

*Тимошек Елена Сергеевна, старший преподаватель кафедры управления морским транспортом МГУ им. адм. Г.И. Невельского,
e-mail: timoshek-es@mail.ru*

*Чуйкова Светлана Евгеньевна, студентка кафедры управления морским транспортом МГУ им. адм. Г.И. Невельского,
e-mail: svetac1998@list.ru*

*Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского (МГУ им. адм. Г.И. Невельского),
690059, г. Владивосток, ул. Верхнепортовая, 50а*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОНЫ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ФЛОТА В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ НА ПРИМЕРЕ ГРУППЫ СУДОВ КОМПАНИИ ООО «МАРИНТЭК»

Ключевые слова: морской транспорт, управление работой флота, контейнерные перевозки, графический метод, выбор оптимального судна.

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы, связанные с оптимизацией процесса доставки грузов снабжения в восточную часть Арктического побережья. Объектом исследования является транспортно-экспедиторская деятельность компании ООО «МаринТЭК». В качестве инструмента для принятия управленческих решений предложен графический способ определения зон эффективного использования судов. Практическое применение предложенного способа позволяет обеспечить оптимальное управление каботажными перевозками в транспортном комплексе, выполнить оценку эффективности использования судна на конкретном участке транспортной сети. В статье также обозначены проблемы связанные с производством погрузо-разгрузочных работ на рейде, и определена дополнительная задача, которую необходимо решить в ходе дальнейших исследований: оптимальное использование вспомогательных плавсредств для доставки грузов на необорудованный берег.

Введение

Основная задача планирования и организации производства во всех отраслях народного хозяйства, в том числе на морском транспорте, заключается в том, чтобы выявить и сравнить друг с другом все возможные плановые и организационные решения и выбрать из них для практической реализации наиболее подходящие. Оптимальное планирование особо важно для тех экономических процессов, на которые оказывают влияние большое количество всевозможных факторов. Эксплуатация морского флота тесно переплетается с работой портов, судоремонтных заводов, организации материально-технического снабжения, с различными видами транспорта; она зависит от размещения по экономическим районам страны экспортных ресурсов и от импортного потребления районирования грузовых потоков, конъюнктуры мирового фрахтового рынка и так далее. Всё это выдвигает перед работниками морского транспорта множество сложных экономических и эксплуатационных задач, наилучшее решение которых нельзя получить без применения математических методов [1, 2]. Эти методы разнообразны. Применение каждого из них определяется характером и целью конкретной задачи, различными специфическими условиями работы предприятий морского транспорта, что подтверждается научными обзорами, представленными в статьях [3–5]. Например, для анализа существующей системы терминальной обработки грузов и оценки работоспособности предлагаемых вариантов совершенствования системы управления потоковыми процессами на контейнерном терминале применяются методы имитационного моделирования [6, 7], системного анализа [8] и сетевого планирования [9]. В последние годы в морской практике стали активно разрабатываться и применяться математические модели на основе теории катастроф и теории графов для диагностики состояния системы управления морскими динамическими объектами и предотвращения возникновения аварийных ситуаций [10–12]. По-прежнему остается актуальным и активно развивается и одно из старейших направлений исследования операций – оптимизация работы флота с использованием как классических методов линейного программирования [13–15], так и новых подходов к математическому моделированию с применением нечетких нейросетевых технологий [16].

Объектом исследования в данной научной работе являлась транспортно-экспедиторская деятельность компании ООО «МаринТЭК», связанная с обеспечением районов Севера и Восточной Арктики, не имеющих портовой инфраструктуры, грузами снабжения. Перевозки осуществляются арендованным флотом. Практически все суда фрахтуются у «Камчатского морского пароходства» – компании с собственным флотом и с выстроенной портовой инфраструктурой, которая обеспечивает высокую скорость грузовых операций в порту Владивосток.

Следует отметить, что компания ООО «МаринТЭК» владеет собственным контейнерным парком, которому в 2013 году был официально присвоен контейнерный код, о чём свидетельствует сертификат Bureau International des Containers (BIC). Основную долю грузоперевозок компании составляют генеральные грузы, отправляемые в 20-футовых контейнерах (ДФЭ). Коэффициент использования контейнеровместимости, для судов, осуществляющих перевозку грузов в контейнерах, показывает степень ее использования на момент отхода из начального порта отправления и определяется через отношение фактически перевезенных контейнеров к контейнеровместимости судна.

Анализ статистических данных по объемам перевезенного груза в каждом рейсе компании, выполненном в 2018 году, показал, что коэффициент загрузки судов варьируется от 0,4 до 0,5. Это, с одной стороны, подтверждает то, что большую часть перевезенного груза составляют контейнеры. С другой стороны, говорит о том, что в связи с наблюдаемым ростом объема контейнерных перевозок, характерным для данной компании, возникает потребность в разработке методики подбора такого суда для перевозок, чтобы коэффициент использования контейнеровместимости был близок к единице при минимуме эксплуатационных затрат.

Методы и Материалы

В качестве инструментария принятия управленческих решений, направленных на формирование оптимального списка арендуемого флота для компании ООО «МаринТЭК» было предложено использовать графический способ определения зоны эффективного использования судов по себестоимости перевозки из-за его простоты и наглядности. Критерием оптимальности в данном случае является следующее: «Судно закрепляется за данной Арктической зоной, если себестоимость его работы в зоне будет наименьшей по сравнению с другими судами, при условии выполнения заданного объема грузопотока».

На начальном этапе данного метода необходимо подобрать группу судов, эксплуатационные характеристики которых будут отличаться между собой – в частности, имеют различную контейнеровместимость. При этом главное требование, предъявляемое к сравнению любых вариантов, заключается в их сопоставимости. Это значит, что все выбранные для сравнения варианты новых типов судов, как по условиям, так и по нормативам, показателям и исходным данным должны быть сопоставимы. Если по какому-либо варианту нельзя обеспечить его сопоставимости с другими вариантами, то этот вариант должен быть исключен из сравнения.

В качестве критерия оптимальности используется себестоимость перевозки одного контейнера в рублях:

$$S_k = \frac{R_p}{\alpha_3 D_k}, \quad (1)$$

где R_p – расходы судна за рейс, руб.;

α_3 – коэффициент использования загрузки судна,

D_k – контейнеровместимость судна, ДФЭ.

В свою очередь расходы судна за рейс, пользуясь ставками судно-суточного содержания судна на ходу и на стоянке, можно представить как:

$$R_p = s_x \times t_x + s_{ст} \times t_{ст}, \quad (2)$$

где s_x – суточная норма эксплуатационных расходов на ходу, руб./сут.;

t_x – ходовое время судна за рейс, дни;

$s_{ст}$ – суточная норма эксплуатационных расходов на стоянке, руб./сут.;

$t_{ст}$ – стояночное время судна за рейс, дни.

Преобразовав формулу (2), получим:

$$R_p = s_x \times \frac{L}{V} + s_{ст} \times \frac{n \times \alpha_3 \times D_k}{M}, \quad (3)$$

где L – протяженность, мили;

V – суточная скорость судна, мили;

n – коэффициент, показывающий число погрузок и разгрузок судна;

\overline{M} – средне-суточная норма грузовых работ в портах по данному грузу, конт./сут.

Подставим уравнение (3) в формулу (1) и получим:

$$S_k = \frac{s_x \times L}{\alpha_3 \times D_k \times V} + \frac{n \times s_{ст}}{\overline{M}}, \quad (4)$$

В формуле (4) выполняются преобразования: в правой части равенства выносят за скобки величину $\frac{1}{\bar{M}}$; делают замену переменных. Выражение $\frac{S_x}{D_k \times V}$ обозначается как s'_x , а выражение $\frac{\bar{M} \times L}{\alpha_3} - Z$. В результате преобразований получают:

$$S_x = \frac{1}{\bar{M}} (s'_x \times Z + n \times S_{ст}), \quad (5)$$

Уравнение (5) является уравнением прямой линии в системе осей координат, где на оси абсцисс откладываются значение Z как комплексной характеристики линии, а на оси ординат – величина S_x в масштабе $1: \bar{M}$. Величина s'_x есть угловой коэффициент прямой, равный $tg \alpha$. На основе этого уравнения можно построить график позволяющий определять зоны эффективного использования судов. Для построения графика необходимо выполнить ряд последовательных шагов.

1. Устанавливается величина Z_{max} как частного от деления значения наибольшего параметра $\bar{M}L$ на $\alpha_{3,min}$, т. е.:

$$Z_{max} = \frac{\bar{M}_{max} \times L_{max}}{\alpha_3}, \quad (6)$$

где $\bar{M}L$ – величина, характеризующая линию. Физический смысл ее состоит в том, что \bar{M} количества груза в контейнерах, погруженного в судно за сутки, уже подготовлено к перевозке на L миль. Размерность этого параметра – конт.-мили в сутки.

2. Определяется расчетная суточная норма эксплуатационных расходов на ходу и на стоянке для всех судов, подлежащих сравнению.

3. Определяется коэффициент, показывающий норму расходов на конт. -милю:

$$s'_x = \frac{S_x}{D_{конт.} \times V}, \quad (7)$$

где $D_{конт.} \times V$ – параметр, характеризующий производственную мощность судна, размерность которого – конт.-мили в сутки.

4. Определяется расчетная величина B в условиях Z_{max} :

$$B = s'_x \times Z_{max} + n \times S_{ст} \quad (8)$$

5. Вычерчивается сетка графика в масштабе $1: \bar{M}$, при этом учитывается предельное значение:

$$x_{max} = Z_{max} \quad (9)$$

и

$$y_{max} = B \quad (10)$$

6. По оси ординат при $x = 0$ для каждого судна откладывается величина по левой рамке графика:

$$y = n \times S_{ст} \quad (11)$$

7. По вертикальной линии, параллельной оси ординат и отстоящей от начала координат на величину $x = Z_{max}$, откладывается для каждого судна величина:

$$y = B = s'_x \times Z_{max} + 8 S_{ст} \quad (12)$$

8. Точки соответственно каждому судну, засеченные на левой и правой стороне рамки, соединяются между собой прямыми линиями, которые и являются графической характеристикой себестоимости каждого из сравниваемых судов.

Результаты

С помощью описанного метода был выполнен анализ использования судов, арендуемых компанией ООО «МаринТЭК» за последние три года. Используются исходные данные: максимальная протяженность пути в рейсе $L = 3483$ миль; норма грузовых работ $\bar{M} = 150$ конт. в сутки; коэффициент использования загрузки судна $\alpha_3 = 0,5$; коэффициент числа погрузок и разгрузок судна $n = 8$. Состав флота: «СТ Конфиденс», «Семен Дежнев», «Николай Ахромеев», «Иван Капралов», «Владимир Мясников», «Олег Таволжанский». Порты захода: Беринговский, Анадырь, Энмелен, Провидения, Лаврентия, Нешкан, Певек. Следует отметить, что

самым удаленным портом от начального порта Владивосток является порт Певек, поэтому максимальное значение $Z_{\max} = 1044900$ конт. -мили соответствует данному порту. Расчетные данные для построения графика представлены в таблице 1, график представлен на рис. 1.

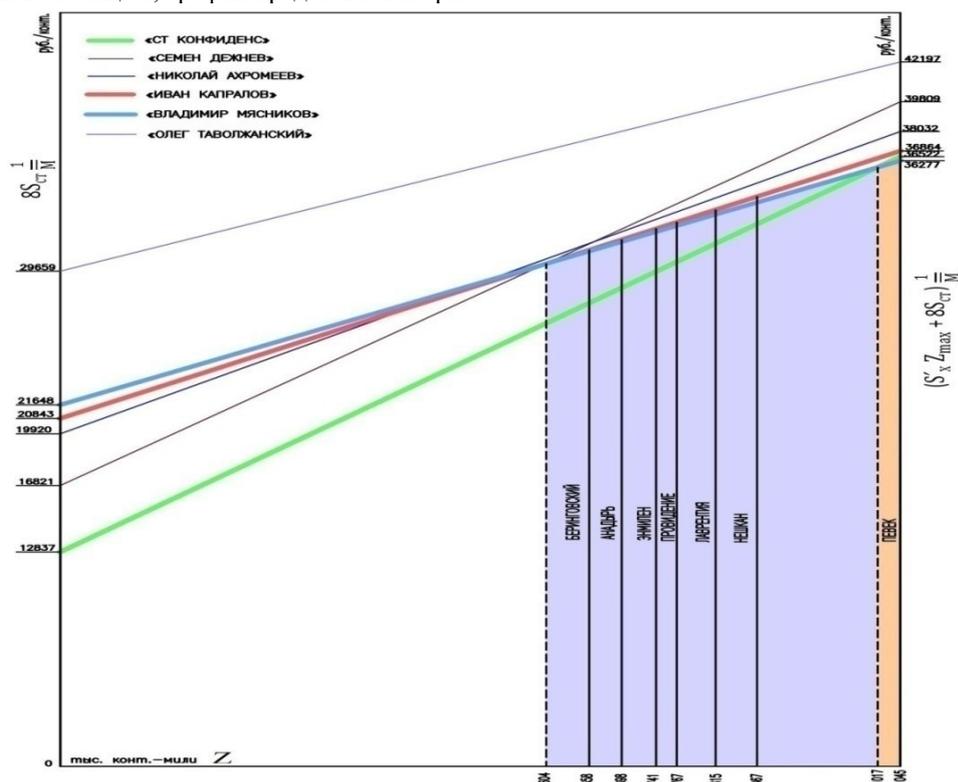


Рис. 1. Определение зоны эффективного использования судов

Из графика видно, что на заданной линии в заданном рейсе при $Z = 1044900$ конт. -миль самым выгодным судном является судно «Владимир Мясников» с контейнеровместимостью 678 ДФЭ и с себестоимостью перевозки одного контейнера 36277 руб. Преимущество этого судна сохраняется при уменьшении характеристики Z до 1017000 конт. -миль, т. е. до точки пересечения линии судна «Владимир Мясников» с линией судна «СТ Конфиденс» с контейнеровместимостью 276 ДФЭ и себестоимостью перевозки одного контейнера 36522 руб. Преимущество данного судна будет сохраняться на всем оставшемся промежутке, т. е. на промежутке от 1017000 конт.- миль и до конца.

По отчетным данным о рейсах компании за 2016–2018 года, известно, что перевозки никогда не осуществляются сразу во все порты захода, поэтому был рассмотрен вариант рейса с крайней точкой захода не в порт Певек, а в предпоследний по дальности порт Нешкан ($L = 2889$ миль). По результатам выполненных расчетов пришли к выводу, что если у компании не будет заявки на перевозку грузов в порт Певек, то преимущественным судном для рейса будет «СТ Конфиденс» с себестоимостью перевозки одного контейнера 30878 руб./конт.

Аналогично были построены графики для определения зон эффективного использования судов для каждого из портов судозахода и даны практические рекомендации по выбору оптимального судна для каждого участка маршрута. В частности, анализ показал, что использование судна «Николай Ахромеев» неэффективно на маршруте «Владивосток – Певек» и может быть в дальнейшем заменено на более экономичное – «Иван Капралов». В случае замены судов на данном участке стоимость перевозки одного контейнера снизится на 1168 руб.

Таблица 1

Исходные данные для построения графика по себестоимости судов

Суда	$8S_{ст}$	$s'_{x} Z_{\max}$	$B = s'_{x} Z_{\max} + 8S_{ст}$
«СТ Конфиденс»	1925600	3552660	5478260
«Семен Дежнев»	2523200	3448170	5971370
«Николай Ахромеев»	2988000	2716740	5704740
«Иван Капралов»	3126400	2403270	5529670
«Владимир Мясников»	3247200	2194290	5441490
«Олег Таволжанский»	4448800	1880820	6329620

Выводы

Предложенный в работе графический способ определения зон эффективного использования судов позволяет решить две задачи. Во-первых, выбрать выгодные для аренды суда у «Камчатского морского пароходства». Во-вторых, определить на каких участках маршрута эти арендованные суда необходимо использовать.

Обсуждение

Следует отметить, что ООО «МаринТЭК» позиционирует себя на рынке экспедиторских услуг как компания, предоставляющая услуги по доставке грузов в районы Севера и Восточной Арктики, не имеющие портовой инфраструктуры. При этом все арендованные за последние три года суда компании имеют осадку в грузу от 6 до 10 м и по этой причине вынуждены осуществлять рейдовую выгрузку. Таким образом, в ходе дальнейших исследований необходимо решить дополнительную задачу, связанную с оптимальным использованием вспомогательных плавсредств для доставки грузов на необорудованный берег.

Для решения этой задачи предлагаются следующие способы. Первый – использовать специализированные суда, эксплуатация которых предусматривает контакты с грунтом. В основе работы таких судов заложен принцип обсушения их корпуса на грунте для проведения грузовых операций. Мировая практика использования таких судов представлена в работе [17]. Следует отметить, что в России подобных судов практически нет, поэтому в данном варианте необходимо рассматривать вопросы, связанные с закупкой для компании подобных судов в Китае.

Второй способ – продолжать осуществлять рейдовую выгрузку грузов, при этом учитывать сложности, связанные с погодными условиями, прежде всего, изменчивостью ледовой обстановки, и необходимостью доставки груза на склады, значительно удаленные от побережья. В работе [18, с. 354] отмечено, что «предельное бездорожье Арктического побережья в восточной его части отличается высокой крутизной галечных пляжей, уклон которых составляет в среднем 8°». Это обстоятельство не позволяет использовать транспорт на воздушной подушке для доставки груза на берег, так как для работы подобных судов уклон берега не должен превышать 2°. Кроме того, перевалка груза с морских плавсредств на сухопутные у среза воды в условиях прибоя является трудоемкой и травмоопасной. Один из вариантов решения задачи доставки грузов в перечисленных выше условиях – это использование амфибийного перегрузочного транспорта. В частности, можно рассмотреть вопрос применения мореходных вездеходов на воздухоопорных гусеницах [19, 20]. Как утверждают разработчики данного вездехода [21], технические характеристики машины позволяют обеспечивать безопасную погрузку грузов у борта судна на расстоянии 2–5 км от берега при волнении 3–4 балла, в битом льду, на припайной или плавающей льдине; обеспечить мореходность в 4 балла, проходимость в битом льду, по заснеженному льду, безопасный сход с припаянного льда в воду, надежный выход из воды на лед, устойчивое движение одним бортом по воде, другим по льду, преодоление прибойной полосы и выход на берег при волнении 4 балла.

Список литературы:

- [1] Дмитриенко Д.В. Исследование операций – инструмент для повышения эффективности управления водным транспортом // Д.В. Дмитриенко // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – 2017. – Т. 9. – № 5. – С. 1131–1141. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-5-1131-1141.
- [2] Маликова Т.Е. Математические методы и модели в управлении на морском транспорте: учебное пособие / Т.Е. Маликова. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 373 с. – (Серия 11: Университеты России).
- [3] Вольнов И.Н. Катастрофа сборки и моделирование морских динамических объектов в экстремальных ситуациях / И.Н. Вольнов, А.С. Шпак // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – 2018. – № 57. – С. 184–190.
- [4] Стабровская Т.А. Теория катастроф применительно к исследованию динамики судна в экстремальных ситуациях / Т.А. Стабровская, А.С. Шпак // Эксплуатация морского транспорта. – 2018. – № 1. – С. 80–85.
- [5] Янченко А.А. Научные подходы к исследованию процессов функционирования морских портов и портовых терминалов / А. А. Янченко // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – 2018. – № 55. – С. 185–192.
- [6] Маликова Т.Е. Модель массового обслуживания импортного грузопотока с применением технологии предварительного информирования / Т.Е. Маликова, А.А. Янченко, И.Н. Вольнов // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – 2017. – Т.9 – № 2. – С. 280–287. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-2-280-287.
- [7] Янченко А.А. Разработка модели исследования влияния зонирования контейнерного терминала на эффективность его работы / А.А. Янченко, Т.Е. Маликова, И.Н. Вольнов // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – 2017. – Т. 9. – № 4. – С. 704–713. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-4-704-713.
- [8] Маликова Т.Е. Системный анализ взаимодействия участников транспортного рынка при оформлении грузов в морском порту / Т.Е. Маликова, А.А. Янченко // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2015. – № 4. – С. 25–29.
- [9] Янченко А.А. Дискретно-событийная модель в задачах эксплуатации контейнерных терминалов / А.А. Янченко, Т. Е. Маликова // Эксплуатация морского транспорта. – 2017. – № 4 (85). – С. 25–31.
- [10] Маликова Т. Е. Исследование системы обеспечения технологической безопасности морских судов методами теории катастроф / Т.Е. Маликова, М.А. Москаленко // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2014. – № 3. – С. 94–97.

- [11] Аносов Н.М. Математическая модель исследования динамики системы: «судно – укрупненная грузовая единица – штабель пиломатериала» / Н.М. Аносов, Т. Е. Маликова // *Морской вестник*. – 2012. – № 3. – С. 97–98.
- [12] Маликова Т.Е. Использование теории графов при разработке математических моделей систем «смещающийся груз – спецустройство» / Т.Е. Маликова // *Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока*. – 2012. – № 2. – С. 39–42.
- [13] Вишневский Д.О. Расстановка универсального флота в линейном судоходстве / Д.О. Вишневский // *Сборник научных трудов SWorld*. – 2013. – Т. 2 – № 4. – С. 85–89.
- [14] Салько Д. Ю. Применение линейного моделирования при планировании работы флота судоходной компании / Д.Ю. Салько, К.М. Искандаров // *Вестник государственного морского университета им. адмирала Ф.Ф. Ушакова*. – 2012. – № 1(1). – С. 81–84.
- [15] Тимошек Е.С. Распределительная модель судов снабжения Арктического региона на участке транспортной сети / Е.С. Тимошек, Т.Е. Маликова // *Вестник Волжской государственной академии водного транспорта*. – 2019. – № 60(60). – С. 213–222.
- [16] Соболевская Е.Ю. Метод оценки эффективности Арктических морских перевозок с использованием нечетких нейросетевых технологий / Е. Ю. Соболевская, С. В. Глушков, Н. Г. Левченко // *Морские интеллектуальные технологии*. – 2018. – № 5-4 (42). – С. 176–182.
- [17] Азовцев А.И. Развитие судов для условий грузовых операций на необорудованных берегах Арктических и Субарктических морей / А.И. Азовцев, В.А. Кулеш, С.А. Огай, В. А. Петров // *Полярная механика*. – 2016. – № 3. – С. 450–460.
- [18] Азовцев А.И. Прогноз преимуществ транспортных средств на воздухоопорных гусеницах для комплексного освоения замерзающего шельфа и побережья Арктики и Дальнего Востока / А.И. Азовцев, С.А. Огай, О.В. Москаленко // *Проблемы транспорта Дальнего Востока*. – 2017. – № 2 (2). – С. 354–358.
- [19] Азовцев А.И. Транспортное обеспечение прибрежного промысла мореходными вездеходами / А.И. Азовцев, С.А. Огай // *Транспортное дело России*. – 2015. – № 6. – С. 182–184.
- [20] Азовцев А.И. Мореходные вездеходы на воздухоопорных гусеницах для повышения эффективности транспортной системы Арктики / А.И. Азовцев, С.А. Огай // *Полярная механика*. – 2016. – № 3. – С. 483–494.
- [21] Пат. 2458800 Российская Федерация, Амфибийное опорно-двигательное устройство / А.И. Азовцев, В.С. Семенов, И.С. Карпушин; заяв. и патентообл. Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского. – № 2010127717/11; заявл. 05.07.2010; опубл. 20.08.2012.

DETERMINATION OF THE ZONE OF EFFECTIVE USE OF TRANSPORT FLEET IN THE ARCTIC REGION ON THE EXAMPLE OF THE «MARINTEK» VESSEL GROUP

Timoshek Elena S., Senior Lecturer, Department of Maritime Transport Management, Maritime State University named after adm. G.I. Nevelskoy, e-mail: timoshek-es@mail.ru

*Chuikova Svetlana E., student, Department of Maritime Transport Management, Maritime State University named after adm. G.I. Nevelskoy, e-mail: svetac1998@list.ru
50a, Verkhneportovaya St, Vladivostok, 690059, Russian Federation*

Keywords: maritime transport, fleet management, container shipment, graphical method, optimal vessel selection.

Annotation: The article considers the issues related to optimization of the supplies' delivery process to the eastern part of the Arctic coast. The research subject is the freight forwarding activity of the company LLC «MarinTEK». As a tool for making managerial decisions, a graphical method is proposed for determining the zones of effective use of vessels. Practical application of the proposed method allows to ensure optimal management of coastal transportation in a transport complex, to evaluate the efficiency of vessel's use on a specific section of the transport network. The article also outlines the problems of loading and unloading operations in the roadstead, and defines an additional task to be solved within further researches: the optimal use of auxiliary floating craft for delivering cargo to an unequipped shore.

References:

- [1] Dmitrienko D.V. Issledovanie operatsiy – instrument dlya povysheniya effektivnosti upravleniya vodnym transportom / D.V. Dmitrienko // *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova*. – 2017. – Т. 9. – № 5. – С. 1131-1141. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-5-1131-1141.
- [2] Malikova T.E. Matematicheskie metody i modeli v upravlenii na morskoy transporte: uchebnoye posobie / T.E. Malikova. – 2-e izd., ispr. i dop. – М. : Izdatel'stvo Yurayt, 2018. – 373 s. – (Seriya 11: Universitety Rossii).
- [3] Vol'nov I.N. Katastrofa sborki i modelirovaniye morskikh dinamicheskikh ob"ektov v ekstremal'nykh situatsiyakh / I.N. Vol'nov, A.S. Shpak // *Vestnik Volzhskoy gosudarstvennoy akademii vodnogo transporta*. – 2018. – № 57. – С. 184-190.
- [4] Stabrovskaya T.A. Teoriya katastrof primenitel'no k issledovaniyu dinamiki sudna v ekstremal'nykh situatsiyakh / T.A. Stabrovskaya, A.S. Shpak // *Ekspluatatsiya morskogo transporta*. – 2018. – № 1. – С. 80-85.
- [5] Yanchenko A.A. Nauchnye podkhody k issledovaniyu protsessov funktsionirovaniya morskikh portov i portovykh terminalov / A. A. Yanchenko // *Vestnik Volzhskoy gosudarstvennoy akademii vodnogo transporta*. – 2018. – № 55. – С. 185-192.
- [6] Malikova T.E. Model' massovogo obsluzhivaniya importnogo gruzopotoka s primeneniem tekhnologii predvaritel'nogo informirovaniya / T. E. Malikova, A. A. Yanchenko, I. N. Vol'nov // *Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova*. – 2017. – Т.9 – № 2. – С. 280-287. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-2-280-287.
- [7] Yanchenko A.A. Razrabotka modeli issledovaniya vliyaniya zonirovaniya konteynernogo terminala na effektivnost' ego raboty / A.A. Yanchenko, T. E. Malikova, I. N. Vol'nov // *Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova*. – 2017. – Т. 9. – № 4. – С. 704-713. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-4-704-713.

- [8] Malikova T.E. Sistemnyy analiz vzaimodeystviya uchastnikov transportnogo rynka pri oformlenii gruzov v morskoy portu / T.E. Malikova, A.A. Yanchenko // Nauchnye problemy transporta Sibiri i Dal'nego Vostoka. – 2015. – № 4. – S. 25–29.
- [9] Yanchenko A.A. Diskretno-sobytiynaya model' v zadachakh ekspluatatsii konteynernykh terminalov / A.A. Yanchenko, T.E. Malikova // Ekspluatatsiya morskogo transporta. – 2017. – № 4 (85). – S. 25–31.
- [10] Malikova T.E. Issledovanie sistemy obespecheniya tekhnologicheskoy bezopasnosti morskikh sudov metodami teorii katastrof / T.E. Malikova, M.A. Moskalenko // Nauchnye problemy transporta Sibiri i Dal'nego Vostoka. – 2014. – № 3. – S. 94–97.
- [11] Anosov N.M. Matematicheskaya model' issledovaniya dinamiki sistemy: «sudno – ukрупnennaya gruzovaya edinitsa – shtabel' pilomateriala» / N.M. Anosov, T.E. Malikova // Morskoy vestnik. – 2012. – № 3. – S. 97–98.
- [12] Malikova T.E. Ispol'zovanie teorii grafov pri razrabotke matematicheskikh modeley sistem «smeshchayushchiysya gruz – spetsustroystvo» / T. E. Malikova // Nauchnye problemy transporta Sibiri i Dal'nego Vostoka. – 2012. – № 2. – S. 39–42.
- [13] Vishnevskiy D.O. Rasstanovka universal'nogo flota v lineynom sudokhodstve / D.O. Vishnevskiy // Sbornik nauchnykh trudov SWorld. – 2013. – T. 2 – № 4. – S. 85–89.
- [14] Sal'ko D.Yu. Primenenie lineynogo modelirovaniya pri planirovaniy raboty flota sudokhodnoy kompanii / D.Yu. Sal'ko, K. M. Iskandarov // Vestnik gosudarstvennogo morskogo universiteta im. admirala F.F. Ushakova. – 2012. – № 1(1). – S. 81–84.
- [15] Timoshek E.S. Raspredelitel'naya model' sudov snabzheniya Arkticheskogo regiona na uchastke transportnoy seti / E.S. Timoshek, T.E. Malikova // Vestnik Volzhskoy gosudarstvennoy akademii vodnogo transporta. – 2019. – № 60(60). – S. 213–222.
- [16] Sobolevskaya E.Yu. Metod otsenki effektivnosti Arkticheskikh morskikh perevozok s ispol'zovaniem nechetkikh neyrosetevykh tekhnologiy / E. Yu. Sobolevskaya, S. V. Glushkov, N. G. Levchenko // Morskie intellektual'nye tekhnologii. – 2018. – № 5-4 (42). – S. 176–182.
- [17] Azovtsev A. I. Razvitie sudov dlya usloviy gruzovykh operatsiy na neoborudovannykh beregakh Arkticheskikh i Subarkhticheskikh morey / A.I. Azovtsev, V.A. Kulesh, S.A. Ogay, V.A. Petrov // Polyarnaya mekhanika. – 2016. – № 3. – S. 450–460.
- [18] Azovtsev A. I. Prognoz preimushchestv transportnykh sredstv na vozdukhopornykh gusenitsakh dlya kompleksnogo osvoeniya zamerzayushchego shel'fa i poberezh'ya Arktiki i Dal'nego Vostoka / A.I. Azovtsev, S. A. Ogay, O.V. Moskalenko // Problemy transporta Dal'nego Vostoka. – 2017. – № 2 (2). – S. 354–358.
- [19] Azovtsev A.I. Transportnoe obespechenie pribrezhnogo promysla morekhodnymi vezdekhodami / A. I. Azovtsev, S.A. Ogay // Transportnoe delo Rossii. – 2015. – № 6. – S. 182–184.
- [20] Azovtsev A.I. Morekhodnye vezdekhody na vozdukhopornykh gusenitsakh dlya povysheniya effektivnosti transportnoy sistemy Arktiki / A.I. Azovtsev, S.A. Ogay // Polyarnaya mekhanika. – 2016. – № 3. – S. 483–494.
- [21] Pat. 2458800 Rossiyskaya Federatsiya, Amfibiynoe oporno-dvizhitel'noe ustroystvo / A.I. Azovtsev, V.S. Semenov, I. S. Karpushin; zayav. i patentoobl. Morskoy gosudarstvennyy universitet imeni admirala G.I. Nevel'skogo. – № 2010127717/11; zayavl. 05.07.2010; opubl. 20.08.2012.

Статья поступила в редакцию 07.10.2019 г.