

УДК 656.615.073.2:628.4.037

**STEP-BY-STEP LOADING WITH BULK CARGO OF M/V
«PLATO»****ПОШАГОВАЯ ЗАГРУЗКА НАВАЛОЧНЫМ ГРУЗОМ Т/Х
«PLATO»****V. Yu. Khomiakov, postgraduate student****В.Ю.Хомяков, аспирант***Odessa National Maritime Academy, Ukraine**Одесская Национальная Морская Академия, Украина***ABSTRACT**

Chief mate should consider the peculiarities of the processing facilities of the port before the loading of coaster vessel with bulk cargo, as its loading by separate heaps at the simultaneous carrying of 2-3 kinds of cargo is possible. At such case the step-by-step loading is required to be planned. The diagram, elaborated for the m/v "Plato", is suggested for the solution of the simultaneous shipping of the few kinds of bulk cargo. The diagram was used for the shipping of bulk cargo from the Norwegian ports and it has allowed shortening the time for the cargo plan computation and loading operations up to 10%.

Keywords:coastervessel, balkcargo, loadingproceduresandtechnologies.

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими задачами

Грузовой помощник капитана при погрузке судов типа «коастер» стремиться к равномерной загрузке его трюма. Однако это не всегда возможно. Например, на грузовых терминалах Норвегии судно необходимо перетягивать вдоль терминала, так как транспортерные ленты могут двигаться только с борта на борт, что приводит к формированию в трюме отдельных штабелей.

В связи с такой загрузкой, предлагает считать, что каждый отдельный штабель является отдельным грузом, и имеет свою массу, свое плечо, свой момент и т.д., что необходимо учитывать при расчете мореходных качеств судна. Этот способ был опробован на практике автором при работе т/х «PLATO» в районах Северной Европы и Норвегии, в бассейнах Норвежского, Северного и Балтийского морей.

Анализ последних достижений и публикаций, в которых начато решение данной проблемы и выделение нерешенных ранее частей общей проблемы

Особенности технологии погрузки и перевозки на судах типа «коастер» металлолома были рассмотрены в работах [1, 2]. Расчеты смещения центра тяжести и высоты штабеля навалочного груза в трюме при загрузке судна, которое имеет начальный дифферент, отражены в публикациях [3, 4].

Формулировка целей статьи (постановка задачи)

Целью статьи является рассмотрение возможности использования разработанной автором диаграммы для решения задач загрузки судна типа «коастер» отдельными штабелями при одновременной перевозке нескольких видов навалочных грузов.

Изложение основного материала исследования с обоснованием полученных научных результатов

Грузовой помощник капитана при составлении предварительного грузового плана судна, исходя из рейсового задания на одновременную перевозку нескольких видов навалочных грузов, а также с учетом их транспортных характеристик, выполняет расчеты по определению массы этих грузов и размеров каждого штабеля в трюме. Задачи, которые решались автором в реально выполненных рейсах при планировании загрузки т/х «PLATO» представлены на рис. 1.

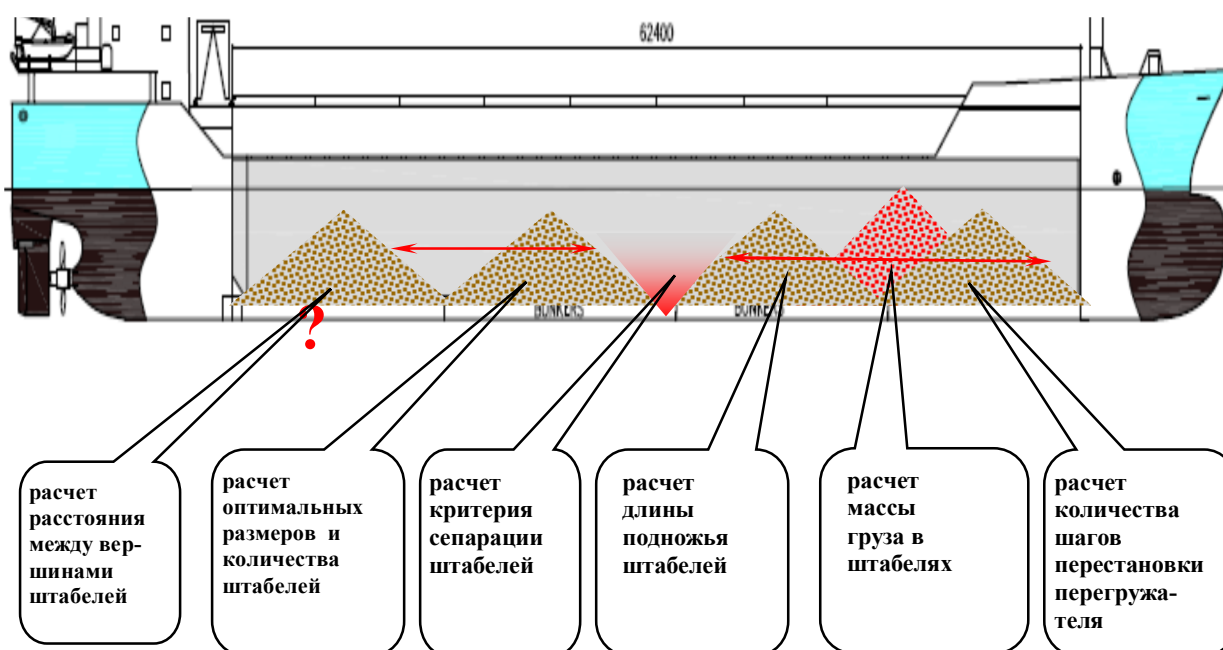


Рис. 1. Задачи, которые решались при составлении грузового плана т/х «PLATO»

Первая задача, которую решает грузовой помощник – это расчёт расстояния между вершинами штабелей. Она решается совместно с оптимизацией штабелей. На сегодняшний день на «коастерах» нет документации, которая позволила бы, при составлении предварительного плана погрузки, выполнять расчёты по определению количества и размеров отдельных штабелей навалочного груза.

Типовые грузовые планы судна представляют собой варианты загрузки для разных масс груза в трюме и переменных запасов. В судовой документации приведены координаты центра тяжести (ЦТ) масс груза, запасов и рассчитаны их моменты. Такая информация не отражает реальную загрузку, особенно, когда речь идёт о неполной загрузке в виде отдельно формируемых штабелей. Необходим другой подход к разработке такой судовой документации.

В рейсах т/х «PLATO» (размер грузового трюма $L \times B \times H = 60 \times 10 \times 6 = 3600 \text{ м}^3$) было установлено, что в трюме, при высыпании навалочного груза на свободную палубу, штабель образует равнобедренную пирамиду, которая ограничена бортами.

Объем трюма т/х «PLATO» при высоте: 1 м равен 600 м^3 ; 2 м – 1200 м^3 ; 3 м – 1800 м^3 ; 4 м – 2400 м^3 ; 5 м – 3000 м^3 ; 6 м – 3600 м^3 . Тогда объем штабеля навалочного груза свободно насыпанного на высоту от 1 до 6 м будет равен 0,5 этих объемов, т.е. 300 м^3 ; 600 м^3 ; 900 м^3 ; 1200 м^3 ; 1500 м^3 ; 1800 м^3 .

Если разделить длину трюма на равные части, например, от 2 до 10, то можно получить допустимую длину подножья отдельного штабеля навалочного груза, а, следовательно, и количество насыпей, которое поместиться по длине трюма без смешивания их друг с другом. Практика работы судна показала, что в рейсах чаще всего перевозились навалочные грузы в виде 3-4 штабелей.

Для решения задачи по определению количества отдельных штабелей при перевозке навалочных грузов на т/х «PLATO» была разработана диаграмма (рис. 2). При построении диаграммы задавались: объемами груза при высоте заполнения трюма от 0 до полной высоты – 6 м, с шагом в 1 м; лучами углов естественного откоса навалочных грузов от $\alpha = 10^\circ$ до $\alpha = 60^\circ$.

Предлагаемая диаграмма позволяет получить ответы на основные вопросы, которые возникают при разработке предварительного грузового плана. Продемонстрируем ее возможности на примерах.

Пример 1: нужно принять в трюм судна 3000 т навалочного груза (УПО = $0,5 \text{ м}^3/\text{т}$, $\alpha = 30^\circ$), который необходимо загрузить отдельными штабелями. Такой груз будет занимать объем $V = 1500 \text{ м}^3$.

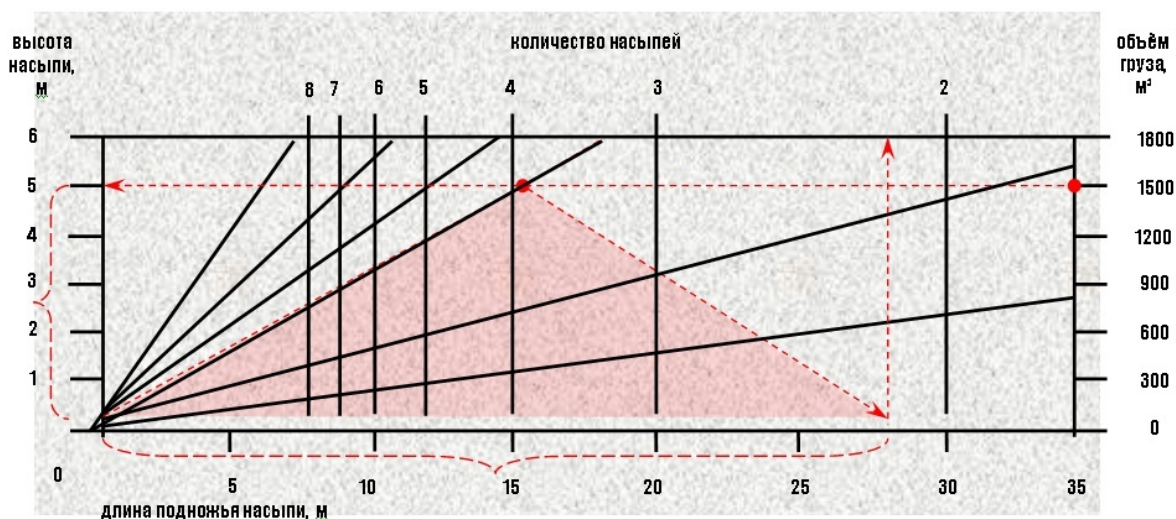


Рис. 2. Определение размеров штабеля навалочного груза

На диаграмме (рис. 2) выберем наклонную линию, соответствующую углу $\alpha = 30^\circ$, а на правой шкале – объем груза ($V = 1500 \text{ м}^3$). Проводим горизонтальную линию, точка ее пересечения с линией $\alpha = 30^\circ$ – это вершина штабеля. Из этой точки на нижней шкале раствором циркуля равным стороне делаем засечку. Получили результаты (фигура красного треугольника): длина подножья штабелей 28 м, их высота 5 м. С полученной второй засечки восстанавливаем перпендикуляр до верхней шкалы и получим значение 2,2,

т.е.в трюме может поместиться 2штабеля данного груза.

Пример 2:объем груза $V = 900 \text{ м}^3$, $\alpha = 50^\circ$. По длине трюма таких штабелей может быть 6. Администрацией судна было принято решение уменьшить количество перетяжек вдоль терминала и груз загрузить в виде 4 штабелей. Необходимо определить размеры штабелей.

Эту задачу решаем с использованием диаграммы (рис. 3) и формул (1 и 2).

Ход решения задачи: на диаграмме строим план, снимаем линейные размеры, по формулам рассчитываем коэффициент для 4 насыпей и с его помощью получаем новые линейные размеры этих штабелей. Выражение для расчёта коэффициента имеет вид:

$$k = \sqrt{\frac{a \times h \times n \times 5}{V}}; \quad (1)$$

$$a_H = a / k; \quad h_H = h / k, \quad (2)$$

где k – безразмерный коэффициент для расчёта 4-х штабелей, a – длина основания штабеля (для 6), м; h – высота штабеля (для 6), м; n – количество штабелей (в нашем случае 4); V – объём груза, м^3 ; a_H – длина основания нового штабеля (для 4), м; h_H – высота нового штабеля (для 4), м.

Поскольку 6 штабелей будут иметь меньшие размеры, чем 4 штабеля, то для визуализации, используя формулы (1, 2), построили новый треугольник. Желтые скобки на рис. 3 показывают увеличение линейных размеров штабеля.

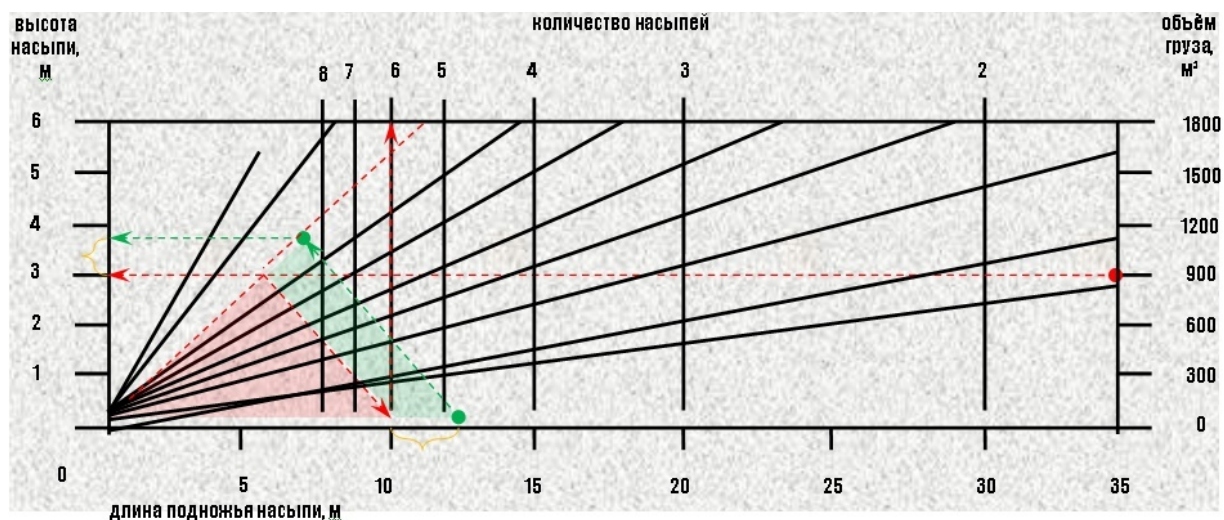


Рис. 3. Определение размеров штабелей при уменьшении их количества с 6 до 4

Возможные варианты использования диаграммы представлены на рис. 4.

Варианты:

1. Груз, у которого $\alpha = 45^\circ$, планируется загрузить отдельными штабелями высотой 3 м. Ответ: в трюм поместиться 4,2 штабеля, а объём отдельного штабеля $V = 900 \text{ м}^3$. Если увеличить высоту штабеля до 5 м, то таких штабелей может быть 2,7, а объём каждого штабеля $V = 1500 \text{ м}^3$ (оранжевые линии).

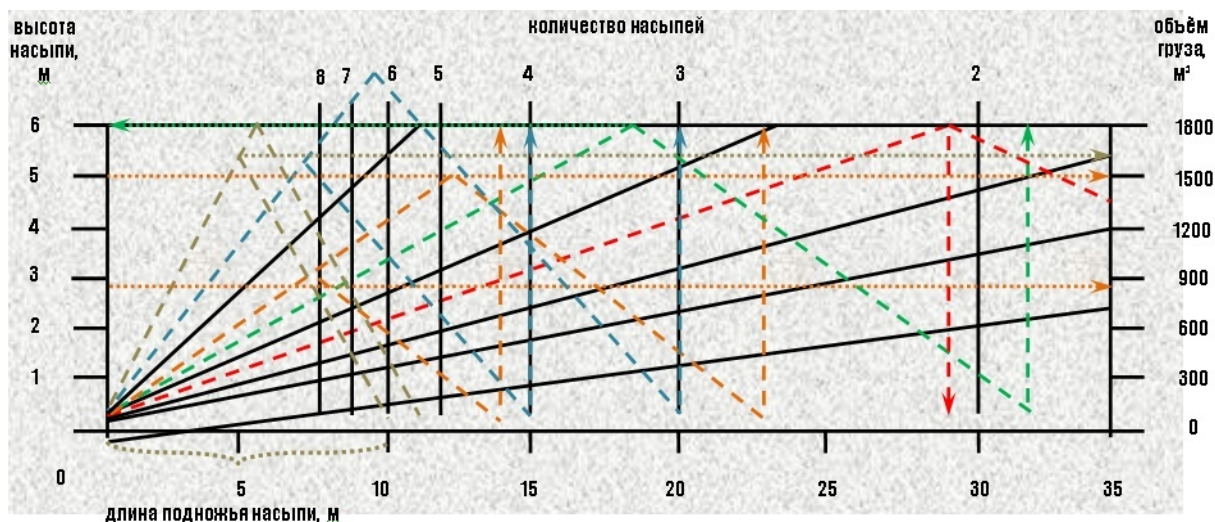


Рис. 4. Определение размеров и количества штабелей навалочного груза в трюме

2. Можно ли погрузить 4-мя отдельными штабелями груз с $\alpha = 55^\circ$? Ответ – да. Можно ли погрузить этот же груз 3-мя отдельными штабелями? Ответ – нет. Высота штабеля будет больше высоты трюма, груз будет пересыпаться через комингс (синие линии).

3. Сколько может быть отдельных штабелей, если планируется грузить навалочный груз на всю высоту трюма (6м), а $\alpha = 40^\circ$? Ответ – меньше двух, один штабель полноценный, а второй не полный. Груз имеет не очень «хороший» угол, следует перепланировать число штабелей (зелёные линии).

4. Можно ли загрузить груз $V=1800 \text{ м}^3$ ($\alpha = 30^\circ$) отдельными штабелями так, чтобы половина трюма была свободна для другого груза? Ответ – нет. Если загрузить такой груз по высоте до 6 м, то длина подножья будет больше длины половины трюма. Следовательно, для этой партии груза, условия загрузки отдельными штабелями не выполнимы.

5. Между носовой переборкой трюма и уже загруженным грузом осталось пространство с длиной свободной палубы 10 м. Можно ли на эту палубу погрузить груз с $\alpha = 60^\circ$, и сколько по объему? Если загрузить груз в трюм до высоты 6 м, то такой штабель смешается с другим штабелем. Ответ: в оставшееся пространство можно погрузить 275 м^3 груза (коричневые линии).
Ход решения: штабелей с длиной подножья 10 м. будет 6, а их объем будет равным 1650 м^3 (интерполяция между 1800 м^3 и 1500 м^3). Так как 1650 м^3 – это объем 6 штабелей, то объем 1 штабеля равен 275 м^3 .

Часто на практике, администрация судна встречается с разными возможностями портового перевалочного комплекса, а также требованиями администрации порта, чтобы погрузка производилась с выполнением их указаний. Это возникает при загрузке грузов, УПО которых позволяет заполнять трюм по кубатуре на 50-60%. Такие грузы обладают текучестью, их погрузка по объёму отдельными штабелями не только не желательна из-за смешения, но и не всегда возможна по рассчитанной высоте штабеля. Эти условия приводят к необходимости разработки и выполнения отдельной технологии погрузки и нестандартным расчётам грузовых операций.

Рассмотрим пример, когда грузовой план представляет собой

равномерную загрузку с последующим пошаговым образованием штабелей. Такие методы загрузки на грузовых терминалах Норвегии не являются редкостью, а расчёты предварительного грузового плана не имеют единого подхода и быстрых решений. Планы пошаговой погрузки судна, представлены на рис. 5 и 6.

Для таких погрузок есть два варианта планирования грузовых операций и расчета грузового плана.

Первый вариант: сначала загружаются в любой последовательности основные штабели(коричневый цвет), а потом вудобной последовательности догружаются остальные штабели(синий цвет)(рис. 5).

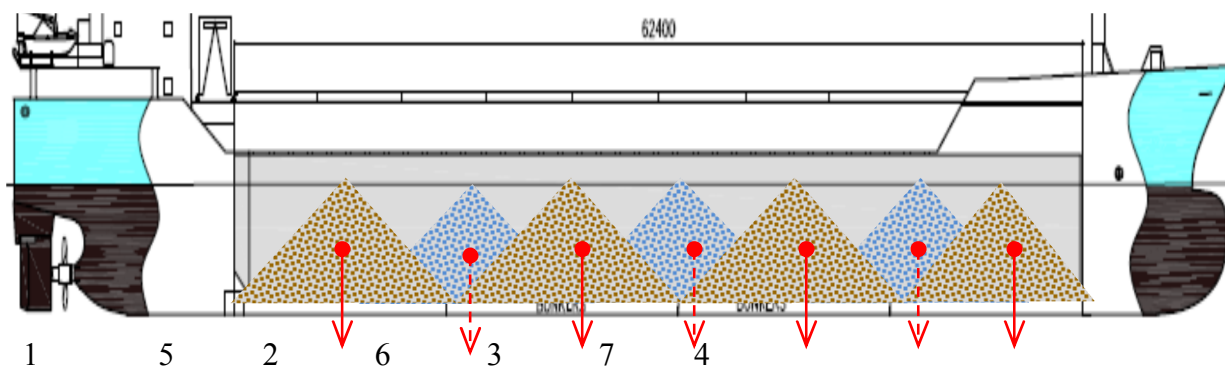


Рис. 5.Погрузка т/х «PLATO»методом произвольной загрузки

Второй вариант: первой загружается основной штабель в корме (1 – коричневый цвет), после чего, при определённом смещении перегружателя вдоль трюма, происходит погрузка груза до равномерного заполнения по высоте всего трюма(рис. 6). В этом случае грузовому помощнику капитана необходимо рассчитывать шаг перестановки перегружателя (длину перетяжки судна вдоль причала) для каждой последующей дозагрузки. Такие процедуры увеличивают продолжительность стояночного времени судна у причала.

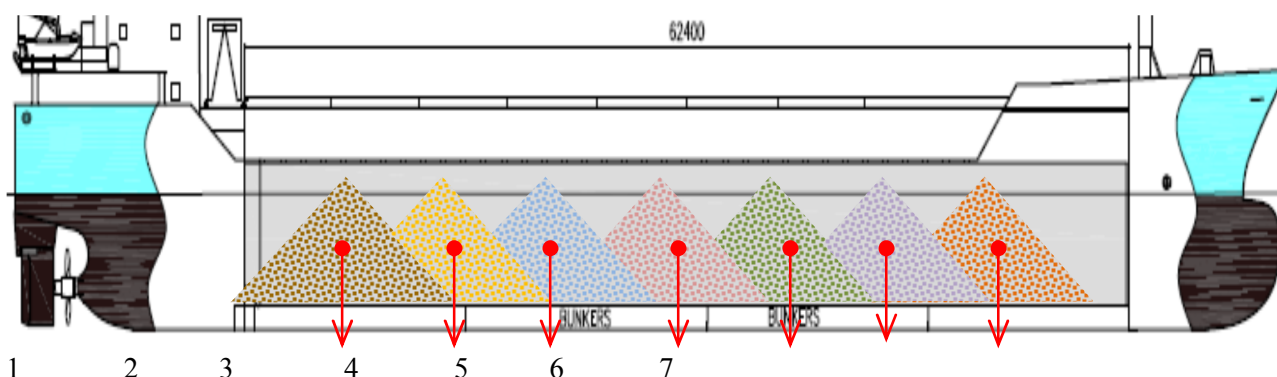


Рис.6.Погрузка т/х «PLATO»методом последовательной загрузки

Выводы и перспектива дальнейшей работы по данному направлению

Для расчета плана загрузки судна отдельными штабелями, которые могут быть получены двумя способами организации технологического процесса

догрузки, необходимо решить комплексную задачу – рассчитать количество штабелей и шагов перестановки перегружателя (перетяжек судна вдоль причала).

Рейсовые наблюдения на т/х «ПЛАТО» (типа «коастер») подтвердили, что наличие на судне диаграммы (рис. 2) дает возможность грузовому помощнику капитана сократить затраты времени на расчет технологического процесса погрузки и грузового плана в целом до 10%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савчук В.Д. Технология погрузки металлолома на судно типа «коастер» / В.Д. Савчук, В.Ю. Хомяков // Судовождение: Сб. научн. трудов / ОНМА. – Вып. 22. – Одесса: «ИздатИнформ», 2013. – С. 202-210// Судовождение: Сб. научн. трудов / ОНМА. – Вып. 22. – Одесса: «ИздатИнформ», 2013. – С. 202-210.
2. Хомяков В.Ю. Перевозка металлолома на судах типа «коастер» / В.Ю. Хомяков, В.Д. Савчук // Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці», 9-11 жовтня 2013 року: НУК імені адмірала Макарова, Миколаїв, 2013. – С. 384-386.
3. Хомяков В.Ю. Расчет высоты штабеля навалочного груза при загрузке судов типа «коастер» / В.Ю. Хомяков, В.Д. Савчук // Матеріали науково-теоретичної конференції «Судноплавство: перевезення, технічні засоби, безпека», 19-20 листопада 2013 року: ОНМА, Одеса, 2014. – С.136-139.
4. Хомяков В.Ю. Смещение центра тяжести штабеля навалочного груза при загрузке судов типа «коастер» / В.Ю. Хомяков, В.Д. Савчук // Матеріали VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених і студентів «Удосконалювання проектування та експлуатації морських суден і споруд» 2-6 грудня 2013 р., СевНТУ, Севастополь, 2014. – С. 159-164.