

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛАВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГРУЗОВЫХ СУДОВ
ОГРАНИЧЕННОГО РАЙОНА ПЛАВАНИЯ В НАЧАЛЬНОМ ПРИБЛИЖЕНИИ

Ли Тхань Бин, асп.

Национальный университет кораблестроения, г. Николаев

Аннотация. Рассмотрено предварительное определение главных размерений грузового судна ограниченного района плавания с использованием статистических данных, которые учитывают навигационно-географические условия Вьетнама.

Ключевые слова: судно ограниченного района плавания, статистические методы, уравнение масс, дедвейт.

Анотація. Розглянуто попередні визначення головних розмірів вантажного судна обмеженого району плавання з використанням статистичних даних, які враховують навігаційно-географічні умови В'єтнаму.

Ключові слова: судно обмеженого району плавання, статистичні методи, рівняння мас, дедвейт.

Abstract. The main dimensions have been considered of a cargo ship with a specified operating area of service using the statistical data which take into account the navigational and geographical conditions of Vietnam.

Keywords: ship with a specified operating area of service, statistical methods, mass equation, deadweight.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Суда ограниченного района плавания (смешанного плавания) предназначены для использования как в морских, так и в речных водах, поэтому при их проектировании должны учитываться навигационно-географические условия эксплуатации. Эти условия включают в себя относительную протяженность морского и речного участков пути, ограничения на главные размерения, связанные с условиями судового хода на реке, метеорологические условия.

Определение главных элементов грузовых судов ограниченного района плавания с учетом навигационно-географических условий Вьетнама представляет интерес как для проектных организаций, так и для Вьетнамского Регистра. Эта задача может решаться на основе статистических методов при условии, что исходные статистические выборки построены с учетом навигационно-географических условий Вьетнама.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ПУБЛИКАЦИЙ

В работе [2] выполнен статистический анализ металлоемкости существующих судов смешанного плавания нового поколения и представлены аналитические зависимости для измерителей масс металлического корпуса. Эти формулы рекомендованы Морским инженерным бюро для использования в начальном приближении. Попытка обосновать значение относительной длины судна смешанного плавания из условия минимизации сопротивления воды движению судна сделана в [3] и получена достаточно простая формула. Однако значения относительной длины, полученные по этой формуле, оказываются завышенными по сравнению с фактическими данными для вьетнамских судов. Это объясняется тем, что реальные суда смешанного плавания в связи с ограничением по длине шлюзов не могут иметь большую

абсолютную длину, что ведет к соответствующему снижению и их относительных длин по сравнению с полученными по [3] и отвечающими минимальному сопротивлению значениями. Автору не известны работы, посвященные определению в первом приближении главных размерений грузовых судов смешанного плавания с учетом навигационно-географических условий Вьетнама.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ – определение главных размерений судов смешанного плавания (ограниченного района плавания) с учетом навигационно-географических условий Вьетнама.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Работа выполняется в следующей последовательности. Сначала из уравнения масс по заданным грузоподъемности P_r , т, эксплуатационной скорости V_s , уз, дальности плавания R , мили, численности экипажа $n_{ЭК}$ и измерителям масс p_i определим дедвейт проектируемого судна [1]. Из-за небольших удельных погрузочных кубатур перевозимого груза решать уравнение объемов нет необходимости. На этом этапе влияние специфики навигационно-географических условий Вьетнама будем считать отсутствующим и, определяя измерители масс, примем за основу рекомендации [2]. Затем рассмотрим статистическую выборку по вьетнамским грузовым судам ограниченного района плавания и на этой основе определим в функции дедвейта – уже с учетом навигационно-географических условий Вьетнама – главные размерения проектируемого судна.

Исходное уравнение масс имеет вид

$$D = P_{МК} + P_{ОБ} + P_{У} + P_{СС} + P_{М} + P_{ЭЛ} + P_{ЗВ} + P_{ЭК} + P_{Г} + P_{Т} \quad (1)$$

где $P_{МК}$, $P_{ОБ}$, $P_{У}$, $P_{СС}$, $P_{М}$, $P_{ЭЛ}$, $P_{ЗВ}$, $P_{ЭК}$, $P_{Т}$ – массы металлического корпуса, оборудования, судовых

устройств, судовых систем, энергетической установки, электроэнергетической системы; запас водоизмещения; масса экипажа и масса топлива.

При этом точность уравнения масс должна отвечать точности статистических зависимостей, используемых для определения главных размерений судна. Поэтому следует сгруппировать небольшие разделы нагрузки $P_{об}$, P_y , P_{cc} , $P_{эл}$, доля каждой из которых в водоизмещении относительно невелика, в одну большую группу ΔP_k . Поскольку эти разделы представляются как функция от $D^{2/3}$, масса металлического корпуса и запас водоизмещения пропорциональны D , а массы механизмов и топлива связаны известными зависимостями с мощностью главных двигателей N , уравнение (1) принимает вид [1]:

$$D = p_{МК} \cdot D + p_{\Delta К} \cdot D^{2/3} + p_M \cdot N + k_T \cdot k_{МЗ} \cdot p_T \cdot t \cdot N + p_{ЗВ} \cdot D + P_{ЭК} + P_{Г}$$

где $p_{МК}$, $p_{об}$, p_y , p_{cc} , p_M , $p_{эл}$, $p_{ЗВ}$ – измерители масс металлического корпуса, оборудования, судовых устройств, судовых систем, энергетической установки, электроэнергетической системы и запас водоизмещения (табл. 1); $N = \frac{D^{2/3} \cdot V_s^3}{C_A}$ – мощность главного двигателя, кВт; C_A – адмиралтейский коэффициент, который определяется по прототипам; $P_{ЭК} = 0,1n_{ЭК}$ – масса экипажа, т; $k_T = 1,09 \pm 0,03$ – коэффициент, учитывающий запас топлива, масла и воды; $k_{МЗ} = 1,10$ – коэффициент морского запаса; $p_T = 190 \cdot 10^{-6}$ – удельный расход топлива, т/(кВт·ч); $t = R/V_s$ – ходовое время, ч.

Таблица 2. Характеристики судов ограниченного района плавания Вьетнама

Название судна	L	B	H	T_{max}	DWT , т	ME , лс	GT	V_s , уз
	м							
IMEXTRANS 02	84,90	14,00	7,30	5,950	4207,1	1399	2551	9
SEAMEN	79,60	13,60	7,55	6,100	3901,5	1800	2467	9
VINH 02	64,35	11,50	6,10	5,000	2100,8	1500	1070	9
PHUONG NAM 68	79,90	12,98	7,15	5,860	3612,5	2040	2209	10
THANH HAI 28	79,00	13,60	7,30	5,970	3960,6	2000	2270	10
LIMCO ACE	78,40	12,60	7,20	5,900	3785,2	1649	1999	10
HAI LONG 10	76,06	13,60	6,80	5,400	3508,1	1649	2090	10
LUCK STAR	74,80	12,60	6,48	5,300	3067,0	1500	1599	10
HAI NAM STAR	74,18	13,60	7,30	6,038	3618,1	2000	1998	10
AN BIEN 89-ALCI	69,80	12,30	6,30	5,400	2854,8	999	1593	10
TRAI THIEN 68	81,20	13,60	7,40	5,900	4070,7	1999	2363	10,5
HAI PHONG 05	75,37	12,60	6,12	5,140	2958,6	999	1599	10,5
HAI PHONG 45	71,00	11,84	6,00	4,950	2572,9	979	1516	10,5
PACICO	70,90	12,60	6,30	5,250	3029,0	999	1599	10,5
NAVIGATOR	81,20	13,60	7,40	5,900	4061,6	2040	2363	11
SEA HOME SKY	75,37	12,60	6,12	5,200	2930,7	1500	1599	11
TIEN GIANG 07	75,00	12,80	6,08	5,000	3016,4	1500	1598	11
HA TRUNG 98	74,80	12,80	6,08	5,000	3017,0	1500	1598	11
BAO LINH 08	74,80	12,80	6,10	5,050	3045,0	979	1599	11
THINH LONG 45	74,80	12,80	6,20	4,940	3085,8	979	1599	11

После очевидных преобразований получаем уравнение масс в таком виде:

$$(1 - p_{МК} - p_{ЗВ})D - [p_{\Delta К} + (p_M + k_T \cdot k_{МЗ} \cdot p_T \cdot t) V_s^3 / C_A] D^{2/3} - 0,1n_{ЭК} - P_{Г} = 0. \quad (2)$$

Таблица 1. Измерители масс

Обозначение	Сухогрузное судно	Нефтеналивное судно
$p_{МК}$	$0,1456 + 1,88 \cdot 10^{-6} \cdot D$	$0,1589 + 1,32 \cdot 10^{-6} \cdot D$
$p_{\Delta К}$	$0,99 \pm 0,17$	$0,77 \pm 0,11$
$p_{ЗВ}$	0,03	0,03
p_M	$0,10 \pm 0,01$	$0,10 \pm 0,01$

Табл. 1 составлена по данным [2].

При этом измеритель $p_{МК}$ в работе [2] взят по модулю LBH . В данной работе этот измеритель взят по модулю D . Расчетная зависимость для этого измерителя получена путем регрессионного анализа данных [2].

Решив уравнение (2), можно найти дедвейт судна:

$$DW = P_{ЭК} + P_{Г} + P_{Т} \quad (3)$$

Далее в функции дедвейта DW , основываясь на статистической выборке вьетнамских судов ограниченного района плавания, характеристики которых отвечают навигационно-географическим условиям Вьетнама, находим главные размерения для проектируемого судна в начальном приближении. Указанная выборка, которая приведена в табл. 2, содержит сухогрузные суда ограниченного района плавания с дедвейтом от 2000 до 5000 т, разделяющиеся на три группы в соответствии с районом плавания.

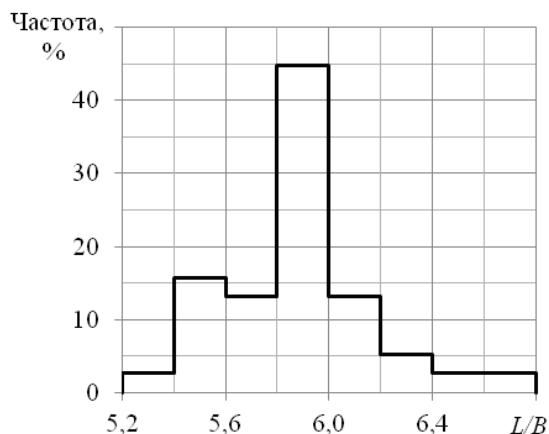
Продолж. табл. 2

Название судна	L	B	H	T_{\max}	DWT , т	ME , лс	GT	V_{Σ} уз
	м							
LIMCO ASIA	74,80	12,60	6,48	5,300	3075,5	979	1599	11
NAM A 08	71,50	12,00	7,40	5,268	2534,0	2000	1536	11
HA TRUNG 27	68,00	12,00	6,90	4,996	2056,0	2000	1344	11
TAY ĐỒ 06	84,95	15,30	7,90	6,450	5466,0	2400	2976	12
HO TAY	84,80	15,40	8,00	6,500	5298,6	2400	2999	12
VIET THUAN 06	75,45	12,30	6,30	5,120	3012,0	1500	1599	12
ĐONG AN 08-ALCI	75,00	12,80	6,08	5,000	3016,4	1500	1598	12
MINH NGUYET 18	73,20	12,00	6,20	5,050	2780,0	1500	1567	12
ME KONG 04	67,00	11,50	6,80	4,950	2073,8	1300	1317	12
IMEXTRANS	72,00	12,40	5,70	4,750	2332,3	2040	1651	12

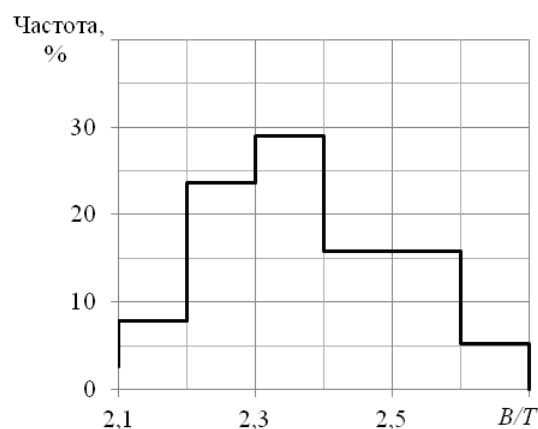
На рис. 1–3 представлены гистограммы отношений длины к ширине L/B , ширины к осадке B/T и высоты борта к осадке H/T .

По этим гистограммам видно, что соотношения главных размерений сосредоточены на интервалах $L/B = 5,4 \dots 6,2$; $B/T = 2,2 \dots 2,6$; $H/T = 1,20 \dots 1,26$. При этом получить статистически устойчивые зависимости соотношений главных размерений от дедвей-

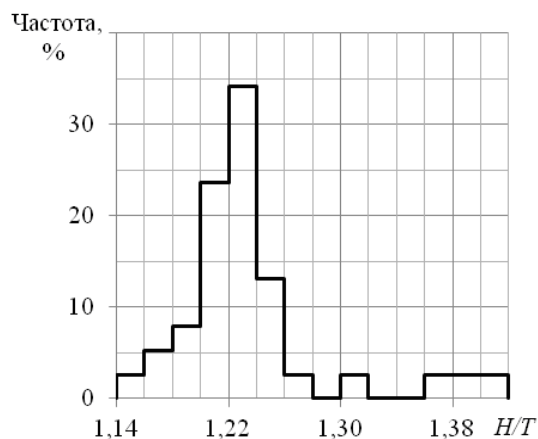
та или от числа Фруда не удалось. Что же касается абсолютных значений главных размерений, то статистический анализ выборки показал относительно слабую зависимость указанных величин от числа Фруда, однако удалось получить достаточно статистически устойчивые зависимости главных размерений от дедвейта. Эти данные содержатся в табл. 3 и на рис. 4.



a

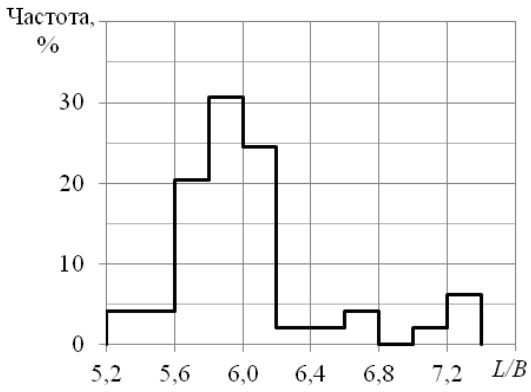


б

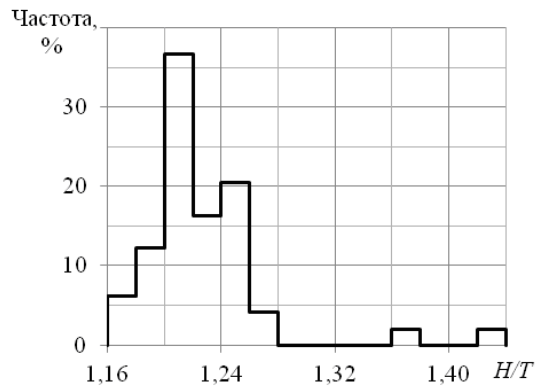


в

Рис. 1. Гистограммы соотношений главных размерений судов ограниченного района плавания I: *a* – L/B ; *б* – B/T ; *в* – H/T

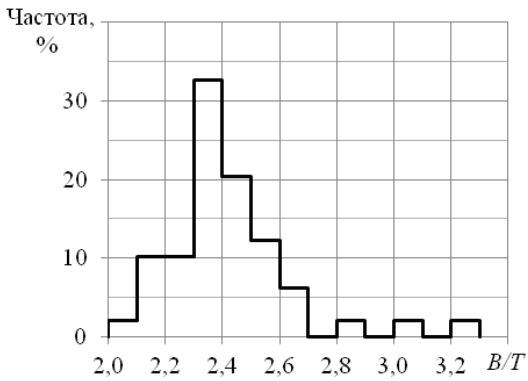


a

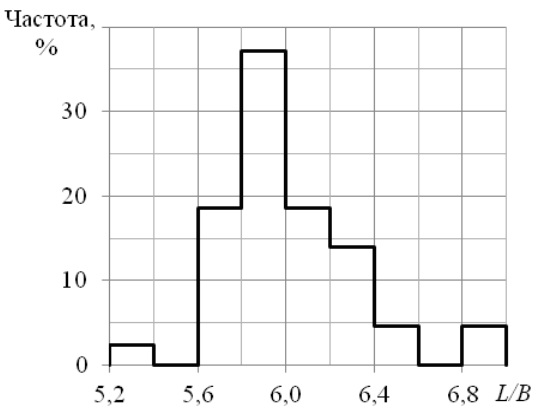


б

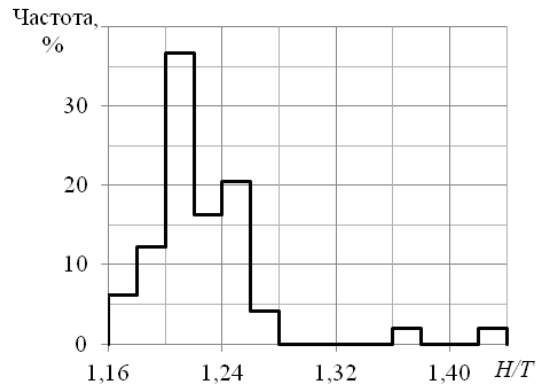
Рис. 2. Гистограммы соотношений главных размеров судов ограниченного района плавания II: *a* – L/B ; *б* – H/T ; *в* – H/T



в

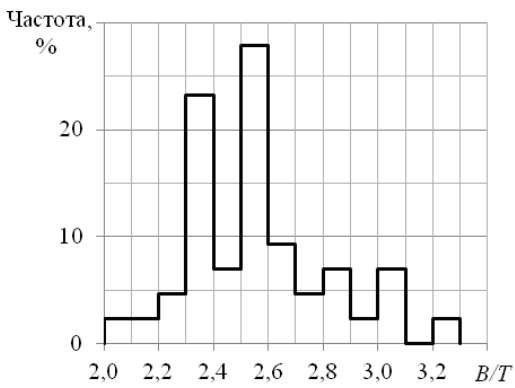


a



б

Рис. 3. Гистограммы соотношений главных размеров судов ограниченного района плавания III: *a* – L/B ; *б* – B/T ; *в* – H/T



в

Таблиця 3. Сводная таблица зависимостей

Зависимость	Выражение
L от DW	$L = -1E - 06DW^2 + 0,012DW + 44,81$, $R^2 = 0,884$
B от DW	$B = 7E - 08DW^2 + 10,23$, $R^2 = 0,912$
T от DW	$T = 1E - 08DW^2 + 3,774$, $R^2 = 0,823$

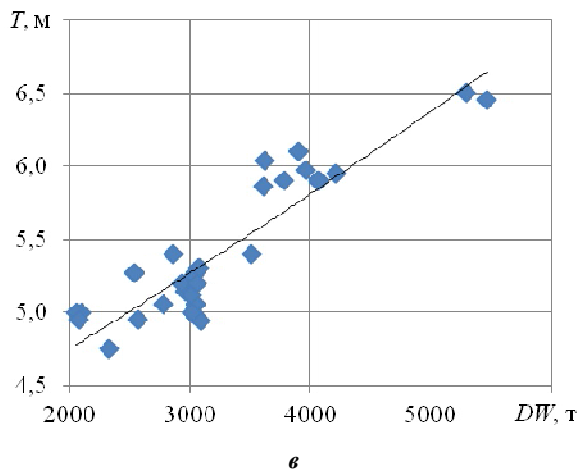
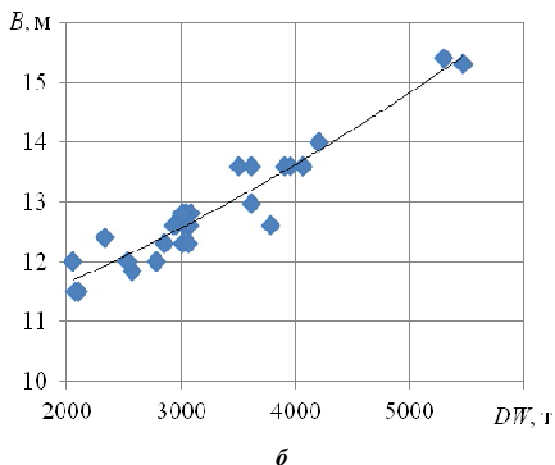
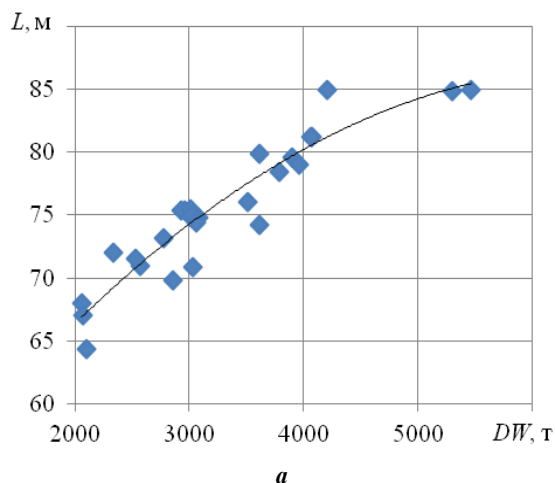


Рис. 4. Зависимости от DW : а – L ; б – B ; в – T

ВЫВОДЫ

1. В результате выполненного исследования получены статистически устойчивые зависимости абсолютных значений главных размерений грузовых судов ограниченного района плавания от дедвейта на основе статистической выборки, которая учитывает навигационно-географические условия Вьетнама.

2. Выполненный на основе указанной выборки анализ не выявил статистически устойчивых зависимостей абсолютных значений главных размерений от числа Фруда, а также отношений главных размерений от дедвейта и от числа Фруда.

3. Выбранные по приведенным выше зависимостям в начальном приближении главные размерения должны корректироваться на последующих стадиях проектирования с учетом требований остойчивости и вместимости.

4. Сопоставление главных размерений судов из рассмотренной статистической выборки с судами смешанного плавания нового поколения Морского инженерного бюро показало заметную разницу этих величин. Это связано с различиями в условиях эксплуатации этих судов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Ашик, В. В. Проектирование судов [Текст] / В. В. Ашик. – Л. : Судостроение, 1985. – 320 с.
 [2] Егоров, Г. В. Основные принципы проектирования корпусов судов смешанного река–море плавания нового поколения [Текст] / Г. В. Егоров // Вісник ОНМУ. – О. : ОНМУ, 2011. – Вип. 32. – С. 15–36.
 [3] Нестеров, О. Л. Оптимизация характеристик сухогрузных судов смешанного река–море плавания с учетом вероятностных условий их работы [Текст] : автореф. ... канд. техн. наук 05.08.03 / О. Л. Нестеров. – Нижний Новгород, 2005. – 24 с.

© Лі Тхань Бін

Надійшла до редколегії 11.03.13
 Статтю рекомендує до друку член редколегії ЗНП НУК
 д-р техн. наук, проф. В. О. Некрасов