

3. Hiremath, Anand M., Sachin Kumar Pandey, Dinesh Kumar, and Shyam R. Asolekar. "Ecological Engineering, Industrial Ecology and Eco-Industrial Networking Aspects of Ship Recycling Sector in India." *APCBEE Procedia* 10 (2014): 159-163. DOI:10.1016/J.APCBEE.2014.10.035
4. Руководство IMO по разделке судов (резолюция A.962(23) IMO)). СПб.: ЗАО ЦНИИМФ, 2004.
5. Resolution MEPC.197(62)-2011. Guidelines for the Development of the Inventory of Hazardous Materials. Web. 11 June 2015 <[http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/ShipRecycling/Documents/Resolution%20MEPC.197\(62\).pdf](http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/ShipRecycling/Documents/Resolution%20MEPC.197(62).pdf)>.
6. Gredasova, Irina Borisovna. "Razrabotka uchetnoj zapisi opasnyh materialov na bortu sudna v sootvetstvi s Gonkongskoj mezhdunarodnoj konvenciej o bezopasnoj i jekologicheski racionalnoj utilizacii sudov." *Aktualnye problemy zashhity okruzhajushhej sredy v himicheskoy promyshlennosti i smezhnyh oblastjah: sbornik trudov regionalnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. Cheboksary: Izd-vo "Porjadok", 2011: 31–33.
7. Gredasova, Irina Borisovna. "Razrabotka Plana utilizacii sudna." *14-j mezhdunarodnyj nauchno-promyshlennyj forum «Velikie reki '2012»: trudy kongressa Tom I*. N. Novgorod: Izd-vo FBOU VPO "VGAVT", 2012: 233–235.
8. Naumov, Viktor Stepanovich, and I. B. Kochneva. "The prospect of normative legal regulation of safe ship recycling." *Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admiral S.O. Makarova* 4(26) (2014): 32-37.
9. GOST 19439.3-74. Sudovye ehkspluatacionnye dokumenty. Tipovaya nomenklatura dokumentov dlya morskisudovisudovvnutrennegoplavaniya. Web. 11 June 2015<<http://gostrf.com/normadata/1/4294833/4294833897.htm>>.
10. GOST 19439.2-74. Sudovye ehkspluatacionnye dokumenty. Formulyary. Web. 11 June 2015 <<http://www.gostrf.com/standart/8/8250.htm>>.
11. Rossijskij Rechnoj Registr. Pravila. V 4-h tomah. T. I. M., 2008.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Наумов Виктор Степанович —
доктор технических наук, профессор.
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
igntat@yandex.ru
Кочнева Ирина Борисовна -
кандидат технических наук, доцент.
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
iringre@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Naumov Viktor Stepanovich —
Dr. of Technical science, professor.
Volga state university of water transport
igntat@yandex.ru
Kochneva Irina Borisovna —
PhD, associate professor.
Volga state university of water transport
iringre@mail.ru

Статья поступила в редакцию 17 июня 2015.

УДК 656.615

Д. Е. Жияев

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНОЙ ВМЕСТИМОСТИ КОНТЕЙНЕРНОГО СКЛАДА СУХОГО ПОРТА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПЕРЕМЕННОГО ГРУЗОПОТОКА

В данной работе рассмотрен подход к определению минимальной необходимой вместимости склада сухого порта для обработки заданного грузопотока. Методологическая основа исследования базируется на формализации и идеализации взаимодействия морского терминала и сухого порта. Рассмотрены составляющие элементы контейнерного склада сухого порта и определен порядок расчета его основных параметров — объем контейнерного склада и площадь каждой из площадок (для импортных грузов, экспортных грузов и порожних контейнеров). В условиях заданной интенсивности импортных и экспортных грузопотоков определена годовая и среднесуточная пропускная способность сухого порта. Исходя из этого, сформулирована такая оптимизационная задача для сухого порта, как нахождение минимальных зна-

чений параметров контейнерного склада, обеспечивающих выполнение функций сухого порта при заданной пропускной способности и переменных значениях входящих грузопотоков.

Ключевые слова: сухой порт, контейнерный склад, оптимизация контейнерного склада.

ОПТИМИЗАЦИЯ работы склада — актуальная проблема любого транспортного процесса, связанная с тем, что даже современный уровень развития транспортных коммуникаций не позволяет состыковать во времени и пространстве физическое перемещение груза с документационными формальностями. При интермодальной перевозке также в большинстве случаев груз проходит один или несколько этапов складирования в пунктах перевалки. При этом в отсутствие заинтересованности морских терминалов в хранении грузов как к непрофильному для них бизнесу складские площади зачастую подвергаются сокращению за счет более профильных структур, таких как подъездные пути, зоны обработки авто- и железнодорожного транспорта, либо выносятся за пределы терминала. Одновременно склад зачастую является «узким» местом с точки зрения пропускной способности терминала как логистической системы [1] – [5].

Цель и методология исследования. Целью исследования является определение минимально необходимой вместимости контейнерного склада сухого порта для обработки заданного грузопотока.

В системе морской терминал — сухой порт организуются два встречных потока: поток экспортных и поток импортных грузов. Разница пропускных способностей элементов системы терминала может свидетельствовать о нерационально используемых материальных (площадей, мощностей) и человеческих ресурсах. Сочетание элемента с минимальной пропускной способностью и элемента с более высокой пропускной способностью приводит к накоплению контейнерных грузов и образованию очередей на элементе с минимальной пропускной способностью [6]. При этом материальные и человеческие ресурсы, затрачиваемые в процессе обеспечения деятельности элемента с более высокой пропускной способностью, расходуются неэффективно.

Вместимость складов должна быть рассчитана на максимально возможные значения объемов переваливаемых грузов и не более того, поскольку неиспользуемые складские площади требуют дополнительных затрат на их обслуживание (аренда территории, охрана, освещение, сигнализация, электрификация, механизация, обслуживание промышленных площадей, оплата персонала и др.) [7]. Излишние (неиспользуемые) складские площади должны быть выведены из промышленной эксплуатации либо репрофилированы на выполнение других задач (длительное хранение, субаренда, производство, жилые и офисные помещения и др.). Оптимизации подлежат как стационарные и мобильные объекты (промышленные сооружения, погрузочная техника, автотранспорт, железнодорожный транспорт), так и материально-технические, финансовые и людские ресурсы, необходимые для поддержания рациональной производственной деятельности на терминалах [8].

Современные порты и терминалы проектируются с учетом определенных предположений разработчиков о том, что ситуации простоя или ожидания морских или сухопутных транспортных средств недопустимы, а интенсивности входящих и исходящих грузопотоков на терминалы близки к некоторым средним значениям [9]. Однако на практике возможны значительные отклонения параметров грузопотоков от ожидаемых значений.

Содержательная постановка задачи. Импорт. Даны морской терминал и сухой порт малой удаленности. Транспортное взаимодействие между ними в целях настоящего исследования осуществляется железнодорожным транспортом. На морской терминал груз поступает морским транспортом, затем он перемещается железнодорожным транспортом в сухой порт и далее, после выполнения таможенных формальностей, направляется грузополучателю.

Экспорт. Грузоотправитель формирует заявки железнодорожному оператору на отправку контейнерного груза, который доставляется в сухой порт и после выполнения таможенных формальностей направляется в морской терминал для последующей отправки морем. По определению

пропускная способность сухого порта должна быть меньше пропускной способности морского терминала. Данное обстоятельство обусловлено тем, что часть контейнеров вывозится с морского терминала без участия сухого порта:

$$Q_{st} \ll Q_{mt}.$$

где Q_{st} — пропускная способность сухого порта; Q_{mt} — пропускная морского терминала.

В случае, если грузооборот морского порта снижается (как это наблюдается на примере АО «ПКТ» г. Санкт-Петербурга в 2014 – 2015 гг.), уменьшение количества переваливаемых грузов также должно отразиться на загрузенности сухого порта [10] – [13]. Снижение тарифов на услуги сухого порта в условиях нерационального использования собственных ресурсов и площадей может привести к падению доходности данного предприятия вплоть до состояния убыточности. Следует определить диапазон безубыточности сухого порта в условиях снижающегося грузооборота за счет оптимизации внутренних ресурсов, и в частности контейнерного склада. При определенных значениях грузооборота функционирование предприятия сухого порта представляется нецелесообразным в связи с невозможностью дальнейшего сокращения используемых собственных ресурсов и площадей. В более выгодной ситуации по сравнению с сухим портом в условиях падения грузоперевозок находится морской терминал, поскольку он является монопольным звеном между грузоотправителем и морским перевозчиком.

Потенциальные возможности обработки грузов в сухом порту определяются пропускной способностью сухого порта, которая определяется, в свою очередь, минимальным значением из множества пропускных способностей железнодорожного грузового, складского, и автомобильного фронтов:

$$Q_{dp}^p = \min\{Q_{scf}; Q_{ssf}; Q_{saf}\}, \quad (1)$$

где Q_{dp}^p — пропускная способность сухого порта; Q_{scf} — пропускная способность железнодорожного грузового фронта; Q_{ssf} — пропускная способность складского фронта; Q_{saf} — пропускная способность автомобильного тылового фронта.

Как один из важнейших инфраструктурных элементов сухого порта, склад может быть представлен в виде трех составляющих: площадки для импортных грузов, площадки для экспортных грузов и площадки для порожних контейнеров. Вводится следующее допущение: на контейнерную площадку поступают экспортные и импортные грузы, динамика которых различна и существует преобладание одной динамики над другой. Определим объем площадки для импортных грузов, исходя из следующего условия.

Дано: интенсивность поступления импортных грузов в сухой порт, которая рассчитывается на основе входящей интенсивности поступления грузов, с которой не справляется морской терминал с учетом прогнозных значений роста переваливаемых грузов в TEUs. Исходя из этой интенсивности, рассчитывается емкость контейнерной площадки и её пропускная способность.

Найти объем площадки для импортных грузов.

Пропускная способность площадки для импортных и экспортных грузов должна быть не меньше проектируемой пропускной способности сухого порта Q_{dp}^p :

$$Q_{idp} + Q_{edp} \geq Q_{dp}^p, \quad (2)$$

где Q_{idp} — пропускная способность площадки для импортных грузов; Q_{edp} — пропускная способность площадки для экспортных грузов, и равна максимальной интенсивности убытия $Q_{idp}^{ex}(V_{dp}^i)$ импортных и экспортных $Q_{edp}^{ex}(V_{dp}^e)$ грузов при максимальной интенсивности их поступления $Q_{idp}^{en}(V_{dp}^i)$, $Q_{edp}^{en}(V_{dp}^e)$ с учетом объема площадки для импортных V_{dp}^i и экспортных V_{dp}^e грузов.

Общий объем контейнерного склада будет равен сумме объемов экспортной, импортной и площадки для порожних контейнеров:

$$V_{dp} = V_{dp}^i + V_{dp}^e + V_{pdp}, \quad (3)$$

где V_{dp}^i — объем площадки для импортных грузов; V_{dp}^e — объем площадки для экспортных грузов; V_{pdp} — объем площадки для порожних контейнеров.

В связи с различными интенсивностями поступления входящих импортных грузопотоков $(\Delta Q_{st} - Q_{dp}^{is})$ на контейнерной площадке происходит накопление потоков импортных грузов, которые задерживаются на время t_{dp}^{ic} их таможенного оформления, и потоков грузов с интенсивностями Q_{dp}^{ic} , содержащихся на площадке по другим причинам (разукomплектование, перетарка, интершип-пинг, временное хранение, арест и др.) в течение времени t_{dp}^{ic} .

Требуемый объем площадки для импортных грузов в TEUs рассчитывается как сумма первого интеграла разности интенсивности входящих импортных грузов по длительности их таможенного оформления и второго интеграла интенсивности накопления импортных грузов по другим причинам, исходя из длительности их нахождения в сухом порту:

$$V_{dp}^i = \int_0^{t_{dp}^{ic}} (\Delta Q_{st} - Q_{dp}^{is}) dt + \int_0^{t_{dp}^{ic}} Q_{dp}^{is} dt. \quad (4)$$

Размерности интенсивностей в выражении (4) следует привести к единой величине по времени с переменной интегрирования t .

Исходя из площади, занимаемой одним TEU (S_{1TEU}), и предельной высоты штабелирования контейнеров на контейнерной площадке — $\max h_k$, можно рассчитать площадь S_{dp}^i , занимаемую контейнерной площадкой с импортными грузами с учетом установки необходимого перегрузочного оборудования и технологических проездов, соединяющих объекты сухого порта — S_{dp}^{it} :

$$S_{dp}^i = S_{1TEU} \cdot \frac{V_{dp}^i}{\max h_k} + S_{dp}^{it}. \quad (5)$$

Определение пропускной способности площадки для экспортных грузов. Для расчета емкости площадки для экспортных грузов используется прогнозная модель, учитывающая динамику изменения объема экспортных грузов, с которыми будет работать терминал.

В связи с различной интенсивностью поступления входящих экспортных грузов на контейнерной площадке происходит накопление потоков экспортных грузов с учетом прогнозных значений роста объема перевалки экспортных грузов $(\max Q_{edp}^p + \Delta Q_{dp}^p - Q_{dp}^{es})$, которые задерживаются на время t_{dp}^{ea} их таможенного оформления и накопления судовой партии, а также потоков грузов с интенсивностью Q_{dp}^{es} , содержащихся на площадке другим причинам (разукomплектование, перетарка, временное хранение, арест и др.), на время t_{ds}^{es} .

Требуемый объем экспортной контейнерной площадки в TEUs рассчитывается как сумма первого интеграла интенсивности входящих экспортных грузов по длительности их таможенного оформления и второго интеграла интенсивности накопления входящих экспортных грузов по другим причинам, исходя из длительности их нахождения в сухом порту:

$$V_{dp}^e = \int_0^{t_{dp}^{ec}} (\max Q_{edp}^p + \Delta Q_{dp}^p - Q_{dp}^{es}) dt + \int_0^{t_{dp}^{es}} Q_{dp}^{es} dt. \quad (6)$$

Размерность интенсивности в выражении (6) следует привести к единой размерности по времени с переменной интегрирования t .

По аналогии с выражением (5) площадь контейнерной площадки с экспортными грузами равна:

$$S_{dp}^e = S_{1TEU} \cdot \frac{V_{dp}^e}{\max h_k} + S_{dp}^{et}. \quad (7)$$

Определение пропускной способности площадки порожних контейнеров. Площадка порожних контейнеров формируется за счет освобожденных от импортных грузов и не заполненных экспортными грузами контейнеров. Поэтому разность интенсивностей в TEUs импортных и экспортных грузопотоков, умноженная на время заполнения склада $(\Delta T = T_f - T_e)$, даст величину объема склада порожних контейнеров:

$$V_{pdp} = \int_{T_e}^{T_f} (Q_{idp} - Q_{edp}) dT. \quad (8)$$

По аналогии с выражением (5) площадь склада порожних контейнеров определяется в виде

$$S_{dp}^p = S_{TEU} \cdot \frac{\max V_{pdp}}{\max h_k} + S_{dp}^{pt}. \quad (9)$$

Годовой грузооборот сухого порта будет определяться суммой суточных интенсивностей экспортных и импортных грузопотоков за 365 сут года:

$$\Lambda_{dp} = \sum_{i=1}^{i=365} (= \int_{T_e}^{T_f} (Q_{idp} + Q_{edp}) = \int_1^{365} (Q_{idp} + Q_{edp}) di, \quad (10)$$

где Λ_{dp} — годовой грузооборот сухого порта; Q_{idp} — суточная интенсивность экспортных грузопотоков; Q_{edp} — суточная интенсивность импортных грузопотоков.

Средние значения суточных интенсивностей экспортных и импортных грузопотоков равны отношению годового грузооборота сухого порта к количеству суток в году:

$$Q_{cp} = \frac{\Lambda_{cp}}{365}, \quad (11)$$

где Q_{cp} — среднесуточный грузооборот сухого порта.

Оптимизационная задача для сухого порта формулируется как нахождение минимальных значений параметров контейнерного склада, обеспечивающих выполнение функций сухого порта при заданной его пропускной способности и переменных значениях грузопотоков:

$$\begin{cases} V_{dp} \rightarrow \min; \\ Q_{dp}^p = \text{const}; \\ Q_{cp} = \text{var}. \end{cases} \quad (12)$$

В случае, если экспортные грузопотоки превысят импортные грузопотоки, то тогда порожние контейнеры будут прибывать вместе с импортным грузом, как это происходит сейчас, например, в Китае. При этом если интенсивность поступления импортных и экспортных грузопотоков будет приблизительно одинакова, то площади, отведенные под площадку для экспортных контейнеров, можно будет использовать для хранения контейнеров с экспортным или импортным грузом, тем самым, в случае необходимости, повышая пропускную способность склада.

Выводы

1. Разница пропускной способности элементов системы терминала может свидетельствовать о нерационально используемых материальных (площадей, мощностей) и человеческих ресурсах.
2. Излишние (неиспользуемые) складские площади должны быть выведены из промышленной эксплуатации либо перепрофилированы для выполнения других задач (длительное хранение, субаренда, производство, жилые и офисные помещения и др.).
3. При расчете пропускной способности сухого порта необходимо анализировать каждый грузовой фронт с целью выявления потенциальных рисков накопления контейнеров внутри фронта, поскольку многие из этих рисков не поддаются вычислению, однако могут оказывать существенное влияние на реальную пропускную способность фронта.
4. Требуемый объем импортной (экспортной) контейнерной площадки рассчитывается как сумма одного интеграла разности интенсивностей входящих и исходящих грузов по длительности их таможенного оформления и второго интеграла интенсивности накопления импортных (экспортных) грузов в связи с нештатными причинами по длительности их нахождения в сухом порту.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Король Р. Г. Факторы, влияющие на распределение грузопотока между морским портом и тыловым терминалом «сухим портом» / Р. Г. Король // Повышение эффективности перевозок и транспортная логистика: сб. науч. тр. — Хабаровск: ДВГУПС, 2012. — С. 59–64.

2. Кузнецов А. Л. Сравнение различных методик оценки требуемой вместимости склада при технологическом проектировании контейнерных терминалов / А. Л. Кузнецов, Е. Ю. Козлова // Эксплуатация морского транспорта. — 2008. — № 4 (54). — С. 18–20.
3. Кузнецов А. Л. Морские и сухопутные порты в новой мировой системе грузораспределения / А. Л. Кузнецов // Эксплуатация морского транспорта. — 2009. — № 1 (55). — С. 9–12.
4. Степанов А. Л. Проектирование морских терминалов / А. Л. Степанов, А. Л. Кузнецов, О. И. Титберия // Терминал. — 2002. — № 4–5 (34–35). — С. 26–31.
5. Панова Ю. Н. Обоснование этапности развития тыловых контейнерных терминалов: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.08 / Ю. Н. Панова. — СПб.: ПГУПС, 2012. — 148 с.
6. Король Р. Г. Принципы выбора месторасположения тыловых терминалов «сухих портов» / Р. Г. Король // Инновационные технологии в автоматике, информатике и телекоммуникациях: сб. трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. — Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2013. — С. 252–257.
7. Жилиев Д. Е. Анализ эффективности технологии «сухой порт» (на примере «Большого порта Санкт-Петербург») / Д. Е. Жилиев, А. В. Есенов // Речной Транспорт (XXI век). — 2015. — № 2 (73). — С. 41–43.
8. Малыхин М. О. Обоснование исходных данных при моделировании вывоза контейнеров из порта на тыловой терминал с применением технологии «блок-трейн» / М. О. Малыхин, А. В. Кириченко // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2015. — № 4 (32). — С. 22–30.
9. Тараканов Н. Л. Формирование терминально-распределительных комплексов в системе взаимодействия с интегрированными логистическими платформами морских портов / Н. Л. Тараканов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2013. — № 2 (21). — С. 108–111.
10. Грузооборот морских портов России за январь-март 2015 г. [Электронный ресурс]: Официальный сайт Ассоциации морских торговых портов. — Режим доступа <http://www.morport.com/rus/publications/document1661.shtml> (дата обращения: 15.08.2015).
11. Щербакова-Слюсаренко В. Н. Концепция сухих портов в мире и в Российской Федерации / В. Н. Щербакова-Слюсаренко // Системный анализ и логистика на транспорте: Материалы 2-й Межвуз. науч.-практ. конф. — СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2014. — С. 76–89.
12. Roso V. Evaluation of the dry port concept from an environmental perspective: A note / V. Roso // Transportation Research Part D: Transport and Environment. — 2007. — Vol. 12. — № 7. — Pp. 523–527. DOI:10.1016/j.trd.2007.07.001
13. Roso V. Emergence and significance of dry ports: the case of the Port of Göteborg / V. Roso // World Review of Intermodal Transportation Research. — 2009. — Vol. 2. — № 4. — Pp. 296–310.

DETERMIMINAION OF MINIMUM NECESSARY STORAGE CAPACITY OF A DRY PORT CONTAINER YARD WITH A SCHEDULED CARGO TURNOVER

This article is devoted to the definition of the minimum necessary storage capacity of dry port container yard with a scheduled cargo turnover. The methodological basis of the study is based on the formalization and the idealization of the interaction of marine terminal and dry port. The components of dry port container yard have been studied and the method of calculation of its main characteristics i.e. container yard capacity and space required for each of the areas have been defined (for import and export cargoes as well as for empty containers). Under the set conditions of import and export intensities of arrival of goods the average annual and daily throughput of dry port is determined. Based on this has been formed an optimization problem for a dry port as finding a minimum containers depot capacity ensuring dry port operation under the set throughput and variable incoming cargo flows.

Keywords: dry port, container depot, container yard optimization.

REFERENCES

1. Korol, R. G. “Faktoy, vliiaiushchie na raspredelenie gruzopotoka mezhdru morskim portom i tylovym terminalom «sukhim portom».” *Povyshenie effektivnosti perevozok i transportnaia logistika: sbornik nauchnykh trudov*. Khabarovsk: DVGUPS, 2012: 59–64.

2. Kuznetsov, A. L., and E. J. Kozlova. "The comparative study of different assessment techniques for the stack size at the container terminal's technologic design stage." *Jekspluatacija morskogo transporta* 4 (2008): 9–14.
3. Kuznetsov, A. L. "Sea and dry ports in the new world cargo distribution system." *Jekspluatacija morskogo transporta* 1 (2009): 9–12.
4. Stepanov, A. L., A. L. Kuznecov, and O. I. Titberija. "Proektirovanie morskikh terminalov." *Terminal* 4–5(34–35) (2002): 26–31.
5. Panova, Ju. N. Obosnovanie etapnosti razvitiia tylovykh konteynernykh terminalov: Abstract of Ph.D. (Tech.) dissertation. SPb.: PGUPS, 2012.
6. Korol, R. G. "Printsipy vybora mestoraspologheniia tylovykh terminalov «sukhikh portov»." *Innovatsionnye tekhnologii v avtomatike, informatike i telekommunikatsiiakh: sb. trudov Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem*. Khabarovsk: Izd-vo DVGUPS, 2013: 252–257.
7. Zhilyaev, D. E., and A. V. Esenov. "The analysis of effectiveness of the technology «dry port» (on the example of «Big port «Saint-Petersburg»)." *River transport (XXIst century)* 2 (73) (2015): 41–43.
8. Malihin, M. O., and A. V. Kirichenko. "Justification of the original data in the simulation of containers' carriage from sea terminal to dry port with the use of technology «block-train»." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admiral S.O. Makarova* 4(32) (2015): 22–30.
9. Tarakanov, N. L. "Formation of terminal-distribution complexes in the system of collaboration with the integrated logistics platforms of sea-ports." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admiral S. O. Makarova* 2(21) (2013): 108–112.
10. Gruzooborot morskikh portov Rossii za ianvar-mart 2015 g. Web. 15 Aug. 2015 <<http://www.morport.com/rus/publications/document1661.shtml>>.
11. Shcherbakova-Sliusarenko, V. N. "Kontseptciia sukhikh portov v mire i v Rossiiskoi Federatsii." *Sistemnyi analiz i logistika na transporte: Materialy 2-oi Mezhvuzovskoi nauch.-prakt. konf.* SPb.: Izd-vo GUMRF im. adm. S.O. Makarova, 2014: 76–89.
12. Roso, Violeta. "Evaluation of the dry port concept from an environmental perspective: A note." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 12.7 (2007): 523–527. DOI:10.1016/j.trd.2007.07.001
13. Roso, V. "Emergence and significance of dry ports: the case of the Port of Göteborg." *World Review of Intermodal Transportation Research* 2.4(2009): 296–310.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Жиляев Дмитрий Евгеньевич —
аспирант.
Научный руководитель:
Васильев Юрий Иванович —
кандидат технических наук, профессор.
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С. О. Макарова»
Dmitzhil@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Zhiliaev Dmitrii Evgnievich —
Postgraduate.
Supervisor:
Vasiliev Yurii Ivanovich —
PhD, associate professor.
Admiral Makarov State University
of Maritime and Inland Shipping
Dmitzhil@mail.ru

Статья поступила в редакцию 25 августа 2015 г.

УДК 656.027

Д. А. Головцов

ЗАДАЧА МАРШРУТИЗАЦИИ СУДОВ С РАЗЛИЧНОЙ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ МОРСКОГО ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ

В статье рассматривается одна из наиболее важных задач транспортной логистики — задача маршрутизации транспортных средств. В частности, предлагается метод решения одной из наиболее актуальных для практического применения подзадач проблемы маршрутизации, а именно, задачи маршрутизации судов разной грузоподъемности. Для нахождения решения задачи предлагается использовать