): 813–822. DOI: 10.21821/2309-5180-2019-11-5-813-822.

**УДК 656.073.2**

## ОРГАНИЗАЦИЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ НОВЫХ ЕДИНИЦ УКРУПНЕНИЯ СБОРНЫХ ГРУЗОВ

**О. А. Изотов**

ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова»,  
Санкт-Петербург, Российская Федерация

*Выявлено противоречие организации перевозок сборных грузов в контейнерах, когда требуемое для достижения эффекта масштабной экономии увеличение грузопотока автоматически влечет за собой расширение хинтерленда, а удлинение расстояния перевозки грузов на сухопутном плече требует дополнительных затрат на привлечение к перевозкам все большего количества контейнеров. Произведена оценка возможности применения новых средств укрупнения грузов для укладки в контейнерах при организации морской перевозки сборных грузов. Расширение технологической системы грузообработки и грузоперевозки за счет создания некоторой комплементарной подсистемы, которая будет сочетаться с основной контейнерной системой консолидации и распределения грузопотоков, потребует оценки возможностей конечных потребительных контейнерных грузопотоков на предмет организации перегрузочных операций с предлагаемыми средствами укрупнения непосредственно на площадях грузовладельцев. Рассмотрены*

варианты организации обработки новых единиц укрупнения сборных грузов в зонах периферийного хинтерланда в условиях отсутствия специализированного перегрузочного оборудования перегрузки контейнеров. Предложена последовательность операций и технология перегрузки новых средств укрупнения грузовых мест, дана оценка преимуществ их внедрения в контейнерные перевозки грузов. Выполнена оценка эффективности использования сложившейся на грузовом терминале схемы складирования грузов, выявлены перспективы ее использования при внедрении новых средств укрупнения грузовых мест. На базе сравнительной оценки применения различных технологий погрузочно-разгрузочных работ приведена структурная схема математической модели оптимизации вариантов перегрузки сборных партий грузов в тарно-штучных грузах и транспортных модулях. Рассмотрены параметры, оказывающие влияние на расчет потребности в средствах транспортировки сборных партий груза по территории терминала, и выполнена оценка возможности их складирования при использовании различных вариантов укрупнения сборных грузов.

**Ключевые слова:** контейнерные технологии, сборные грузы, технологии погрузки-выгрузки, грузовой терминал, средства укрупнения грузовых мест.

**Для цитирования:**

Изотов О. А. Организация погрузо-разгрузочных работ новых единиц укрупнения сборных грузов / О. А. Изотов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2019. — Т. 11. — № 5. — С. 813–822. DOI: 10.21821/2309-5180-2019-11-5-813-822.

### Введение (Introduction)

Рост объема контейнерных перевозок, построение все более сложных маршрутов внутриконтинентальной доставки грузов через хинтерланд, повышение требований к эффективности системы доставки грузов в контейнерах требуют все большего количества контейнеров как средств укрупнения сборных грузовых мест. При организации перевозки грузов зачастую приходится сталкиваться с тем, что необходимое для достижения эффекта масштабной экономии увеличение грузопотока автоматически влечет за собой расширение хинтерланда, а удлинение расстояния перевозки грузов на «сухопутном плече» требует дополнительных затрат на привлечение к перевозкам большего количества контейнеров [1], [2]. Одновременно рост объемов перевозки грузов в контейнерах вызывает пропорциональный рост объемов генеральных грузов, помещаемых в универсальные контейнеры.

Проблема низкой производительности погрузочно-разгрузочных работ, с которой сталкивались до контейнеризации все морские порты, постепенно возникла в крупных сухопутных центрах грузораспределения. Кроме высокой трудоемкости данного вида деятельности, низкая интенсивность этих работ еще более увеличивает цикл оборота контейнеров от порта до порта через хинтерленд [3]–[5]. Решением этой задачи при отправке сборных партий грузов может быть внедрение новых средств укрупнения (рис. 1), при которых грузовладелец имеет возможность освобождения линейного контейнера на этапе его перегрузки непосредственно на терминале [6], [7]. Такой модуль может также обеспечивать все преимущества самого контейнера, т. е. герметичность хранения, свободное перемещение на видах транспорта и перегрузку обычными механизмами терминалов, а также недоступность к грузу [8].

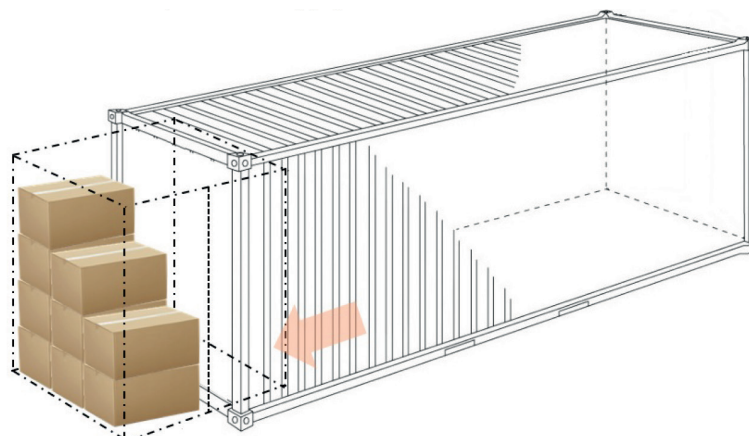


Рис. 1. Модуль как новое средство укрупнения сборных грузов

## Методы и материалы (Methods and Materials)

Технология транспортировки новых модулей остается традиционной и сводится к их перевозке в линейном контейнере от пункта консолидации грузопотока до пункта его распределения. Предлагаемая технология перегрузки включает приведенную далее последовательность операций (рис. 2):

- доставку модулей на площадку экспедитора;
- загрузку модулей сборными грузами грузоотправителя и доставка их на терминал консолидации грузопотоков (распределительный центр, сухой или морской порт, контейнерный терминал);
- загрузку модулей в линейный контейнер;
- интермодальную перевозку;
- выгрузку модулей из линейного контейнера на склад терминала назначения для последующей отправки грузополучателю или сразу на смежный вид транспорта при перегрузке по прямому варианту;

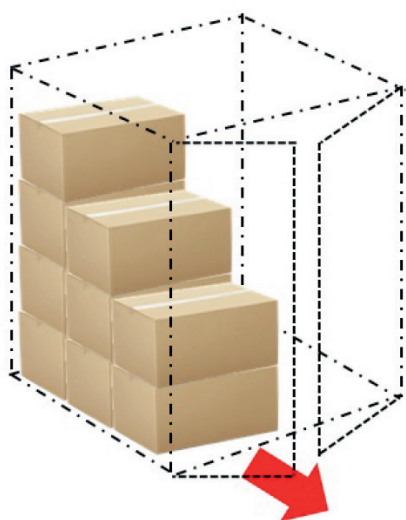


Рис. 2. Схема выгрузки грузов из модуля

- выгрузку сборных грузов из модуля на площадке грузополучателя;
- возврат модуля на площадку экспедитора (в данном случае наиболее предпочтительной является разборная конструкция модуля, так как это способствует экономии при доставке порожней тары).

Данная технология обладает следующими преимуществами:

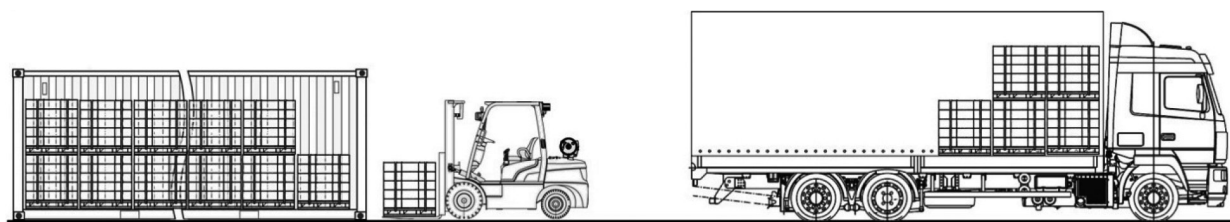
- возможность использования существующей инфраструктуры контейнерных терминалов (нет необходимости смены погрузочно-разгрузочной механизации и переоборудования складских площадей);
- сокращение сроков оборота и тем самым количества задействованных под перевозку сборных грузов контейнеров;
- снижение трудоемкости перегрузочных операций со сборными грузами на контейнерных терминалах (морских и сухих портах).

В то же время применение новых средств укрупнения сборных грузов (модулей) приведет к изменению состава привлекаемых подъемно-транспортных машин и изменению технологии перегрузочных операций на этапах передачи грузов с одного вида транспорта на другой. Кроме того, необходимо выполнить оценку эффективности использования существующей на грузовом терминале схемы складирования грузов и выявить перспективы ее использования при иных вариантах организации грузовых мест.

*Анализ изменений, связанных с внедрением новой технологии.* Традиционная схема перегрузки сборных грузов предусматривает как привлечение ручного труда (в случае неукрупнения грузовых мест), так и малой механизации типа погрузчиков достаточной грузоподъемности (при укрупнении тарно-штучных грузов на поддонах или в виде иных грузовых мест) — рис. 3, а [9].

Если исходить из современной механовооруженности контейнерных терминалов, то к перегрузке моделей (два модуля на 20'D контейнер) массой до 10 т могут быть привлечены практически всегда имеющиеся большегрузные вилочные погрузчики (рис. 3, б). При отсутствии большегрузных погрузчиков и в целях снижения нагрузки на пол контейнера может быть применена затарочно-растарочная машина, объединяющая преимущества интеллектуальных грузозахватных приспособлений типа затарочной и ратарочной машин [10], навешиваемых на вилы фронтального погрузчика и позволяющих перемещать в контейнере грузы в 2–3 раза большей массы, чем грузоподъемность погрузчика (рис. 4).

а)



б)

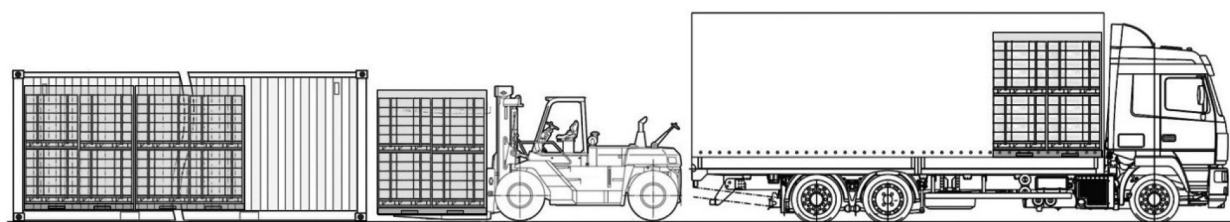


Рис. 3. Схемы перегрузки: а — тарно-штучных грузов; б — модулей

а)



б)

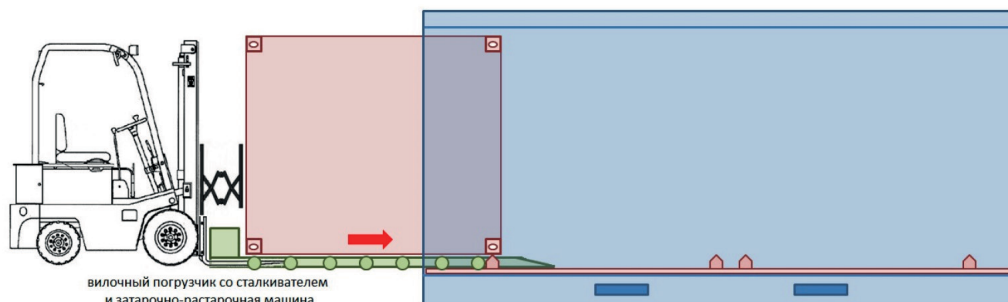


Рис. 4. Погрузочно-разгрузочное оборудование:  
а — затарочная машина ROLLIN-15; б — растарочная машина ROLLOUT-8

В этом случае предлагается следующая технология грузообработки. При погрузке установленный на затарочной машине модуль устанавливается над вкладышем в контейнер, после

чего он сталкивается с платформы машины. Стальная полоска с конусными головками (вкладыш) располагается вдоль бортов на полу контейнера и служит для крепления модуля в контейнере (рис. 5, а). При выгрузке растарочная машина заводится под модуль, что обеспечивает его подъем над вкладышем с конусными головками, дистанционно поднимает упор, после чего модуль извлекается из контейнера (рис. 5, б). Для освобождения грузозахватных приспособлений от перегружаемого модуля погрузчик может быть оборудован сталкивателем.

а)



б)

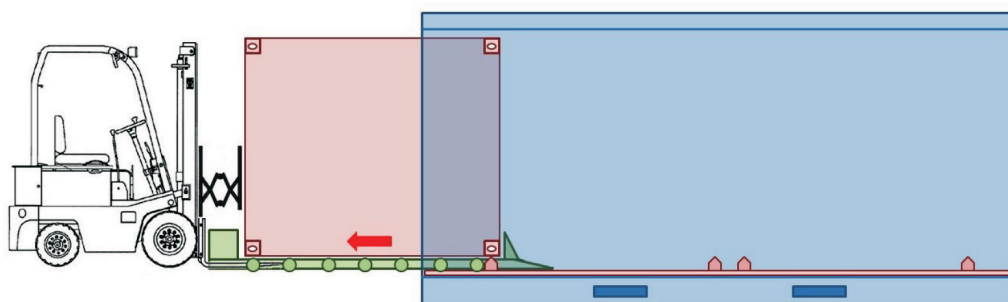


Рис. 5. Затарочно-растарочная машина на роликоопорах:  
а — крепление модуля в контейнере; б — извлечение модуля из контейнера

Нижние фитинги модуля целесообразно приподнять на толщину вкладыша, что обеспечит посадку модуля на пол контейнера всей плоскостью дна в целях распределения нагрузки (рис. 6).

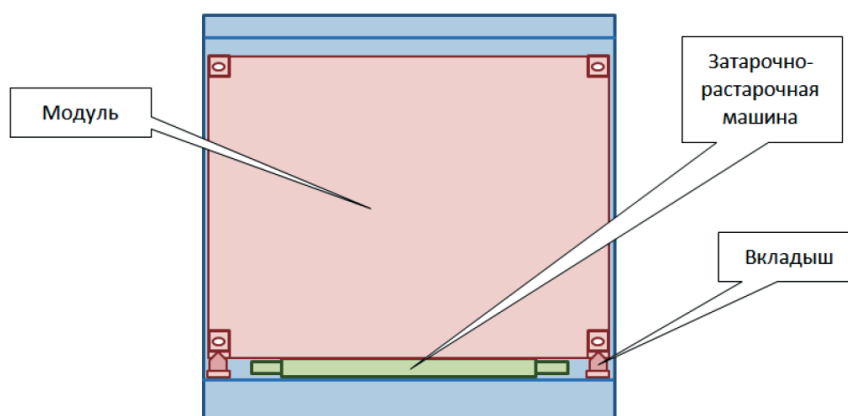


Рис. 6. Вкладыш (вид контейнера с торца)

Таким образом, использование принципиально новых средств перегрузки для перемещения модулей не потребуется.

## Обсуждение (Discussion)

Выполним сравнение технологий погрузочно-разгрузочных операций по традиционным эксплуатационным показателям — затратам времени на перегрузку грузов из контейнера, включая внутритерминальное перемещение в автофургон или склад ( $t_{\text{выгр}}$ ), трудоемкость в машино-ч ( $T_p$ ) — табл. 1, потребную площадь для складирования сборных грузов при различных вариантах укрупнения грузовых единиц ( $S_{\text{скл}}$ ).

Таблица 1

**Расчет трудоемкости перегрузки сборных грузов при различных вариантах укрупнения грузовых**

| Показатели                   | Количество обрабатываемых контейнеров |     |      |     |      |     |
|------------------------------|---------------------------------------|-----|------|-----|------|-----|
|                              | 5                                     | 10  | 15   | 20  | 25   | 30  |
| Перегружено ТШГ, ед.         | 110                                   | 220 | 330  | 440 | 550  | 660 |
| Перегрузка ТШГ, машино-ч     | 5,5                                   | 11  | 16,5 | 22  | 27,5 | 33  |
| Перегружено модулей, ед.     | 10                                    | 20  | 30   | 40  | 50   | 60  |
| Перегрузка модулей, машино-ч | 2,5                                   | 5   | 7,5  | 10  | 12,5 | 15  |
| Экономия, машино-часы        | 3                                     | 6   | 9    | 12  | 15   | 18  |

Как видно из рис. 7, применение модулей позволяет в 2 раза сократить время обработки контейнеров по сравнению с перегрузкой тарно-штучных грузов<sup>1</sup>.

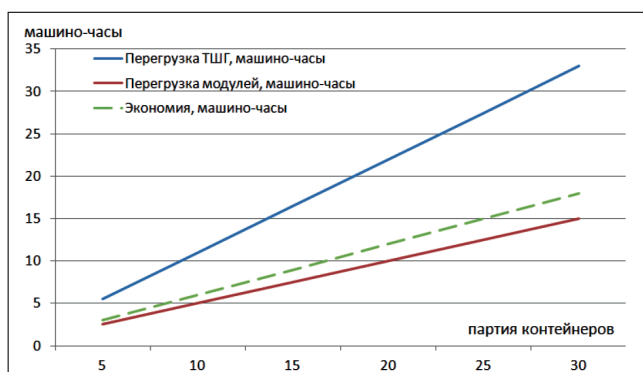


Рис. 7. Сравнение затрат времени выгрузки контейнеров при использовании различных вариантов укрупнения грузовых мест

Оставим за рамками исследования выгрузку сборных грузов в конечном пункте распределения, так как технология и оборудование для выгрузки ТШГ из контейнеров, модулей и автомашин одинаковые (рис. 8). Контейнер при этом, как правило, остается на прицепе для возврата на терминал, а модуль, после освобождения от грузов, может быть сгружен с автомобиля, разобран и после укрупнения с другими модулями отгружен на площадку предоставившего его экспедитора.

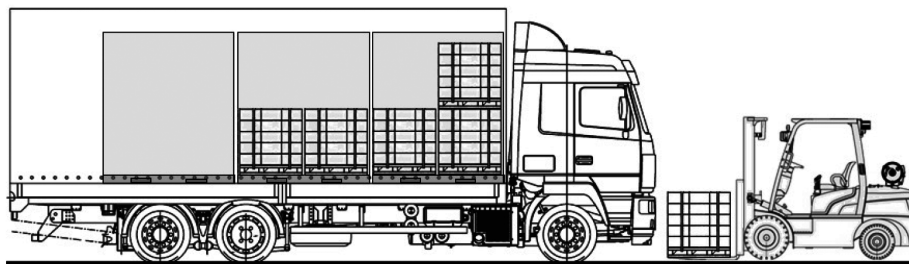


Рис. 8. Схема перегрузки ТШГ в конечном пункте распределения

<sup>1</sup> В расчетах приняты следующие ограничения: время, необходимое для перегрузки единицы ТШГ — 3 мин, модуля — 15 мин.

Потребная площадь для складирования тарно-штучных грузов учитывает площадь УГМ, ярусность укладки на хранение и ширину проездов между рядами грузов (табл. 2).

Таблица 2

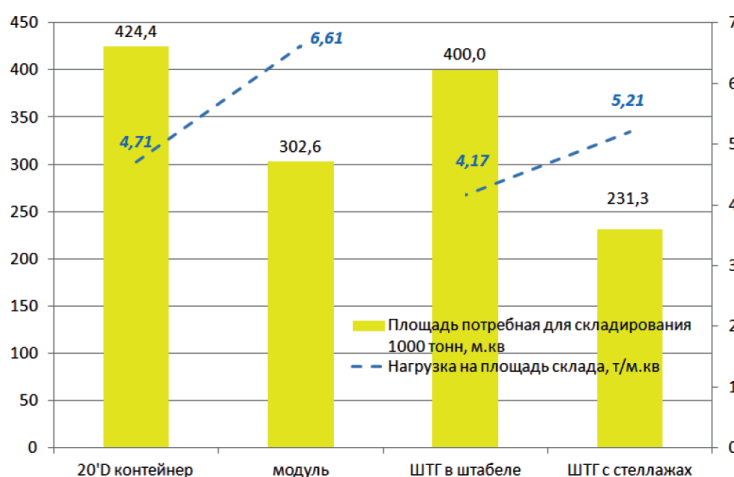
**Расчет потребности складских площадей  
при различных вариантах укрупнения сборных грузов**

| Показатели                                                 | Открытая площадка |        | Крытый склад     |                    |
|------------------------------------------------------------|-------------------|--------|------------------|--------------------|
|                                                            | 20'D<br>контейнер | Модуль | ШТГ<br>в штабеле | ШТГ<br>в стеллажах |
| Площадь, м <sup>2</sup>                                    | 13,88             | 4,95   | 0,96             | 0,96               |
| Загрузка, т                                                | 21,80             | 10,90  | 1,00             | 1,00               |
| Ярусность хранения                                         | 3                 | 3      | 4                | 5                  |
| Нагрузка на площадь склада, т/м <sup>2</sup>               | 4,71              | 6,61   | 4,17             | 5,21               |
| Потребность площади на 1 т груза, м <sup>2</sup> /т        | 0,21              | 0,15   | 0,24             | 0,19               |
| Коэффициент использования площади склада                   | 0,50              | 0,50   | 0,60             | 0,83               |
| Площадь потребная для складирования 1000 т, м <sup>2</sup> | 424,4             | 302,6  | 400,0            | 231,3              |

Примечания: 1. В расчетах принята средняя ярусность (4–5 ярусов) хранения ТШГ в штабеле. 2. Ярусность контейнера см. в СП 316.1325800.2017. Терминалы контейнерные. Правила проектирования и РД 31.41.11–82. Инструкция по типовым способам и приемам погрузочно-разгрузочных работ при складировании грузов. 3. Данные для 20'D контейнера см. в СП 316.1325800.2017. Терминалы контейнерные. Правила проектирования (п. 6.2.4). 4. Данные для ШТГ в штабеле см. в РД 31.41.11–82. Инструкция по типовым способам и приемам погрузочно-разгрузочных работ при складировании грузов, п. 2.1.3.

### Результаты (Results)

Из выполненных расчетов следует, что использование модулей, так же, как и стеллажей в крытых складах, могут привести к экономии складских площадей (рис. 9). При этом следует отметить, что хранение модулей со сборными грузами на открытых площадках снизит загрузку крытых складов с ТШГ. Разборная модель модуля позволит сократить складские площади и для хранения порожней тары<sup>1, 2, 3</sup>.



**Рис. 9. Потребность складских площадей  
для хранения сборных грузов  
при различных вариантах укрупнения**

<sup>1</sup> СП 262.1325800.2016. Контейнерные площадки и терминальные устройства на предприятиях промышленности и транспорта. Правила проектирования и строительства. М.: Стандартинформ, 2017. 88 с.

<sup>2</sup> ГОСТ 9078–84. Поддоны плоские. Общие технические условия. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003. 9 с.

<sup>3</sup> ГОСТ Р 55525–2013. Складское оборудование. Стеллажи сборно-разборные. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2014. 22 с.

Как следует из оценки внедрения новых средств укрупнения по рассмотренным критериям, сравнительный анализ рассматриваемых вариантов удобно производить при рассмотрении структурной схемы математической модели оптимального варианта укрупнения сборных грузов (рис. 10).

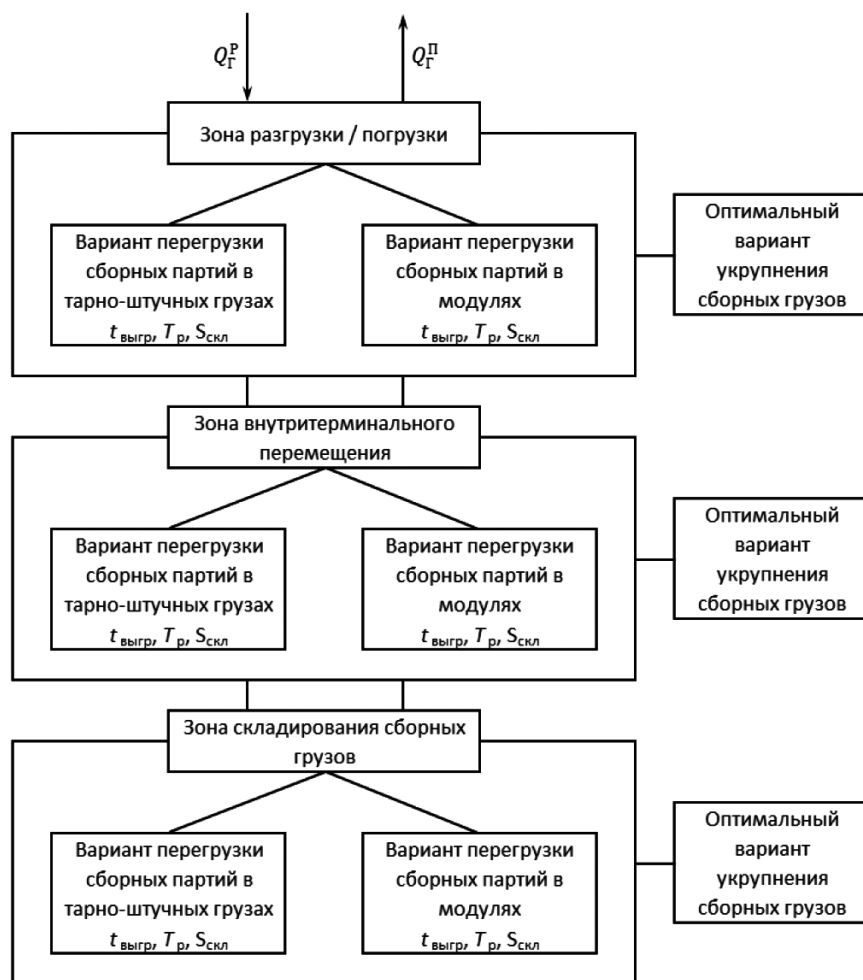


Рис. 10. Структурная схема математической модели оптимального варианта укрупнения сборных грузов

Анализ возможности внедрения новых средств укрупнения сборных грузов необходим для оценки перспектив совершенствования технологий перевозок сборных грузов как через существующие контейнерные терминалы, так и через проектируемые тыловые грузовые площадки.

### Выводы (Summary)

Выполненное исследование позволяет сделать следующие выводы.

1. Контейнерная транспортно-технологическая система имеет значительный потенциал для дальнейшего совершенствования перевозок сборных грузов.
2. Контейнеризация грузов привела к появлению в цепочке продвижения товаров нового «узкого» места, конечных пунктов консолидации и распределения грузов.
3. Повышение системной эффективности контейнерных перевозок нуждается в дальнейшем совершенствовании средств укрупнения грузов.
4. Внедрение новых средств укрупнения сборных грузов потребует разработки технологий погрузочно-разгрузочных работ в условиях отсутствия специализированного перегрузочного оборудования у грузополучателей.
5. Оценка возможности внедрения новых средств укрупнения сборных грузов потребует всестороннего анализа перспектив совершенствования технологий перевозок сборных грузов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов А. Л. Моделирование развития портов / А. Л. Кузнецов, А. В. Галин // Морские интеллектуальные технологии. — 2018. — Т. 1. — № 3 (41). — С. 176–182.
2. Кириченко А. В. Морская контейнерная транспортно-технологическая система: монография / А. В. Кириченко [и др.]; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. А. В. Кириченко. — СПб.: Изд-во МАНЭБ, 2017. — 320 с.
3. Kuznetsov A. L. Simulation Model of Container Land Terminals / A. L. Kuznetsov, A. V. Kirichenko, J. J. Eglit // *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*. — 2018. — Vol. 12. — No. 2. — Pp. 321–326. DOI: 10.12716/1001.12.02.13.
4. Kuznetsov A. L. Methodological Problems of Modern Transportation Logistics / A. L. Kuznetsov, A. V. Kirichenko // *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*. — 2018. — Vol. 12. — No. 3. — Pp. 611–616. DOI: 10.12716/1001.12.03.21.
5. Изотов О. А. Определение требуемого количества технологических ресурсов портов и грузовых терминалов методом имитационного моделирования / О. А. Изотов, А. В. Гуляев // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. — 2018. — Т. 10. — № 4. — С. 679–686. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-4-679-686.
6. Murty K.G. A decision support system for operations in a container terminal / K. G. Murty, J. Liu, Y. W. Wan, R. Linn // *Decision Support Systems*. — 2005. — Vol. 39. — Is. 3. — Pp. 309–332. DOI: 10.1016/j.dss.2003.11.002.
7. Xie Y. Optimal planning for container prestaging, discharging, and loading processes at seaport rail terminals with uncertainty / Y. Xie, D.P. Song // *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. — 2018. — Vol. 119. — Pp. 88–109. DOI: 10.1016/j.tre.2018.09.008.
8. Изотов О. А. Технологические решения для организации отправок сборных грузов посредством контейнерных транспортно-технологических систем / О. А. Изотов, А. В. Кириченко, А. Л. Кузнецов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2019. — Т. 11. — № 4. — С. 609–620. DOI: 10.21821/2309-5180-2019-11-4-609-620.
9. Vis I. F. A. A comparative analysis of storage and retrieval equipment at a container terminal / I. F. A. Vis // *International Journal of Production Economics*. — 2006. — Vol. 103. — Is. 2. — Pp. 680–693. DOI: 10.1016/j.ijpe.2006.01.002.
10. Оборудование для загрузки / разгрузки контейнеров [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://group812.com/rollin/> (дата обращения: 20.09.2019).

## REFERENCES

1. Kuznetsov, Alexander L., and Alexander V. Galin. "Port development simulation." *Marine Intellectual Technology* 1.3(41) (2018): 176–182.
2. Kirichenko, A. V., et al. *Morskaya konteynernaya transportno-tehnologicheskaya sistema: monografiya*. SPb.: Izd-vo MANEB, 2017.
3. Kuznetsov, A. L., A. V. Kirichenko, and J.J. Eglit. "Simulation Model of Container Land Terminals." *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation* 12.2 (2018): 321–326. DOI: 10.12716/1001.12.02.13.
4. Kuznetsov, A. L., and A. V. Kirichenko. "Methodological Problems of Modern Transportation Logistics." *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation* 12.3 (2018): 611–616. DOI: 10.12716/1001.12.03.21.
5. Izotov, Oleg A., and Alexander V. Gulyaev. "Determination of the required quantity of technological resources of ports and cargo terminals by the method of imitation modeling." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 10.4 (2018): 679–686. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-4-679-686.
6. Murty, Katta G., Jiyin Liu, Yat-wah Wan, and Richard Linn. "A decision support system for operations in a container terminal." *Decision Support Systems* 39.3 (2005): 309–332. DOI: 10.1016/j.dss.2003.11.002
7. Xie, Ying, and Dong-Ping Song. "Optimal planning for container prestaging, discharging, and loading processes at seaport rail terminals with uncertainty." *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 119 (2018): 88–109. DOI: 10.1016/j.tre.2018.09.008.
8. Izotov, Oleg A., Aleksandr V. Kirichenko, and Aleksandr L. Kuznetsov. "Technological solutions for

cargoes shipment through the container transport and technological systems.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admiral S. O. Makarova* 11.4 (2019): 609–620. DOI: 10.21821/2309-5180-2019-11-4-609-620.

9. Vis, Iris F. A. “A comparative analysis of storage and retrieval equipment at a container terminal.” *International Journal of Production Economics* 103.2 (2006): 680–693. DOI: 10.1016/j.ijpe.2006.01.002.

10. Oborudovanie dlya zagruzki/razgruzki konteinerov. Web. 20 Sept. 2019 <<http://group812.com/rollin/>>.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Изотов Олег Альбертович** —  
кандидат технических наук  
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала  
С. О. Макарова»  
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,  
ул. Двинская, 5/7  
e-mail: [iztv65@rambler.ru](mailto:iztv65@rambler.ru), [kaf\\_pgt@gumrf.ru](mailto:kaf_pgt@gumrf.ru)

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Izotov, Oleg A.** —  
PhD  
Admiral Makarov State University of Maritime  
and Inland Shipping  
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,  
Russian Federation  
e-mail: [iztv65@rambler.ru](mailto:iztv65@rambler.ru), [kaf\\_pgt@gumrf.ru](mailto:kaf_pgt@gumrf.ru)

*Статья поступила в редакцию 22 сентября 2019 г.*

*Received: September 22, 2019.*