Проектирование и конструкции судов

DOI: <http://www.dx.doi.org/10.24866/2227-6858/2019-4-5>
УДК 629.562

В.Г. Бугаев, Дам Ван Тунг, До Тат Мань

БУГАЕВ ВИКТОР ГРИГОРЬЕВИЧ – д.т.н., профессор, ORCID 0000-0001-8778-620X,
e-mail: v_bugaev@mail.ru

ДАМ ВАН ТУНГ – аспирант, e-mail: damvantung@mail.ru

Кафедра кораблестроения и океанотехники Инженерной школы

Дальневосточный федеральный университет

Суханова ул., 8, Владивосток, Россия, 690091

ДО ТАТ МАНЬ – к.т.н., e-mail: dotatmanh@vimaru.edu.vn

Институт последипломной подготовки

Вьетнамский морской университет

Лач Чаи ул., 484, г. Хайфон, Вьетнам

Обеспечение вместимости, посадки и начальной остойчивости в задачах оптимизации судов

Аннотация: Обеспечение вместимости, посадки и начальной остойчивости рыболовного судна как сложной пространственной системы предполагает использование современных методов исследования: точного описания поверхности и конструкций корпуса судна, винторулевого комплекса, расположения энергетической установки и оборудования. Для оценки эффективности и безопасности судов применение автоматизированных систем является чрезвычайно актуальным и удобным решением. Опыт показывает, что использование таких систем по сравнению с традиционными методами имеет преимущества по срокам выполнения и точности расчетов. В данной статье авторы предлагают метод оптимизации компоновки и размещения грузов и запасов рыболовного судна с целью обеспечения требований, предъявляемых к его вместимости, посадке и начальной остойчивости. Полученные авторами данные – основа для рекомендаций по созданию рациональной компоновки рыболовных судов с точки зрения эффективности и безопасности плавания, которые актуальны и применимы и для Вьетнама.

Ключевые слова: рыболовное судно, оптимизация судов, вместимость, посадка, остойчивость.

Введение

Большинство методов расчета вместимости, посадки и начальной остойчивости на начальных стадиях проектирования судна основано на приближенных формулах. Поэтому разработка и внедрение автоматизированных систем – одно из важных достижений в совершенствовании методов инженерного и экономического анализа. Численные методы широко применяются при решении задач гидродинамики судов и прочности судовых конструкций. А с развитием систем автоматизированного проектирования появилась возможность решения задач компоновки основных помещений и размещения грузов судна с высокой степенью точности и за короткий период времени [8–10].

Одна из первых работ, посвященных оптимизации компоновки основных помещений и размещения грузов, – монография В.М. Пашина «Оптимизация судов» [2]. В ней отмечает-

ся необходимость формирования архитектурно-конструктивного типа судна с учетом элементов основных подсистем (корпуса, гидродинамического комплекса, энергетической установки и др.). Без учета элементов подсистем невозможно достаточно обоснованно определить форму корпуса, массу и координаты центра тяжести конструкций, характеристики винта и др.

Вопросы удифферентовки и начальной остойчивости судов на стадии исследовательского проектирования достаточно подробно, с использованием традиционных подходов, изложены в работах А.И. Ракова, А.И. Гайковича, Н.Ю. Частовникова, В.И. Шагиданова [1, 4–6].

Авторы данной статьи рассматривают один из возможных подходов к обеспечению вместимости, посадки и начальной остойчивости рыболовного судна на начальных этапах его проектирования на примере проекта 70133 (ООО СК «Посейдон-Звезда», гл. конструктор В.Е. Рожков).

Цель исследования – определение с помощью методов оптимизации компоновки судна, размещения грузов и запасов, расположения оборудования, при которых обеспечены требования, предъявляемые к вместимости, посадке, остойчивости.

Постановка задачи. Необходимо найти такой вектор параметров X_k , который бы определял компоновку судна (количество и расположение продольных и поперечных переборок, высоту двойного дна и др.), размещение грузов и запасов, расположение оборудования, при которых критерий эффективности (в нашем примере – дифферент) достигает заданного искомого значения и выполняются ограничения, определяющие область допустимых решений [1, 4, 5].

Согласно Правилам РМРС остойчивость и посадка судна проверяются для трех основных вариантов загрузки [3].

1. Выход на промысел с полными запасами – 0% груза и 100% запасов. В этом варианте загрузки остойчивость, как правило, максимальна.
2. Возвращение с промысла с полным уловом в трюме – 100% груза и 10% запасов. В этом варианте остойчивость минимальна.
3. Выход из района промысла с полным грузом и с количеством запасов, обеспечивающим осадку судна по грузовую марку.

Таким образом, необходимо решить две задачи. Первая: оптимизация компоновки судна, при которой в первом варианте загрузки обеспечены требования к вместимости, посадке и остойчивости. Вторая задача: для компоновки судна, полученной при решении первой задачи, – размещение грузов и запасов с целью обеспечения заданной посадки и остойчивости судна (варианты 2 и 3).

Решение задач 1–3 осуществляется с помощью модуля Simulation программного продукта SolidWorks. Выбор данного программного продукта связан с наличием дружественного интерфейса, специализированных модулей инженерного анализа и с тем, что обеспечивается достаточно высокая точность решения.

Описание судна и 3D-модели

Проектируемое судно имеет форпик, ахтерпик, три охлаждаемых танка, цистерны для воды, топлива, масла и балласта, машинное и румпельное отделения, жилые помещения. Все жилые помещения, навигационный мостик расположены в носовой части судна, а машинное и румпельное отделения – в кормовой.

Судно имеет поперечную систему набора со шпацией 540 мм. Продольные и поперечные переборки – сварные плоские, усиленные вертикальными ребрами жесткости. Три грузовых люка размером в свету 800x1200 мм размещены на верхней палубе для доступа в охлаждаемые танки. Между люками установлены две продольные переборки, подразделяющие трюм на три отсека.

Поперечные переборки, стенки цистерн, перекрытие двойного дна созданы в контексте сборки и могут перемещаться в продольном и вертикальном направлении и принимать

форму поверхности корпуса судна. На рис. 1 приведена схема общего расположения и размещения основных помещений судна до оптимизации (наружная обшивка и конструкции скрыты), в табл. 1 – основные элементы судна.

Таблица 1

Основные элементы судна

Рис. 1. Схема (модель) общего расположения проектируемого судна (на примере проекта 70133).

Элементы судна	Значение
Длина между перпендикулярами $L_{пп}$, м	27.3
Ширина по ГВ В, м	7.08
Осадка по ГВ Т, м	2.64
Высота борта Н, м	3.42
Коэффициент полноты подводной части мидель-шпангоута β	0.823
Коэффициент общей полноты δ	0.545
Коэффициент продольной полноты ϕ	0.662
Отношение L/B	3.857
Отношение В/Т	2.95
Площадь смоченной поверхности Ω , м ²	300.7
Водоизмещение по ГВ Δ , т	307.0

Трехмерная модель судна дает полное представление о его устройстве, о расположении служебных, специальных и жилых помещений, а также о расположении оборудования, устанавливаемого на судне. Элементы общего расположения судна (количество и расстановка переборок, палуб, настилов и др.) предварительно определены при создании его макета на верхнем подуровне проектирования с помощью математической модели, а решение настоящей задачи является логическим продолжением – уточнением с использованием инструментов САПР. Результат проектирования – трехмерная компоновка помещений, установка оборудования, размещение грузов, запасов и балласта.

Важным условием сходимости решения задачи является хорошее начальное приближение. В качестве начального приближения принята 3D-модель, откорректированная при оптимизации судовой поверхности, винто-рулевого комплекса, конструкций корпуса и предварительного расположения оборудования (этой теме посвящены предыдущие работы авторов, см., например, [https:// dx.doi.org/10.24866/2227-6858/2019-2-6](https://dx.doi.org/10.24866/2227-6858/2019-2-6)).

Требования к трехмерной модели общего расположения:

- моделирование компоновки по заранее заданному макету общего расположения судна;
- минимально возможное количество оптимизируемых параметров для гибкого управления модификацией общего расположения судна;
- модель должна быть параметризованной, позволять перемещать переборки и настил второго дна в заданных пределах; при этом концепция общего расположения сохраняет принятые на верхнем подуровне решения.

При расположении помещений соблюдаются все требования и условия о взаимном их расположении и размещении в них грузов и оборудования.

Расчет объемов и координат центра тяжести танков, топливных и балластных цистерн, служебных и жилых помещений производится по 3D-модели судна с учетом формы его корпуса и расположения поперечных переборок, цистерн и танков. Проектирование и насыщение судовых помещений выполняется на основе унифицированных компонентов с помощью специализированных модулей.

На рис. 2 представлено расположение основных помещений судна.

Рис. 2. Схема расположения основных помещений судна:

1 – охлаждаемые танки; 2 – топливные и масляные цистерны; 3 – цистерны для пресной воды и балласта; 4 – машинное отделение; 5 – румпельное отделение; 6 – помещения экипажа; 7 – форпик; 8 – рубка.

Известные величины: элементы 3D-модели поверхности и конструкций корпуса судна, архитектурно-конструктивный тип судна, предварительное расположение основного оборудования, жилых и служебных помещений: $X^* = (L, B, T, H, l_i, b_i, h_{\text{дв}})$, полученные на верхнем подуровне проектирования. А также откорректированные при оптимизации подсистем «Поверхность корпуса», «Винто-рулевой комплекс», «Конструкция корпуса». Здесь l_i – длина отсека, м; b_i – расстояние от борта до ближайшей продольной переборки, м; $h_{\text{дв}}$ – высота отсека (двойного дна), м.

Оптимизируемые переменные

- компоновка основных отсеков в корпусе:

l_i – длина i -го отсека (отстояние i -й поперечной переборки (стенки) от мидель-шпангоута), например, l_1 – отстояние кормовой переборки трюма от МШ, м;

h_i – высота i -го отсека (двойного дна) и т.д., м;

- размещение грузов в отсеках в разных вариантах нагрузки.

Приращение длины каждого отсека осуществляется дискретно на величину шпации (0,54 м).

Количество переменных в настоящем исследовании выбрано с учетом ресурсов вычислительной техники и гибкого управления моделью.

Ограничения, определяющие область допустимых решений, могут быть построены на основе Правил РМРС, требований технического задания и результатов оптимизации отдельных подсистем судна [3] (см. посвященную данному направлению предыдущую работу авторов предлагаемой статьи: DOI: [https:// dx.doi.org/10.24866/2227-6858/2019-2-6](https://dx.doi.org/10.24866/2227-6858/2019-2-6)):

- объем и расположение машинного отделения, грузовых, служебных и жилых помещений, судовых запасов, снабжения;

- аппликата центра тяжести судна (метацентрическая высота);

- абсцисса центра тяжести судна (дифферент) и др.

Нагрузка, посадка и остойчивость судна должны отвечать следующим требованиям:

W_i – объем помещений должен быть достаточным для размещения в них грузов, топлива и масла, балласта, экипажа и т.п., $W_i(X) \geq W_i^*$, м³;

ψ – максимальный дифферент не должен превышать допустимых пределов, $0,005 \geq |\psi| \geq 0$ рад;

h – исправленная начальная метацентрическая высота не должна быть менее 0,35 м, $h \geq 0,35$ м.

На оптимизируемые характеристики налагаются ограничения:

l_i – длина отсека не должна превышать допустимых пределов, $l_i^{max} \geq l_i \geq l_i^{min}$, м;

$h_{об}$ – высота отсека (двойного дна) не должна быть менее допустимой по Правилам РМРС, $h_{об} \geq h_{об}^{min}$, м.

Расчет вместимости, нагрузки, дифферента, метацентрической высоты выполняется по 3D-модели судна инструментами САПР.

Вместимость:

$$W = W_{гр} + W_T + W_B + W_{эу} + W_{ру} + W_{эк},$$

где $W_{гр}$ – объем охлаждаемых танков, м³; W_T – объем топливных и масляных цистерн, м³; W_B – объем цистерн пресной воды и балласта, м³; $W_{эу}$ – объем машинного отделения, м³; $W_{ру}$ – объем румпельного отделения, м³; $W_{эк}$ – объем помещений экипажа, м³.

Водоизмещение порожнем разделено на 6 составляющих нагрузки и рассчитывается по формуле

$$\Delta_{пор} = \Delta_{мк} + \Delta_{об} + \Delta_{су} + \Delta_{эу} + \Delta_{эс} + \Delta_{сс},$$

где $\Delta_{мк}$ – масса металлического корпуса, т; $\Delta_{об}$ – масса оборудования корпуса, т; $\Delta_{су}$ – масса судовых устройств, т; $\Delta_{эу}$ – масса энергетической установки, т; $\Delta_{эс}$ – масса электроэнергетической системы, т; $\Delta_{сс}$ – масса судовых систем, вооружения, запасных частей, постоянных жидких грузов, снабжения и имущества, т.

Масса металлического корпуса $\Delta_{мк}$ определяется по 3D-модели при оптимизации конструкций корпуса как подсистемы судна (см. DOI: [https:// dx.doi.org/10.24866/2227-6858/2019-2-6](https://dx.doi.org/10.24866/2227-6858/2019-2-6)), масса оборудования корпуса $\Delta_{об}$, масса энергетической установки $\Delta_{эу}$ и других составляющих нагрузки соответствует массе элементов, выбираемых из библиотеки в соответствии с функциональным их назначением. Масса судовых систем, вооружения, запасных частей, постоянных жидких грузов, снабжения и имущества определяется по приближенным формулам и принимается постоянной для всех вариантов загрузки.

Дедвейт определяется по формуле

$$DW = P_{гр} + P_T + P_B + P_6,$$

где $P_{гр}$ – масса груза, т; P_T – масса топлива и масла, т; P_B – масса воды, т; P_6 – масса балласта, т.

Массы $P_{гр}$, P_T , P_B определяются на верхнем подуровне проектирования судна и при необходимости уточняются в процессе выбора из библиотеки оборудования и энергетической установки. Масса P_6 балласта находится в процессе выполнения расчетов с целью обеспечения необходимой посадки и остойчивости.

Начальная поперечная метацентрическая высота рассчитывается с использованием ранее найденных значений поперечного метацентрического радиуса r и аппликаты центра величины z_c по 3D-модели поверхности корпуса судна по формуле

$$h = r + z_c - z_g, \text{ м.}$$

Угол дифферента судна рассчитывается с использованием выражения

$$\psi = \frac{(x_g - x_c)}{H_R}, \text{ рад,}$$

где H_R – начальная продольная метацентрическая высота.

Период бортовой качки определяется по формуле, рекомендуемой РМРС [3],

$$\tau = \frac{2cB}{\sqrt{h}}, \text{ с,}$$

где c – коэффициент, $c = 0,373 + 0,023 \frac{B}{T} - 0,043 \frac{Lwl}{100}$.

Критерий эффективности – посадка судна без дифферента:

$$f_k(X^*, X_k) \rightarrow (x_c = x_g(X^*, l_i, h_i)),$$

где $x_g(X^*, l_i, h_i)$ – абсцисса центра тяжести судна в функции оптимизируемых переменных l_i, h_i при найденных на верхнем подуровне главных размерениях и предварительной компоновки судна X^* , м.

В табл. 2 приведены нагрузка и элементы судна в различных вариантах загрузки, найденные на верхнем подуровне проектирования судна, откорректированные при оптимизации подсистем «Поверхность корпуса», «Винто-рулевой комплекс», «Конструкция корпуса» и использованные в качестве исходной информации.

Таблица 2

Нагрузка и элементы судна в различных вариантах загрузки

Вариант загрузки	Δ , т	$P_{гр}$, т	$P_{тв}$, т	$P_{вод}$, т	$P_{б}$, т	x_c , м	z_c , м	r , м	R , м
Вариант 1: 0–100%	255.0	0.0	32.0	16.0	0.0	0.215	1.408	2.01	31.55
Вариант 2: 100–10%	297.0	77.0	3.2	1.6	8.0	0.395	1.565	1.85	29.70
Вариант 3: 100–40%	307.0	77.0	12.8	6.4	8.0	0.429	1.574	1.81	29.43

Первый вариант загрузки: выход на промысел с полными запасами – 0% груза и 100% запасов. В результате оптимизации определено положение переборок, настила второго дна и размещение запасов, при которых судну обеспечены все требования, предъявляемые в виде ограничений. Постановка задачи, расположение танков и цистерн, размещение грузов ($P_{гр} = 0$, в качестве ограничения выступает объем грузовых танков $W_{гр} \geq 96,0 \text{ м}^3$), запасов пресной воды, топлива и масла в первом варианте загрузки приведены в табл. 3, а визуализация размещения жидких сред – на рис. 3.

Таблица 3

Постановка задачи и результаты оптимизации компоновки судна и размещения жидких сред в первом варианте загрузки

Рис. 3. Расположение танков и цистерн судна в первом варианте загрузки (обшивка, конструкции и оборудование скрыты).

		Начальная	Оптимальная (139)
I1		4860мм	4860мм
I2		3780мм	3780мм
I3		1080мм	1080мм
I4		1000мм	900мм
масса топлива и масла, кг	>32000.00	38539.34	33184.21
масса пресной воды, кг	>16000.00	21143.78	19175.80
объем трюма, м ³	>96.00	103.38	104.86
объем М.О., м ³	>100.00	101.22	101.22
объем жилого помещения, м ³	>180.00	183.41	185.50
длина М.О., мм	>3500.00	4860.00	4860.00
длина жилого помещения, мм	>9000.00	10260.00	10260.00
центр тяжести по x, м	точно равно 0.215	0.184	0.228

Второй и третий варианты загрузки являются проверочными: они связаны с проверкой выполнения требований к посадке и остойчивости судна при выбранных в первом варианте загрузки расположении переборок и второго дна.

Постановка задачи и результаты размещения грузов (объем и положение грузовых танков определено в первом варианте), запасов топлива и масла, балласта и других жидких сред во втором и в третьем вариантах загрузки приведены в таблицах 4 и 5, а визуализация размещения жидких сред – на рисунках 4 и 5.

Рис. 4. Размещение жидких сред на судне во втором варианте загрузки.

Таблица 4

Постановка задачи и результаты размещения жидких сред на судне во втором варианте загрузки

		Начальная	Оптимальная (36)
высота уровня топлива 1		500мм	600мм
высота уровня воды 1		1000мм	1000мм
высота уровня водного балласта 1		700мм	1400мм
высота уровня водного балласта 2		700мм	1100мм
масса пресной воды, кг	>1600.00	1997.33	1997.33
масса топлива и масла, кг	>3200.00	3532.30	5259.08
масса балласта, кг	<8000.00	2151.39	7352.43
центр тяжести по x, м	точно равно 0.395	0.667	0.518

Рис. 5. Размещение жидких сред на судне в третьем варианте загрузки.

Таблица 5

Постановка задачи и результаты размещения жидких сред на судне в третьем варианте загрузки

		Начальная	Оптимальная (94)
высота уровня топлива 1		850мм	850мм
высота уровня топлива 2		200мм	200мм
высота уровня воды 1		1000мм	1000мм
высота уровня воды 2		1400мм	1400мм
высота уровня водного балласта 1		700мм	1400мм
высота уровня водного балласта 2		400мм	800мм
масса пресной воды, кг	>6400.00	6712.22	6712.22
масса топлива и масла, кг	>12800.00	12880.97	12880.97
масса балласта, кг	<8000.00	445.51	4146.59
центр тяжести по x, м	точно равно 0.429	0.577	0.485

При таком подходе главные размерения судна, элементы поверхности корпуса и винто-рулевого комплекса, топология и размеры связей корпуса не изменяются – изменяется только внутренняя компоновка судна. Возможности такого подхода ограничены.

В сводной табл. 6 приведены результаты расчетов по трем вариантам загрузки.

Таблица 6

Сводная таблица результатов расчета

Вариант загрузки	Δ , т	DW, т	T_{cp} , м	X_g , м	Z_g , м	h , м	H , м	Ψ , рад	τ , с
Вариант 1: 0–100%	255.0	55	2.35	0.23	2.72	0.69	30.23	0.0004	7.33
Вариант 2: 100–10%	297.0	97	2.58	0.52	2.78	0.64	28.48	0.0043	7.80
Вариант 3: 100–40%	307.0	107	2.64	0.48	2.72	0.66	28.28	0.0019	7.87

Наиболее предпочтительным является решение задачи по экономическому критерию с одновременной оптимизацией основных подсистем [2]. При этом цели оптимизации отдельных подсистем подчинены цели системы (судна) в целом. Приращение критерия эффективности судна, вызванное изменением скорости (сопротивления), грузоподъемности (нагрузки), вместимости, метацентрической высоты, по отношению к рассчитанным в задаче на верхнем подуровне определяется по формуле

$$f_k(X^*, X_k) \rightarrow \max \sum_{j=1}^m u_j \Delta \psi_{jk},$$

где X_k – оптимизируемые элементы k -й подсистемы;

u_j – оценки ограничений, руб./размерность ограничения;

$\Delta\psi_{jk}$ – приращения ограничений (скорости, грузоподъемности, вместимости, метацентрической высоты и т.д.).

Оценки u_j и приращения ограничений $\Delta\psi_{jk}$ определяются на верхнем подуровне при оптимизации элементов судна.

Выводы

1. В работе рассмотрена оптимизационная задача обеспечения вместимости, посадки и начальной остойчивости на примере проекта рыболовного судна. Представлены результаты компоновки и оценки удифферентовки судна на начальных этапах проектирования с использованием САПР. Полученные результаты и визуализация дают более полную и наглядную картину компоновки, размещения грузов и запасов по сравнению с традиционным подходом. Немаловажным фактором является возможность адаптации модели к специфическим особенностям эксплуатации проектируемого судна.

2. Вместимость, посадка и остойчивость судна обеспечена во всех вариантах загрузки. В первом варианте загрузки судно сидит на ровный киль. Во втором и третьем – имеет небольшой дифферент на корму (менее $0,1\%L$), это не оказывает существенного влияния на ходовые качества судна (судно можно считать удифферентованным). Период бортовой качки находится в допустимых пределах.

3. Наиболее предпочтительным является решение задачи по экономическому критерию с одновременной оптимизацией основных систем, компоновки судна и размещения грузов. Преимущество такого подхода – высокая точность расчетов сопротивления воды движению судна, гидродинамических характеристик винто-рулевого комплекса, массы и координат центра тяжести конструкций корпуса, устройств и систем по 3D-модели. Решение этой задачи – дальнейшее направление исследований авторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гайкович А.И., Николаев А.С., Поминов С.Г. Параметрическая оптимизация главных размеров корабля комплексного снабжения методом вариаций // Тр. Крыловского гос. научного центра. 2019. № 2. С. 24–33. (Специальный выпуск).
2. Пашин В.М. Оптимизация судов. Л.: Судостроение, 1983. 296 с.
3. Правила классификации и постройки морских судов. Российский морской регистр судоходства. Ч. 4. Остойчивость. СПб., 2018. 209 с.
4. Раков А.И., Севастьянов Н.Б. Проектирование промысловых судов. Л.: Судостроение, 1981. 376 с.
5. Часовников Н.Ю. Проектное обоснование технических и экономических характеристик рыболовных судов: дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2013. 200 с.: ил. РГБ ОД, 61 14-5/1269
6. Шагиданов В.И. Техничко-экономическое обоснование проектных характеристик судов для охраны экономических зон и для морских исследований: дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2009. 219 с.: ил. РГБ ОД, 61 09-5/3478.
7. Brian Trenhaile P.E. Understanding Ship and Boat Trim (Stability and Trim - Part 2). Naval Architect & Marine Engineer, Hawaii Marine Company, 2004. URL: http://hawaiimarine.com/-templates/Trim_Article.htm – 28.10.2019.
8. Pham Thanh Tuyen. Sai số phương pháp trong việc xác định trọng lượng hàng hóa tàu biển. [date of the application 17-08-2011]. URL: <https://phamtyn.wordpress.com/2011/08/17/2011/08/17/sai-so-phuong-phap-trong-viec-xac-dinh-trong-luong-hang-hoa-tau-bien/> – 22.10.2019.
9. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về phân cấp và đóng tàu biển vỏ thép. Sửa đổi 1: 2016 QCVN/ Ha Noi. 273 pp. – 23.10.2019.
10. Soumya Chakraborty. Ship Stability – Introduction to Hydrostatics and Stability of Surface Ships/ naval-architecture. URL: <https://www.marineinsight.com/naval-architecture/ship-stability-introduction-hydrostatics-stability-surface-ships/> – 26.10.2019.

DOI: <http://www.dx.doi.org/10.24866/2227-6858/2019-4-5>

Bugaev V., Dam Van Tung, Do Tat Manh

VICTOR BUGAEV, Doctor of Engineering Sciences, Professor,
 ORCID 0000-0001-8778-620X, e-mail: v_bugaev@mail.ru

DAM VAN TUNG, Postgraduate Student, e-mail: damvantung@mail.ru
 Department of Shipbuilding and Ocean Engineering, School of Engineering
Far Eastern Federal University

8 Sukhanova St., Vladivostok, Russia, 690091

DO TAT MANH, Candidate of Engineering Sciences, dotatmanh@vimaru.edu.vn
 Institute of Postgraduate Education

Vietnam Maritime University

484 Lach Tray Str., Haiphong City, Vietnam

Trim and draft, capacity and initial stability optimization solutions for the vessels

Abstract: Ensuring the trim and draft, capacity and initial stability of a fishing vessel as a complex spatial system involves the use of modern research methods and accurate description of the surface and structure of the hull, propeller-rudder system, arrangement of the power plant and equipment. To assess the efficiency and safety of the vessel, the use of automated systems is an extremely relevant and convenient solution. Experience shows that the use of automated systems in comparison with traditional methods has advantages in terms of execution time and accuracy of calculations. The purpose of the study is to optimize the layout of a vessel and the placement of cargo and supplies onboard a fishing vessel in order to ensure the requirements for its trim and draft, capacity and initial stability. The data obtained as a result of the study are the basis for forming recommendations on creating a rational layout of fishing vessels in terms of efficiency and safety of navigation.

Keywords: fishing vessel, capacity, trim and draft, stability.

REFERENCES

1. Gaykovich A.I., Nikolaev A.S., Pominov S.G. Parametric optimization of the main dimensions of the ship complex supply by the method of variations. Proceedings of the Krylov State Scientific Center. 2019;2:24–33, Special Issue.
2. Pashin V.M. Ship optimization. L., Shipbuilding, 1983, 296 p.
3. Rules for the classification and construction of ships. Russian Maritime Register of Shipping. Part 4. Stability. SPb., 2018. 209 p.
4. Rakov A.I., Sevastyanov N.B. Design of fishing vessels. L., Shipbuilding, 1981, 376 p.
5. Chasovnikov N.Yu. Design justification of the technical and economic characteristics of fishing vessels: Dissertation ... Candidate of Technical Sciences. St. Petersburg, 2013, 200 p.
6. Shagidanov V.I. Feasibility study of the design characteristics of ships for the protection of economic zones and for marine research: the Dissertation ... Candidate of Technical Sciences. St. Petersburg, 2009. 219 pp., Ill. RSL OD, 61 09-5 / 3478.
7. Brian Trenhaile P.E. Understanding Ship and Boat Trim (Stability and Trim - Part 2). Naval Architect & Marine Engineer, Hawaii Marine Company, 2004. URL: http://hawaii-marine.com/templates/Trim_Article.htm – 28.10.2019.
8. Pham Thanh Tuyen. Sai số phương pháp trong việc xác định trọng lượng hàng hóa tàu biển. [date of the application 17-08-2011]. URL: <https://phamtyn.wordpress.com/2011/08/17/2011/08/17/sai-so-phuong-phap-trong-viec-xac-dinh-trong-luong-hang-hoa-tau-bien/> – 22.10.2019.
9. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về phân cấp và đóng tàu biển vỏ thép. Sửa đổi 1: 2016 QCVN/ Hà Nội. 273 pp. – 23.10.2019.
10. Soumya Chakraborty. Ship Stability – Introduction to Hydrostatics and Stability of Surface Ships/ naval-architecture. URL: <https://www.marineinsight.com/naval-architecture/ship-stability-introduction-hydrostatics-stability-surface-ships/> – 26.10.2019.