

DOI: 10.21821/2309-5180-2022-14-2-257-263

## THE IMPACT OF INTERNAL LOGISTICS DEVELOPMENT ON THE CONTAINER TERMINAL OPERATION MODES

**O. A. Izotov**

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

*The applied significance of the potential capabilities of a container involved in the transportation of goods in the Hinterland zone, which presuppose the external manifestation of its transport characteristics in system interaction with other objects and participants in the process, is investigated in the paper. It is noted that the level of potential (maximum) carrying capacity of a heavy container in the Hinterland zone is a reflection of the organizational and technological conditions of its operation, and the value of the achieved carrying capacity characterizes the level of logistics development at the polygon under consideration. A number of scenarios for container handling organization in the Hinterland zone are classified and described. The dependencies are revealed and a mathematical apparatus for assessing the use of the transport potential of the container is presented. It is emphasized that the task of developing the transportation capabilities of the system under consideration involves reducing the length of transportation routes and developing measures to ensure the most complete loading of vehicles and increasing the average speed of transportation with existing restrictions on related operations (for example, loading and unloading). The problem of calculating the assessment of the development of Hinterland internal logistics as an external factor of transportation is formulated. Attention is drawn to the fact that the development of internal logistics does not depend on the presence or absence of goods in the region at the moment. The influence of the internal logistics development level on the modes of the container terminal operation and its service areas is revealed. It is concluded that the level of using the transport potential of container in the Hinterland zone reaches the estimated level of logistics development only with 100 % container loading in both directions and generally does not affect the organization of the transport process at the polygon under consideration.*

*Keywords: transport systems, logistics development level, container technologies, hinterland zone, vehicles, transportation capabilities*

**For citation:**

Izotov, Oleg A. "The impact of internal logistics development on the container terminal operation modes." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 14.2 (2022): 257–263. DOI: 10.21821/2309-5180-2022-14-2-257-263.

**УДК 656.073.2**

## ВЛИЯНИЕ РАЗВИТИЯ ВНУТРЕННЕЙ ЛОГИСТИКИ НА РЕЖИМЫ РАБОТЫ КОНТЕЙНЕРНОГО ТЕРМИНАЛА

**О. А. Изотов**

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

*В работе исследовано прикладное значение потенциальных возможностей контейнера, задействованного в перевозке грузов в зоне хинтерленда, которые предполагают внешнее проявление его транспортных характеристик в системном взаимодействии с другими объектами и участниками процесса. Отмечается, что уровень потенциальной (максимальной) провозной возможности большегрузного контейнера в зоне хинтерленда является отражением организационно-технологических условий его эксплуатации, а величина достигнутых провозных возможностей характеризует уровень развития логистики на рассматриваемом полигоне. Классифицирован и описан ряд сценариев организации обработки контейнеров в зоне хинтерленда. Выявлены зависимости и представлен математический аппарат для оценки использования транспортного потенциала контейнера. Подчеркивается, что задача развития провозных возможностей рассматриваемой системы предполагает сокращение протяженности маршрутов перевозок и разработку мероприятий,*

обеспечивающих наиболее полную загрузку транспортных средств и увеличение средней скорости перевозок при имеющихся ограничениях на сопутствующие операции (например, погрузочно-разгрузочные). Сформулирована задача расчета оценки развития внутренней логистики хинтерленда как внешнего фактора перевозки. Обращается внимание на то, что развитие внутренней логистики не зависит от наличия или отсутствия грузов в регионе на текущий момент. Выявлено влияние уровня развития внутренней логистики на режимы работы контейнерного терминала и зоны его обслуживания. Сделан вывод о том, что уровень использования транспортного потенциала контейнера в зоне хинтерленда достигает расчетного уровня развития логистики только при 100 %-й загрузке контейнера в обоих направлениях, в целом не оказывая влияния на организацию транспортного процесса на рассматриваемом полигоне.

*Ключевые слова:* транспортные системы, уровень развития логистики, контейнерные технологии, зона хинтерленда, транспортные средства, провозные возможности.

**Для цитирования:**

Изотов О. А. Влияние развития внутренней логистики на режимы работы контейнерного терминала / О. А. Изотов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2022. — Т. 14. — № 2. — С. 257–263. DOI: 10.21821/2309-5180-2022-14-2-257-263.

### Введение (Introduction)

В условиях осуществления процесса доставки грузов, прибывших на материк морем в контейнерах, раскрывается потенциальная составляющая внутренних перевозок, что предполагает максимальное использование ресурсов и возможностей смежных видов транспорта. Потенциальные возможности контейнера, задействованного при этом в перевозке, имеют прикладное значение, предполагая внешнее проявление его транспортных характеристик в системном взаимодействии с другими объектами и участниками процесса. С позиции системного подхода потенциал объекта изучения, определяемый его внутренними способностями, зависит от возможностей их реализации в сложившихся условиях внешней среды [1]–[3]. Таким образом, несмотря на методологические различия, между системными и прогнатическим подходами существуют четкие взаимосвязи. Использование обоих подходов доказывает, что раскрытие потенциала объекта обеспечивается таким состоянием элементов его внутренней среды, при котором имеющиеся ресурсы эффективно используются при реализации новых возможностей во внешней среде [4], [5].

В научно-технической литературе термин «потенциал» чаще используется при характеристике провозных возможностей транспортных систем. Различают *технический потенциал* как максимально возможный уровень развития и *технологический потенциал* как отражение влияния организационно-технологических особенностей перевозок на реализацию имеющихся транспортных возможностей какой-либо системы. При этом ее технические возможности не могут выступать чем-то абстрактным, так как всегда определяются с учетом организационно-технологического состояния оцениваемой системы [6], [7].

Уровень потенциальной (максимальной) провозной возможности большегрузного контейнера в зоне хинтерленда является отражением организационно-технологических условий его эксплуатации, а величина достигнутых провозных возможностей характеризует уровень развития логистики на рассматриваемом полигоне. В связи с этим необходимо сформулировать задачу по расчету оценки развития внутренней логистики хинтерленда как внешнего фактора перевозки, выполнить оценку взаимного влияния выявленных зависимостей и разработать математический аппарат для оценки использования транспортного потенциала контейнера в рассматриваемых условиях эксплуатации.

### Методы и материалы (Methods and Materials)

Удаленность завоза большегрузного контейнера от морского терминала зависит от расположения пункта назначения груза. При этом возможен ряд различных сценариев организации обработки контейнеров (рис. 1).

*Сценарий 1.* Контейнер отгружается на смежный вид транспорта для доставки на незначительное расстояние. После растарки такой контейнер либо получает обратную загрузку, либо остается

в пункте назначения до поступления грузов обратного назначения, либо возвращается на морской терминал с грузом или порожним. Таким образом, у контейнерной линии остается значительное время для поиска грузов в целях возможной отправки.

*Сценарий 2.* Контейнер отгружается на смежный вид транспорта для доставки на значительное расстояние. После растарки такой контейнер или продолжает следовать вглубь хинтерленда для загрузки встречными грузами, или возвращается в зону, прилегающую к морскому терминалу, загружается, либо находится какое-то время в ожидании встречного груза.

*Сценарий 3.* Контейнер отгружается на смежный вид транспорта для доставки на максимально возможное в течение отпущенного времени для его использования расстояние. Здесь производится растарка и затарка контейнера или он отправляется на морской терминал порожним в силу невозможности его встречной задержки в пункте назначения груза.

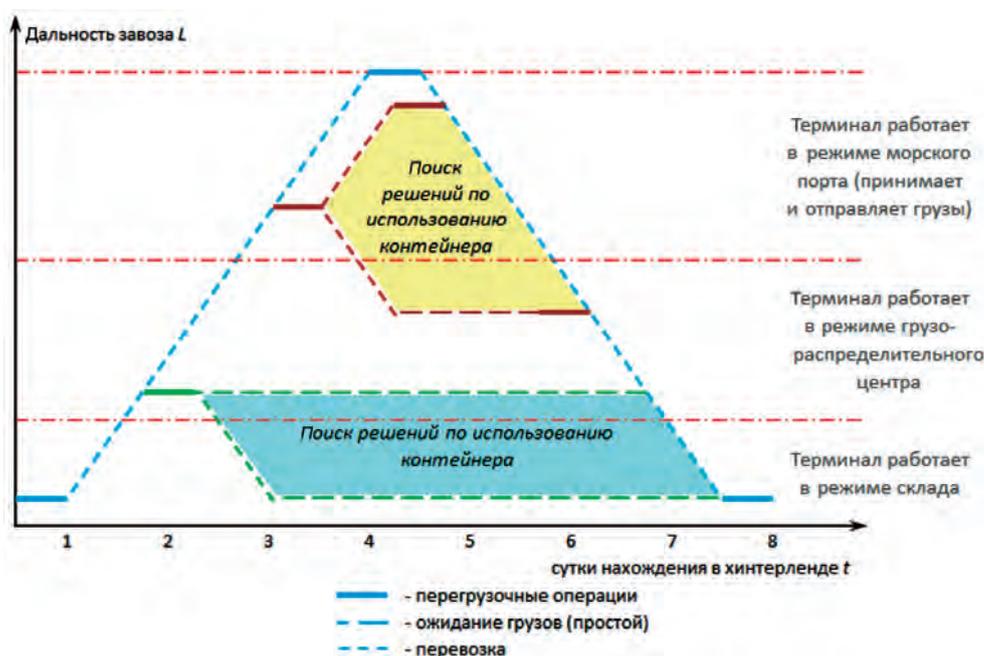


Рис. 1. Сценарии перемещения контейнеров в зоне хинтерленда

В агрегированном виде провозные возможности рассматриваемой транспортной системы зависят от величины объема грузового потока  $Q$ , его средней скорости  $V$  и протяженности транзитного маршрута  $L$  [8], [9]:

$$W = \frac{QV}{L} = \frac{Q}{T}. \quad (1)$$

Тогда оценка использования транспортного потенциала контейнера в зоне хинтерленда может быть выполнена по формуле

$$\Pi = \left( \frac{t_{\text{ПРР}}}{T_{\text{хинт}}} + \frac{t_{\text{перев}}}{T_{\text{хинт}}} \right) \frac{Q_{\text{завоз}} Q_{\text{вывоз}}}{2Q_{\text{грузопод}}}, \quad (2)$$

где  $t_{\text{ПРР}}$  — время нахождения контейнера под грузовыми операциями за период пребывания в зоне хинтерленда, сут.;

$t_{\text{перев}}$  — время перемещения контейнера в течение периода пребывания в зоне хинтерленда, сут.;

$T_{\text{хинт}}$  — время «свободного использования» контейнера в зоне хинтерленда, сут.;

$Q_{\text{завоз}}$  — загрузка контейнера, прибывшего на терминал морем, т.;

$Q_{\text{вывоз}}$  — загрузка контейнера, прибывшего на терминал из зоны хинтерленда, т.;

$Q_{\text{грузопод}}$  — грузоподъемность контейнера, т.

### Результаты (Results)

Из приведенных формул (1), (2) следует, что задача развития провозных возможностей рассматриваемой системы предполагает сокращение протяженности маршрутов перевозки и разработку мероприятий, обеспечивающих наиболее полную загрузку транспортных средств и увеличение средней скорости перевозок при имеющихся ограничениях на сопутствующие операции, например, погрузочно-разгрузочные [10], [11]. Таким образом, оценку развития внутренней логистики хинтерленда как внешнего фактора перевозки можно выполнить по формуле

$$Л = \frac{t_{\text{ПРР}}}{T_{\text{хинт}}} \frac{Q_{\text{завоз}} Q_{\text{вывоз}}}{2Q_{\text{грузопод}}} + \frac{t_{\text{перев}}}{T_{\text{хинт}}}. \quad (3)$$

По результатам расчетов видно, что  $Л > П$ . Это доказывает, что развитие внутренней логистики не зависит от наличия или отсутствия грузов в регионе на текущий момент. Несмотря на простоту расчетов, следует отметить, что оценка уровня логистики использования каждого отдельного контейнера даже при современном уровне автоматизации весьма затруднена и отчасти бесполезна. В данном случае необходимо либо наличие значительного объема статистических данных и выведение усредненных показателей, либо применение сравнительного анализа [12], [13]. Например, при времени «свободного использования» контейнера в зоне хинтерленда в течение восьми суток и грузоподъемности контейнера 20 т расчетный показатель развития логистики тем выше, чем более рационально проводятся операции в течение времени «свободного использования» контейнера в хинтерленде (см. данные, приведенные в таблице).

#### Расчетный уровень развития внутрилогистической зоны хинтерленда

Время нахождения контейнера под грузовыми операциями, сут.	Время перемещения контейнера, сут.	Загрузка контейнера, прибывшего на терминал морем, т	Загрузка контейнера, прибывшего на терминал из зоны хинтерленда, т	Расчетный уровень использования транспортного потенциала контейнера	Расчетный уровень развития логистики
Режим работы терминала как морского порта					
2	6	1	1	0,050	0,763
2	6	5	5	0,250	0,813
2	6	10	10	0,500	0,874
2	6	15	15	0,750	0,938
2	6	20	20	1,000	1,000
Режим работы терминала как грузораспределительного центра					
2	4	1	1	0,038	0,513
2	4	5	5	0,188	0,563
2	4	10	10	0,375	0,625
2	4	15	15	0,563	0,688
2	4	20	20	0,750	0,750
Режим работы терминала как склада					
2	2	1	1	0,025	0,263
2	2	5	5	0,125	0,313
2	2	10	10	0,250	0,375
2	2	15	15	0,375	0,438
2	2	20	20	0,500	0,500

Таким образом, уровень развития внутренней логистики оборота контейнеров в зоне хинтерленда позволяет контейнерному терминалу либо работать в режиме морского порта (см. рис. 1), принимающего и отгружающего грузы по назначению ( $L = 0,750$  и выше), либо заставляет контейнерный терминал расширять зоны обслуживания контейнерного парка, создавая «сухие порты» ( $L = 0,500 \dots 0,750$ ), либо способствует тому, что терминал работает в режиме склада хранения контейнеров ( $L = 0,000 \dots 0,500$ ).

### Заключение (Conclusion)

Степень использования транспортного потенциала контейнера в зоне хинтерленда достигает расчетного уровня развития логистики только при 100 %-й загрузке контейнера в обоих направлениях, не оказывая в целом влияния на организацию транспортного процесса на рассматриваемом полигоне (рис. 2).

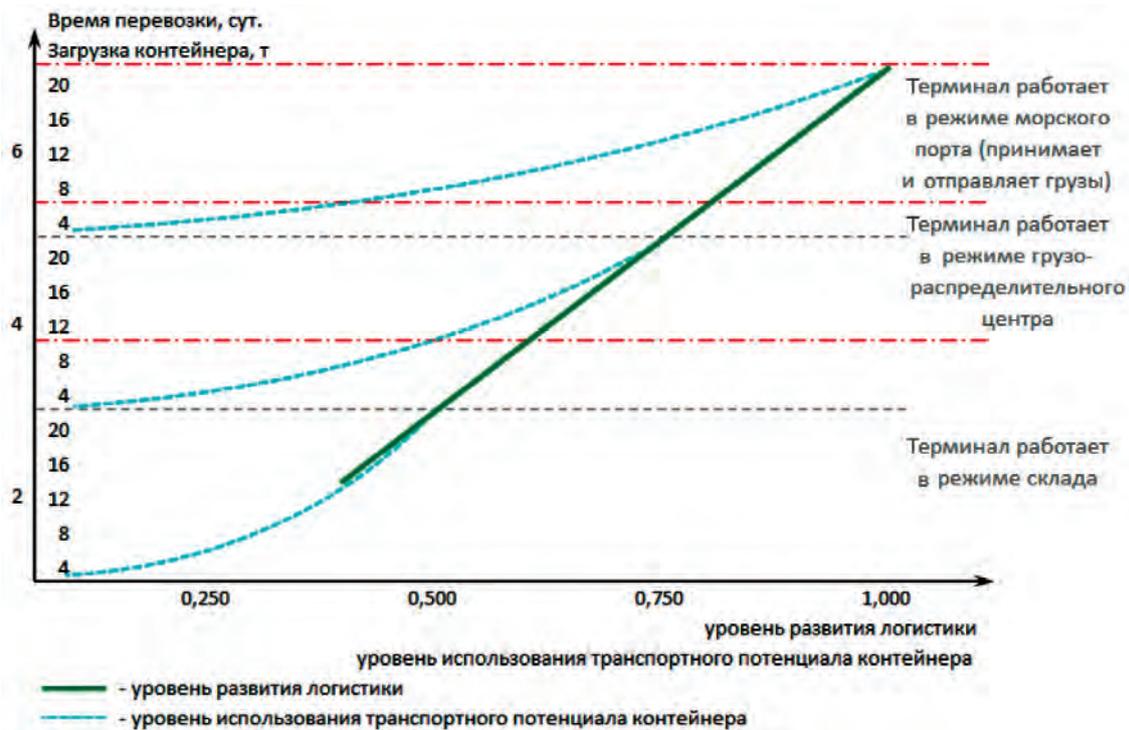


Рис. 2. Влияние развития внутренней логистики на режимы работы контейнерного терминала

На современном этапе развития транспортной инфраструктуры страны особенности загрузки ее транспортных систем чаще исследуются в рамках концепций транзитного потенциала пространственно-территориального полигона в целом [14], [15]. Вместе с тем изучение объектов транспортной инфраструктуры, входящих в цепочку перемещения грузов, требует также всестороннего подхода и разработки предложений по совершенствованию их транспортного потенциала.

Поскольку провозная способность большегрузного контейнера в зоне хинтерленда находится в прямой зависимости от времени его «свободного использования», это накладывает ограничение на продвижение грузов вглубь территории страны с применением контейнерных технологий. В связи с этим необходимо принципиально новое решение, отвечающее требованиям современного рынка грузов. Например, предварительная подготовка грузовой партии и ее затарка во внутриконтейнерный модуль, который может обеспечить соблюдение требований к упаковке, погрузочно-разгрузочным и транспортным операциям на условиях совмещения преимуществ среднетоннажного и большегрузного контейнеров в единой транспортно-логистической системе [16], [17].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов А. Л. Оценка времени доставки в сложных цепях поставки с помощью моделирования / А. Л. Кузнецов, А. В. Кириченко, А. Д. Семенов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2021. — Т. 13. — № 3. — С. 372–383. DOI: 10.21821/2309-5180-2021-13-3-372-383.
2. Ларин О. Н. Транзитный потенциал транспортных систем: учебное пособие / О. Н. Ларин. — Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. — 171 с.
3. Almetova Z. Optimization of delivery lot volumes in terminal complexes / Z. Almetova, V. Shepelev, S. Shepelev // Transportation Research Procedia. — 2017. — Vol. 27. — Pp. 396–403. DOI: 10.1016/j.trpro.2017.12.020.
4. Grzelakowski A. S. Global container shipping market development and Its impact on mega logistics system / A. S. Grzelakowski // TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. — 2019. — Vol. 13. — No. 3. — Pp. 529–535. DOI: 10.12716/1001.13.03.06.
5. Kuznetsov A. L. Planning Simulation Experiments in the Tasks of Studying the Operational Strategies of Container Terminals / A. L. Kuznetsov, A. V. Kirichenko, A. D. Semyonov, H. Oja // TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. — 2020. — Vol. 14. — No. 4. — Pp. 845–849. DOI: 10.12716/1001.14.04.08.
6. Лукинский В. С. Модели и методы теории логистики: учебное пособие / В. С. Лукинский. — СПб.: Питер, 2007. — 448 с.
7. Santos T. A. The impact of container terminal relocation on hinterland geography / T. A. Santos, P. Martins, C. G. Soares // Journal of Transport Geography. — 2021. — Vol. 92. — Pp. 103014. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2021.103014.
8. Yang X. Combined strip and discharge delivery of containers in heterogeneous fleets with time windows / X. Yang, H. A. Daham, A. Salhi // Computers & Operations Research. — 2021. — Vol. 127. — Pp. 105141. DOI: 10.1016/j.cor.2020.105141.
9. Wong E. Y. C. Container drayage modelling with graph theory-based road connectivity assessment for sustainable freight transportation in new development area / E. Y. C. Wong, A. H. Tai, S. So // Computers & Industrial Engineering. — 2020. — Vol. 149. — Pp. 106810. DOI: 10.1016/j.cie.2020.106810.
10. Лубенцова В. С. Математические модели и методы в логистике: учебное пособие / В. С. Лубенцова, В. П. Радченко. — Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2008. — 157 с.
11. Kuznetsov A. L. Analytical Assessment of Stochastic Spread of Demand for the Port Storage Capacity / A. L. Kuznetsov, H. Oja, A. D. Semenov // TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. — 2020. — Vol. 14. — No. 4. — Pp. 841–844. DOI: 10.12716/1001.14.04.07.
12. Николаева Н. Н. Моделирование транспортных процессив систем: учеб. пособие / Н. Н. Николаев. — Зерноград: Изд. ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2012. — 144 с.
13. Троицкая Н. А. Интермодальные транспортные технологии: учебное пособие / Н. А. Троицкая, А. Б. Чубуков, М. В. Шилимов. — М.: Изд-во МАДИ (ГТУ), 2006. — 118 с.
14. Зырянов В. В. Методы формирования региональных транспортно-логистических систем / В. В. Зырянов, В. П. Миронюк, А. В. Шабанов. — Ростов н/Д: Изд-во РГСУ, 2004. — 128 с.
15. Бышов Н. В. Транспортная инфраструктура: учебное пособие / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский. — Рязань: Изд-во РГАТУ, 2012. — 212 с.
16. Пат. 207180 Российская Федерация, МПК В65D 88/00. Складной грузовой контейнер / О. А. Изотов, А. Л. Кузнецов; заяв. и патентообл. Государств. ун-т морского и речного флота им. адм. С. О. Макарова. — № 2021117155; заявл. 11.06.2021; опубл. 15.10.2021, Бюл. № 29.
17. Изотов О. А. Перспективы развития технологий перевозки сборных грузов в контейнерах / О. А. Изотов, А. Л. Кузнецов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. — 2020. — № 1. — С. 140–148. DOI: 10.24143/2073-1574-2020-1-140-148.

## REFERENCES

1. Kuznetsov, Aleksandr L., Aleksandr V. Kirichenko, and Anton D. Semenov. “Evaluating lead-time in complex supply chains by simulation technique.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 13.3 (2021): 372–383. DOI: 10.21821/2309-5180-2021-13-3-372-383.

2. Larin, O. N. *Tranzitnyi potentsial transportnykh sistem: uchebnoe posobie*. Chelyabinsk: Izdatel'skii tsentr YuUrGU, 2013.
3. Almetova, Zlata, Vladimir Shepelev, and Sergey Shepelev. "Optimization of delivery lot volumes in terminal complexes." *Transportation Research Procedia* 27 (2017): 396–403. DOI: 10.1016/j.trpro.2017.12.020.
4. Grzelakowski, A. S. "Global container shipping market development and Its impact on mega logistics system." *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation* 13.3 (2019): 529–535. DOI: 10.12716/1001.13.03.06.
5. Kuznetsov, A. L., A. V. Kirichenko, A. D. Semyonov, and H. Oja. "Planning Simulation Experiments in the Tasks of Studying the Operational Strategies of Container Terminals." *TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation* 14.4 (2020): 845–849. DOI: 10.12716/1001.14.04.08.
6. Lukinskii, V. S. *Modeli i metody teorii logistiki: uchebnoe posobie*. SPb.: Piter, 2007.
7. Santos, Tiago A., P. Martins, and C. Guedes Soares. "The impact of container terminal relocation on hinterland geography." *Journal of Transport Geography* 92 (2021): 103014. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2021.103014.
8. Yang, Xinan, Hajem A. Daham, and Abdellah Salhi. "Combined strip and discharge delivery of containers in heterogeneous fleets with time windows." *Computers & Operations Research* 127 (2021): 105141. DOI: 10.1016/j.cor.2020.105141.
9. Wong, Eugene Yin Cheung, Allen H. Tai, and Stuart So. "Container drayage modelling with graph theory-based road connectivity assessment for sustainable freight transportation in new development area." *Computers & Industrial Engineering* 149 (2020): 106810. DOI: 10.1016/j.cie.2020.106810.
10. Lubentsova, V.S., and V. P. Radchenko. *Matematicheskie modeli i metody v logistike: uchebnoe posobie*. Samara: Samar.gos.tekhn.un-t, 2008.
11. Kuznetsov, A. L., Hannu Oja, and Anton D. Semenov. "Analytical assessment of stochastic spread of demand for the port storage capacity." *TransNav, International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation* 14.4 (2020): 841–844. DOI: 10.12716/1001.14.04.07.
12. Nikolaeva, N. N. *Modelirovanie transportnykh protsessov i sistem: uchebnoe posobie*. Zernograd: Izd. FGBOU VPO AChGAA, 2012.
13. Troitskaya, N. A., A. B. Chubukov, and M. V. Shilimov. *Intermodal'nye transportnye tekhnologii: uchebnoe posobie*. M.: Izd-vo MADI (GTU), 2006.
14. Zyryanov, V. V., V. P. Mironyuk, and A. V. Shabanov. *Metody formirovaniya regional'nykh transportno-logisticheskikh sistem*. Rostov-na-Donu: Izd-vo RGSU, 2004.
15. Byshov, N. V., S. N. Borychev, and I. A. Uspenskii. *Transportnaya infrastruktura: uchebnoe posobie*. Ryazan': Izd-vo RGATU, 2012.
16. Izotov, O. A., and A. L. Kuznetsov. RU 207 180 U1, IPC B 65 D 88/00. Skladnoi gruzovoi konteiner. Russian Federation, assignee. Publ. 15 Oct. 2021.
17. Izotov, Oleg Albertovich, and Alexander Lvovich Kuznetsov. "Development prospects of technologies of grouped cargo containerization." *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Marine engineering and technologies* 1 (2020): 140–148. DOI: 10.24143/2073-1574-2020-1-140-148.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

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

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

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

Статья поступила в редакцию 18 марта 2022 г.  
Received: March 18, 2022.