

15. Kondrat'ev S.I., Hmeleva N.B. Formirovanie professional'noj kompetencii v processe trenazhernoj podgotovki - faktor obespecheniya bezopasnosti sudovozhdeniya//Theoretical & Applied Science. 2014. № 12 (20). S. 16-21.
16. Diveev A.I., Severcev N.A. (vychislitel'nyj centr im. A.A. Dorodnicyna RAN), «Universal'nye ocenki be-

zopasnosti»: «Problemy bezopasnosti morskogo sudohodstva, tehniczeskoj i kommercheskoj jekspluatacii morskogo transporta», // Mat. Konf./Chetvertaja regional'naja nauchno-tehn. Konf. – Novorossijsk: RIO FGOU VPO «MGA imeni admirala F.F. Ushakova», 2005.

УДК 656.61.052

DOI: 10.34046/aumsuomt94/5

## АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПЛАНИРОВАНИЯ ЗАГРУЗКИ КОНТЕЙНЕРОВОЗОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕВОЗОК

*Р. С. Царик, аспирант,*

*Д. А. Акмайкин, Кандидат физико-математических наук*

В статье проведен анализ основных математических моделей решения задачи планирования загрузки контейнеровозов и предложены идеи по их возможному усовершенствованию. При этом акцент сделан на обеспечении безопасности морских контейнерных перевозок.

**Ключевые слова:** суда контейнеровозы, контейнеры, планирование загрузки, грузовой план судна, автоматизация, математическое моделирование, обеспечение безопасности.

This article analyzes the most common mathematical methods for solving the problem of container ships stowage planning and suggests ideas for their possible improvement. At the same time, the focus is on ensuring the safety of sea container transportation.

**Key words:** container ships, containers, stowage planning, cargo plan of the vessel, automation, mathematical modeling, safety.

### Введение

Планирование размещения контейнеров можно разделить на два основных этапа: общее планирование по бэям (MasterBayPlanProblem – MBPP) и частное планирование по штабелям или ячейкам (SlotPlanningProblem – SPP). Это сложная комбинаторная задача, обусловленная множеством ограничений, связанных с характеристиками контейнеров и судна, которые должны быть учтены одновременно [1].

Несмотря на то, что решению этой задачи посвящено немало трудов, подавляющее большинство из них направлены на решение вопросов экономической эффективности, таких как минимизация рабочих циклов погрузочного оборудования при выполнении грузовых операций, обеспечение очередности выгрузки контейнеров и сокращения стоянки судна в порту под грузовыми операциями. И только в некоторых случаях достаточно общерассматриваются вопросы распределения контейнеров по их весовым характеристикам для обеспечения остойчивости судна и по характеристикам режимных контейнеров для обеспечения их безопасной перевозки.

При этом очевидно, что весовое распределение контейнеров является одним из важнейших факторов обеспечения безопасности судна, поскольку обуславливает такие характеристики состояния судна как остойчивость, местная и общая продоль-

ная прочности, и посадка. Вопросам видимости с ходового мостика и разделение контейнеров с опасными грузами внимания практически не уделяется.

Исследованиями в этой области прежде всего занимаются специалисты, связанные с работой контейнерных терминалов. Задачу планирования загрузки они видят по-своему. Прежде всего она заключается в том, чтобы вывезти из терминала все запланированные контейнеры и затратить на это минимум времени и финансовых ресурсов. При этом безопасность перевозок отходит на второй план.

Члены экипажей судов-контейнеровозов, напротив, не принимают участия в исследованиях и разработке решений задачи планирования загрузки, но при этом являются непосредственными «потребителями» результатов этого планирования. И нередко экипаж судна-контейнеровоза вынужден исправлять ошибки, допущенные береговыми специалистами, планирующими загрузку.

К сожалению, скорректировать ошибки планирования загрузки получается далеко не всегда, о чем свидетельствуют аварии, случающиеся с судами контейнеровозами, в том числе с человеческими жертвами. [2]

В таблице ниже приведены основные подходы к планированию загрузки судов-контейнеровозов (Таблица 1).

Таблица 1 – Обзор наиболее характерных исследований и математических моделей

Авторы	Год	Метод	Суть модели	Особенности
Skott и Chen [28]	1978	Эвристический с локальным поиском. Целочисленное программирование.	Контейнеры делятся на классы на основе специальных требований и размещаются по эвристическим алгоритмам. Затем решаются две модели целочисленного программирования: размещение максимального количества контейнеров по бязм и обеспечение остойчивости.	Не учитываются контейнеры, погруженные поверх других контейнеров в нарушение очередности выгрузки (overstow). Алгоритм работает медленно.
Aslidis [7]	1984	Эвристический с локальным поиском. Линейное программирование.	Задача – минимизировать overstow. Оптимизация дифферента судна решается с помощью балластировки. Используется локальный поиск на основе swap-окрестностей для оптимизации метацентрической высоты. Полученное решение оптимизируется по значению метацентрической высоты.	Рассматриваются контейнеры одного размера без специальных требований.
Shields [27]	1984	Математическое моделирование. Эвристический	С целью обработки неопределенности груза в списках загрузки использован метод Монте-Карло. Для каждого порта, группы контейнеров загружаются на судно с использованием эвристических методов, которые пытаются исключить те ячейки, в которые планируемые контейнеры не могут быть погружены, и, таким образом, направлены на поиск совокупности таких ячеек, в которые можно погрузить всю группу планируемых контейнеров. Для ранжирования найденных решений применяются штрафные санкции. Из которых выбираются три лучших. Затем выбирается общее лучшее решение, применимое для всех портов.	Работоспособность и эффективность этого метода не представлена.
Aslidis [8, 9]	1989 - 1990	Эвристический	Проблема перегрузки штабеля контейнеров. Создан набор эвристических алгоритмов.	Упрощение в том, что контейнеры имеют тот же тип, тот же вес и т. д.
Imai и Miki [17]	1989	Целочисленное программирование. Эвристический	Минимизация неэффективной перегрузки контейнеров	Рассмотрен только критерий метацентрической высоты
Avriel и Penn [10]	1993	Двоичное линейное программирование	Планировании размещения контейнеров	Очень медленный алгоритм
Avriel и др. [11]	1998	Раскраска графов	Минимизация перегрузок контейнеров (rehanding). Выявлено, что задача планирования размещения контейнеров является NP-полной	Остойчивость и другие факторы безопасности не учитываются.
Avriel и Penn [12]	2000	Эвристический (предложена новая методика: suspensoryheuristicprocedure). Линейное программирование	Минимизация перегрузок контейнеров (rehanding)	Упрощение в том, что судно имеет только один грузовой трюм, а контейнеры имеют один размер. Наличие крышек трюмов и остойчивость не учитывались
Wilson и Roach [29-31]	1999 - 2001	Компьютерное программирование. Генетический алгоритм	Двух этапный процесс: 1.Метод ветвей и границ для формирования контейнерного штабеля. 2. Поиск с запретами для распределения контейнеров по ячейкам.	Работоспособность метода не подтверждена
Ambrosino и	1998	Линейное программирование.	Предложено название задачи: Master-BayPlanProblem (MBPP).	Сделаны упрощения.

Авторы	Год	Метод	Суть модели	Особенности
Sciomachen [3]		Программирование ограничениями (CP – constraintsprogramming). Эвристический	Сформулированы ограничения, связанные с характеристиками контейнеров и положением контейнерных штабелей на судне. К размещению принимались 20-ти и 40-ка футовые контейнеры, а также контейнеры с опасными грузами. Применялись эвристические методы оптимизации ограничений по устойчивости. Модель CP оптимизирована с использованием метода ветвей и границ, с учетом общего количества принимаемых к погрузке контейнеров и overstow.	
Dubrovskiy и др. [16]	2002	Генетический алгоритм	Компактное кодирование проблемы размещения контейнеров аналогичное тому, что было предложено Avriel и др. в 1998 г. В этой кодировке судно с одним бэем может быть загружено контейнерами одного размера. Оптимизация дифференциала решается эвристическими методами.	Упрощение о том, что у судна есть только один маленький трюм. Устойчивость и другие факторы безопасности не учитываются.
Imai и др. [18]	2002	Целочисленное программирование	Оптимизация устойчивости судна при одновременной минимизации движений крана	
Sciomachen и Tanfani [26]	2003, 2012	Эвристический. Упаковка в контейнеры.	Адаптирован эвристический метод упаковки в контейнеры к задаче их размещения, которая учитывает 20-ти и 40-ка футовые контейнеры и контейнеры повышенной вместимости (хайкьюбы). Судно разделено на секции, которые заполняются контейнерами в соответствии с их портом назначения и длиной. Рассмотрены ограничения устойчивости и штабелирования в очередности погрузки контейнеров по секциям.	
Ambrosino и др. [4]	2004	Линейное программирование. Эвристический.	Описана модель линейного программирования 0-1 для MBPP. Подход, состоящий из эвристических процедур предварительной обработки и предварительного размещения контейнеров, позволяющий ослабить некоторые ограничения точной модели. Цель метода – минимизировать время стоянки судна в порту.	Сделаны упрощения. Устойчивость и другие факторы безопасности учитываются косвенно. Особенности размещения рефрижераторных контейнеров не учитываются.
Nugroho [23]	2004	Экспертный	Метод основанный на примерах из базы знаний. Идея состоит в том, чтобы найти план размещения контейнеров, аналогичный одному из планов, содержащихся в базе знаний. Эта база знаний постепенно пополняется все большим количеством вариантов загрузки, из которых в последствии может быть выбран более подходящий вариант.	Экспериментальной оценки работы этого метода представлено не было.
Zhang и др. [34]	2005	Эвристический. Упаковка в контейнеры.	Модель применима для нескольких портов захода. Минимизация overstow и количества используемых бэев оптимизируется путем моделирования решений эвристическими методами.	Устойчивость и другие факторы безопасности не учитываются.

Авторы	Год	Метод	Суть модели	Особенности
Ambrosin о и др. [5]	2006	Линейное программирование. Эвристический	Трех этапный алгоритм для решения МВРР, основанный на процедуре разделения. Судно делится на различные части и размещение контейнеров в той или иной части судна определяется их портом назначения.	Упрощение о том, что судно после погрузки контейнеров в данном порту посещает определенное количество других портов, где разрешена только выгрузка.
Imai и др. [19]	2006	Генетический алгоритм.	Метод комбинирует решение вопросов размещения контейнеров и оптимизации технологических операций на терминале. Последовательность определяется путем моделирования времени транспортировки, необходимого для каждого контейнера, который нужно вывезти из терминала. Планы составляются только для трюмов, а overstow моделируется как ограничение. Остойчивость, дифферент и крен учитываются.	
Li и др. [20]	2008	Целочисленное программирование 0-1	Учитывается несколько портов захода. В качестве целевой функции выбрана минимизация случаев размещения контейнеров с нарушением очередности выгрузки (overstow).	Не рассматриваются ограничения контейнеров по весу.
Xiao и др. [32]	2009	Эвристический	Решение МВРР путем введения допуска количества перемещений с точки зрения эффективного использования контейнерных кранов. Попытка учитывать остойчивость судна при планировании.	Метод оказался неприемлемым для крупнотоннажных контейнеровозов.
Yoke и др. [33]	2009	Эвристический	Метод основанный на практике работы портовых планеров. Контейнеры формируются по группам, в зависимости от портов выгрузки. Судно делится на секции так же по портам выгрузки. С использованием эвристических алгоритмов контейнеры размещаются в соответствующие блоки на судне.	Остойчивость и другие факторы безопасности не учитываются.
Delgado и др. [15]	2009, 2012	Программирование с ограничениями	Модель учитывает большинство ограничений по погрузке контейнеров в штабели на судне.	Остойчивость и другие факторы безопасности не учитываются. Контейнеры с опасными грузами не рассматриваются.
Low и др. [22]	2011	Программирование с ограничениями. Эвристический.	Предложен образ автоматизированной системы планирования загрузки контейнеровоза, состоящий из трех модулей: генератор грузового плана, модуль остойчивости, модуль оптимизации. Сделан акцент на модуле остойчивости: сформулированы ограничения и предложен эвристический метод для альтернативного размещения контейнеров, которые первоначально нарушают требования остойчивости.	Не учитывается балластировки судна.
Liu и др. [21]	2011	Эвристический с локальным поиском.	Улучшена модель Yoke и др. 2009 для получения недетерминированного решения. На первом этапе генерируется ряд исходных решений. Определяются лучшие из них, с точки зрения минимизации	

Авторы	Год	Метод	Суть модели	Особенности
			overstow и интенсивности использования кранов. На втором этапе используются swar-окрестности, ограниченные контейнерами с тем же портом выгрузки, для оптимизации остойчивости.	
Azevedo и др. [13]	2012	Математическое моделирование	Решение основано на выборе правил проведения погрузочно-разгрузочных работ, применяемых портовыми планерами. Идея состоит в том, чтобы решить, какие общие правила можно использовать, и имитировать их для создания плана погрузки. Затем выполнялся обход дерева решений с использованием лучевого поиска. Остойчивость учитывается.	Стохастичность процесса во внимание не принималась. Учитывались контейнеры одного стандартного размера и веса
DarioPacino [24,25]	2012	Целочисленное программирование. Локальный поиск с ограничениями. Эвристический.	Двух этапная иерархичная декомпозиция. На первом этапе контейнеры распределяются по секциям на судне. Оцениваются мореходные качества судна. На втором этапе размещение контейнеров уточняется с использованием более детальных ограничений. Остойчивость и нагрузки на корпус учитываются.	Метод требует дальнейшей доработки для повышения эффективности.
AlbertoDelgado [15]	2012	Целочисленное программирование. Эвристический.	Предложено решения проблем MBPP и SPP в два этапа. На первом этапе генерируется общий план загрузки, а на втором выполняется его более тонкая оптимизация. Модель учитывает переменные значения водоизмещения судна при оценке остойчивости.	
Laura Cruz-Reyes и др. [14]	2015	Целочисленное программирование. Эвристический.	Решение основано на формулировании верхних и нижних пределов для решения задачи MBPP. Один из нижних пределов получен релаксацией в целочисленном программировании для решения MBPP. Второй нижний предел и два верхних предела определены эвристическим методом.	Остойчивость и другие факторы безопасности не учитываются.
Ambrosino и др. [6]	2015	Смешанное целочисленное программирование. Эвристический	Предложена модель решения проблемы MBPP для нескольких портов захода (MP-MBPP). Основная цель – минимизация времени стоянки судна под грузовыми операциями.	Остойчивость и другие факторы безопасности не учитываются.

Из приведенной таблицы можно сделать следующие выводы:

- В отечественной науке к вопросу планирования загрузки контейнеровозов, в контексте безопасной перевозки, особый интерес не проявлялся;
- Наиболее востребованным из применимых математических методов является целочисленное программирование;
- Предпочтение отдается комбинированным методам решения задачи. В этом случае

используются различные подходы. Наиболее часто это математическое программирование и эвристический методы;

- Остойчивость и другие факторы безопасности если и учитываются, то косвенно. Предложенные модели не дают четкого понимания того, как каждый конкретный контейнер влияет на остойчивость и другие факторы безопасности судна.

#### Предложения по усовершенствованию

В качестве примера приводится целевая функция, рассмотренная в работе Delgado и др.

[15], в рамках предложенного решения задачи размещения контейнеров в трюмах (ContainerStowageProblemforBelowDeckLocations – CSPBDL):

$$\theta = 100 \sum_{i \in I} o_i + 20 \sum_{j \in J} \sum_{d \in D - \{1\}} p_{jd} + 10 \sum_{j \in J} e_j + 5 \sum_{j \in J} \sum_{k \in K_i} \left( R_{jk} \sum_{i \in F} c_{jki} (1 - R_i^c) + R_{jk} \sum_{i \in T} c_{jki} \left( \frac{1}{2} R_{jk} - R_i^c \right) \right) \rightarrow \min$$

где, 100, 20, 10, 5 – условные штрафные санкции;  
 $o_i$  – проверяет возникает ли ситуация overstow;

$p_{jd}$  – проверяет, что как минимум один контейнер  $j$  будет выгружен в порту  $d$ ;

$e_j$  – проверяет, что штабель  $j$  используется;

$c_{jki}$  – контейнер  $i$ , погруженный в ячейку  $k$  в штабеле  $j$ ;

$R_{jk}$  – количество рефрижераторных розеток в ячейке  $k$  штабеля  $j$ ;

$R_i^c$  – указывает на то, что контейнер является рефрижераторным.

Данная модель может быть вполне эффективной для решения задачи размещения контейнеров в трюмах судна, в частности. Однако в ней

В рамках разрабатываемой математической модели предлагается целевая функция следующего вида:

$$2000 \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K (P_{ijk}^{RF} + P_{ijk}^{DG} + P_{ijk}^{OG} + P_{ijk}^{WT} + P_{ijk}^{ST} + P_{ijk}^{HD} + P_{ijk}^{NV} + P_{ijk}^{20/40}) + 200 \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K P_{ijk}^{EE} \rightarrow \min$$

где, 2000 и 200 – условные штрафные санкции за каждый контейнер, который не был погружен на судно по причине того, что для него не была найдена ячейка, при условии, что она существует; или был погружен на судно с нарушением установленных ограничений. 2000 – для ограничений по факторам безопасности, 200 – для ограничений по экономическим факторам.

$P_{ijk}^{RF, DG, OG, WT, ST, TD, NV, 20/40, EC}$  – ячейка  $ijk$ , запрещенная к погрузке контейнера по соответствующему параметру:

$RF$  – ячейка, конфликтующая с рефрижераторными контейнерами (отсутствие электропитания);

$DG$  – ячейка, конфликтующая с контейнерами с опасными грузами;

$OG$  – ячейка, конфликтующая с контейнерами с негабаритными грузами;

$WT$  – ячейка, конфликтующая с контейнерами по нормированию весовой нагрузки;

$ST$  – ячейка, конфликтующая с контейнерами по нормированию остойчивости;

$HD$  – ячейка, конфликтующая с контейнерами по нормированию посадки;

$NV$  – ячейка, конфликтующая с контейнерами по нормированию видимости с ходового мостика;

20/40 – ячейка, конфликтующая по типоразмеру контейнера (20 или 40 футов);

$EE$  – ячейка, конфликтующая с контейнерами при обеспечении максимальной экономической эффективности.

Для каждого параметра формулируются ограничения, позволяющие определить приемлемый вариант размещения контейнеров, при условии выполнения установленных требований. Точная формулировка этих ограничений являются предметом дальнейших исследований.

совсем не рассматриваются вопросы безопасности при размещении контейнеров. В отдельных рассмотренных моделях этим вопросам уделяется некоторое внимание, но и это представляется недостаточным.

Поскольку очевидным является факт приоритета безопасности над коммерческой выгодой, при разработке моделей решения задачи планирования загрузки контейнеровоза, необходимо прежде всего уделять внимание остойчивости, местной и общей продольной прочности, видимости с ходового мостика и размещению режимных контейнеров (рефрижераторных, с опасными и негабаритными грузами).

Предлагаемый подход в решении этой задачи заключается в следующем:

1. Размещение контейнеров прежде всего планируется с учетом ограничений, основанных на факторах безопасности.

2. Если для каждого конкретного контейнера определяется несколько доступных вариантов размещения (несколько разрешенных ячеек), то из них выбирается ячейка, которая будет оптимальной с точки зрения экономического эффекта (минимизация движений крана, соблюдение очередности выгрузки и др.).

## Заключение

В связи с тем, что проблема планирования загрузки контейнеровоза является NP-полной задачей, применение только линейного программирования не позволяет получить удовлетворительных результатов. Существует несколько дополнительных

способов решения этой задачи: моделирование, эвристика, экспертные системы на основе правил и системы поддержки принятия решений. В этой связи, представляется обоснованным и целесообразным использование методов математического программирования совместно с эвристическими методами.

#### Литература

1. Акмайкин Д. А. Анализ факторов, влияющих на безопасность морских контейнерных перевозок / Д. А. Акмайкин, Р. С. Царик и др. // Транспортное дело России. — Москва. — 2015. — С. 207–211.
2. Царик Р. С., Акмайкин Д. А. Управление рисками и снижение аварийности в морских контейнерных перевозках / Р. С. Царик и др. // Транспорт, наука, техника, управление. — М.: ВИНТИ, 2015. — № 2. — С. 37–42.
3. Ambrosino D., Sciomachen A. A constraints satisfaction approach for master bay plans / D. Ambrosino // *Maritime Engineering and Ports*. — 1998. — P. 155–164.
4. Ambrosino D., Sciomachen A. Stowing a Container-ship: The Master Bay Plan problem / D. Ambrosino // *Transportation Research A* 38. — 2004. — P. 81–99.
5. Ambrosino D., Sciomachen A. A decomposition heuristics for the container ship stowage problem / D. Ambrosino // *Journal of Heuristics*. — 2006. — P. 211–233.
6. Ambrosino D., Paolucci M., Sciomachen A. A MIP heuristic for multi port stowage planning / D. Ambrosino // *Transportation Research Procedia* 10 (2015). — 2015. — P. 725–734.
7. Aslidis T. Optimal container loading. Master's thesis / T. Aslidis // *Master Thesis, MIT*. — 1984.
8. Aslidis T. Combinatorial algorithms for stacking problems / T. Aslidis // *Ph.D. Thesis, MIT*. — 1989.
9. Aslidis T. Minimizing of overstowage in container ship operations / T. Aslidis // *Operational Research*, 1990, Vol. 90. — 1990. — P. 457–471.
10. Avriel M., Penn M. Exact and approximate solutions of the container ship stowage problem / M. Avriel // *Computers and Industrial Engineering*, 1993, Vol. 25. — 1993. — P. 271–274.
11. Avriel M., Penn M. Stowage Planning for Container Ships to Reduce the Number of Shifts / M. Avriel // *Annals of Operations Research* 76. — 1998. — P. 55–71.
12. Avriel M., Penn M. Container ship stowage problem: complexity and connection capabilities / M. Avriel // *Discrete Applied Mathematics*, 2000, Vol. 103. — 2000. — P. 271–279.
13. Azevedo A., Ribeiro A. и др. Solving the 3d container-ship stowage loading planning problem by representation by rules and beam search / A. Azevedo // *In Proceedings of the 1st International Conference on Operations Research and Enterprise Systems - ICORES 2012*. — 2012.
14. Cruz-Reyes L., Hernandez P., Melin P. и др. Lower and Upper Bounds for the Master Bay Planning Problem / L. Cruz-Reyes // *International Journal of Combinatorial Optimization Problems and Informatics*, Vol. 6, No. 1, — 2015. — P. 42–52.
15. Delgado A., Jensen R. и др. A Constraint Programming Model for Fast Optimal Stowage of Container Vessel Bays / A. Delgado // *IT University of Copenhagen*, — 2012. — P. 1–25.
16. Dubrovsky O., Levitin G, Penn M. A genetic algorithm with compact solution encoding for the container ship stowage problem / O. Dubrovsky // *Journal of Heuristics*, 2002, Vol. 8. — 2002. — P. 585–599.
17. Imai A., Miki T. A heuristic algorithm with expected utility for an optimal sequence of loading containers into a containerized ship / A. Imai // *Journal of Japan Institute of Navigation*, 1989, Vol. 80. — 1989. — P. 117–124.
18. Imai A., Nishimura E. The Containership Loading Problem / A. Imai // *International Journal of Maritime Economics*, 2002, 4. — 2002. — P. 126–148.
19. Imai A., Sasaki K. Multi-objective simultaneous stowage and load planning for a container ship with container rehandle in yard stacks/ A. Imai // *European Journal of Operational Research* (171). — 2006. — P. 373–389.
20. LiF., TianR., и др. An integer linear programming for container stowage problem / F. Li // *Computational Science ICCS 2008, Volume 5101 of Lecture Notes in Computer Science* — 2008. — P. 853–862.
21. Liu F., Low M. и др. Randomized Algorithm with Tabu Search for Multi-Objective Optimization of Large Containership Stowage Plans/ F. Liu // *School of Computer Engineering, Nanyang Technological University*. — 2011. — P. 1–16.
22. Low M., Zeng M., и др. Improving safety and stability of large containerships in automated stowage planning. / M. Low // *IEEE Systems Journal* 5 (1) — 2011. — P. 50–60.
23. Nugroho S. Case-based stowage planning for container ships/ S. Nugroho // *In International Logistics Congress*. — 2004. — P. 2–3.
24. Pacino D. Fast Generation of Container Vessel Stowage Plans / D. Pacino // *Ph.D. Thesis, IT University of Copenhagen*. — 2012.
25. Pacino D., Delgado A., Jensen R. и др. Accurate Model for Seaworthy Container Vessel Stowage Planning with Ballast Tanks / D. Pacino // *Lecture Notes in Computer Science, IT University of Copenhagen*. — 2012.
26. Sciomachen A., Tanfani A. The master bay plan problem: a solution method based on its connection to the three-dimensional bin packing problem / A. Sciomachen // *IMA Journal of Management Mathematics* 14, — 2012. — P. 251–269.
27. Shields J. Container stowage: A computer aided pre-planning system. / J. Shields // *Marine Technology* 21 (4), — 1984.
28. Scott D., Chen D. A loading model for a container ship. / D. Scott // *Matson Navigation Company, Los Angeles*, — 1978.
29. Wilson I., Roach P. Principles of combinatorial optimization applied to container-ship stowage planning / I. Wilson // *Journal of Heuristics*, 1999, Vol. 5. — 1999. — P. 403–418.
30. Wilson I., Roach P. Container stowage planning: a methodology for generating computerised solutions / I.

- Wilson // Journal of Operational Research Society, 2000, Vol. 51. — 2000. — P. 1248–1255.
31. Wilson I., Roach P., Ware J. Container stowage pre-planning: using search to generate solutions, a case study / I. Wilson // Knowledge-Based Systems, 2001, Vol. 14. — 2001. — P. 137–145.
32. Xiao X., Low M., Liu F. и др. The Proceedings of the International Conference on Harbour / X. Xiao // Maritime & Multimodal Logistics Modelling and Simulation. — 2009. — P. 93–99.
33. Yoke M., Low M., Xiao X. и др. An Automated Stowage Planning System for Large Containerships/ M. Yoke // School of Computer Engineering, Nanyang Technological University. — 2010. — P. 1–6.
34. Zhang, W., Lin Y., Ji. Z. и др. Model and algorithm for container ship stowage planning based on bin-packing problem / W. Zhang // Journal of Marine Science and Application. — 2005.

УДК 656.073

DOI: 10.34046/aumsuomt94/6

## РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА ЭКСПЕДИРОВАНИЯ И АГЕНТИРОВАНИЯ ТРАМПОВЫХ СУДОВ

*Я.Я. Эглит, доктор технических наук, профессор,*

*К.Я. Эглите, доктор экономических наук, профессор*

*А.А. Ковтун*

*Е.Р. Денисова*

*В статье представлена методика организационного механизма агентирования трамповых судов, а также экспедирования грузов при трамповых перевозках. Агентские компании рассматриваются как особый вид организации-посредника, главной функцией которой, является представление и защита интересов судовладельца в порту. При заходе в порт и во время стоянки у причала судно проходит ряд определенных формальностей. Для осуществления производственных и вспомогательных операций, таких как, например, заправка топливом и снабжением, привлекаются различные специализированные фирмы. Целью данной статьи является ... агентирования трамповых судов. Для реализации поставленной цели решены все необходимые задачи, включая оплату агентирования, разработку соответствующих рекомендаций по проведению агентирования судов и экспедирования грузов, перевозимых трамповыми судами.*

**Ключевые слова:** агентирование, экспедирование, трамповые суда, управление, анализ, экономическая эффективность.

The article presents the methodology of the organizational mechanism for shipping tramp ships, as well as freight forwarding in tramp transport. Agency companies are seen as a special type of intermediary organization whose primary function is to represent and protect the interests of the shipowner at the port. When entering the port and while parking at the berth, the vessel passes a number of certain formalities. Various specialized firms are involved in manufacturing and auxiliary operations, such as fuel and supply. The purpose of this article is to improve the agglomeration of Trump ships. In order to achieve the goal, all necessary tasks have been solved, including payment for agitating, development of appropriate recommendations for agitating ships and forwarding of cargo transported by Trump ships.

Keywords: agribusiness, forwarding, trump vessels, management, analysis, economic efficiency.

### Введение

Агентские компании являются важной частью организационной структуры современного трампового судоходства. Они оказывают содействие капитанам судов для решения вышеперечисленных возникающих задач. При трамповых перевозках агентирование судов имеет некоторые особенности, которые должны учитываться при организации управления этими перевозками. В ряде случаев необходимо оформление морского протеста, документов по общей аварии, разрешение споров с фрахтователями или стивидорными компаниями. Все это требует значительных временных затрат, а также знаний соответствующих правовых норм конкретной страны, правил и обычаев каждого порта. Агент должен обладать определенными деловыми качествами, владеть государственным языком страны, в которой осу-

ществляется агентирование, а также уметь составлять необходимую документацию в соответствии с установленной формой. В трамповом судоходстве большинство услуг и работ должны быть заказаны заранее – до прихода судна в порт. Ряд операций может быть завершён только после того, как судно покинуло порт.

Транспортно-экспедиторское обслуживание трамповых перевозок является особым видом специализированной деятельности по организации доставки грузов. Согласно договору, который предусматривает определенное вознаграждение, экспедиторские компании предоставляют сервис услуг, связанных с перевозкой. Отличительной особенностью таких услуг является то, что производители и потребители товаров, а также сами перевозчики, не заинтересованы в выполнении целого комплекса работ, возникающих в начальной и конечной стадии транспортировки и при смене