

УДК 629.12

DOI: 10.37890/jwt.vi73.329

Обоснование высоты борта наливного судна смешанного (река-море) плавания на начальных стадиях проектирования

Е.П. Роннов¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3022-1926>

Ю.А. Кочнев¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6864-4473>

¹*Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия*

Аннотация. Выбор высоты борта грузового судна, как правило, выполняется на основе решения уравнения грузоместимости, при этом остальные требования к его величине выступают в качестве ограничений. Однако если соотношения главных размерений и требований к минимальной высоте надводного борта носят несколько условный характер, то обеспечение мореходных качеств, к которым при выборе высоты борта следует относить прежде всего непотопляемость, требует качественного учета. В статье приведена математическую модель и результаты численного эксперимента по назначению высоты надводного борта, учитывающей требования Правил Российского Классификационного Общества к проверке посадки и остойчивости при затоплении одного или нескольких смежных регламентируемых отсеков. Дается анализ влияния на высоту борта затопления различных отсеков нефтеналивного судна смешанного (река-море) плавания и предложена приближённая формула для её расчёта на начальных этапах проектирования.

Ключевые слова: надводный борт, высота борта, плавучесть, танкер, непотопляемость

Justification of a combined tanker (river-sea) side height at the initial stages of design

Evgeniy P. Ronnov¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3022-1926>

Yuri A. Kochnev¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6864-4473>

¹*Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia*

Abstract. The choice of the side height of a cargo vessel, as a rule, is carried out on the basis of solving the equation of cargo capacity, while the remaining requirements for its size act as restrictions. However, if the ratios of the main dimensions and the requirements for the minimum freeboard height are somewhat conditional, then ensuring seaworthiness, which, in addition to capacity, when choosing the side height, should include unsinkability, requires high-quality accounting. The article presents a mathematical model for assigning the freeboard height, taking into account the requirements of the Rules of the Russian Classification Society for checking the landing and stability during flooding of one or several adjacent regulated compartments. The analysis of the effect of flooding of various compartments of a combined oil tanker (river-sea) on the side height is carried out and an approximate formula for calculating it at the initial stages of design is proposed.

Keywords: freeboard, side height, buoyancy, tanker, unsinkability

Введение

Одной из основных задач начального этапа проектирования судна является определение и обоснование его главных размерений. Обоснование длины, ширины и осадки, если речь не идёт просто о максимально возможных размерах судна, ведётся на основе решения уравнения масс и плавучести с учетом обеспечения основных мореходных качеств и вместимости, варьированием безразмерных параметров, либо их обоснованием на основе статистических данных.

Высота борта определяется в виде наибольшего значения из условия грузоместимости, требований Правил [4] на соотношение главных размерений и к величине минимального надводного борта. В тоже время на последнее оказывает существенное влияние посадка судна в случае затопления регламентируемых отсеков корпуса [1,2], что не всегда учитывается при назначении минимальной высоты борта.

Результаты

Высота борта наливного судна должна соответствовать:

- условию обеспечения необходимой грузоместимости ($W_{zp}(LBH)$) [3]

$$H_1 \geq \frac{W_{zp}(LBH)}{LB},$$

где L, B, H – соответственно длина, ширина и высота борта судна;

- условию обеспечения соотношения главных размерений

$$H_2 = \frac{L}{(L/H)'},$$

$$H_3 = \frac{B}{(B/H)'}$$

где $(L/H)'$, $(B/H)'$ – максимально допустимые соотношение длины и ширины к высоте борта соответственно [4];

- условию обеспечения минимального надводного борта для выполнения требований к нему Правил РКО [4] H_3 ;
- условию обеспечения непотопляемости

$$H_4 = T_{KBЛ} + H_{НБ},$$

где $T_{KBЛ}$ – осадка судна по КВЛ;

$H_{НБ}$ – минимальная высота надводного борта, обеспечивающая запас плавучести, при условии удовлетворении требований к общей прочности и аварийной устойчивости, определяемая как требованиями Регистра к минимальному надводному борту. так и требованиям о безопасной посадке после затопления одного или нескольких отсеков.

Соответственно, окончательная высота борта судна будет определяться как максимальная из приведённых выше значений

$$H = \max \{H_1, H_2, H_3, H_4\}.$$

Особенности выбора величины H_2, H_3 приведены в действующих Правилах РКО или правилах иного классификационного общества, по которому ведётся проектирование. Вопросы выбора высоты борта из условия вместимости рассматривались, например, в работах [3, 6]. Требования [4] по непотопляемости танкера смешанного (река-море) плавания должны выполняться при затоплении одного любого отсека корпуса при следующих размерах повреждения борта и днища,

$$\text{длина повреждения борта } l_n^{\bar{}} = L^{2/3}/3;$$

$$\text{длина повреждения днища } l_n^{\partial} = \begin{cases} L^{2/3}/3 & \text{при } 0,5L \geq x \geq 0,2L \\ 5 \text{ м} & \text{при } 0,2L \geq x \geq -0,5L \end{cases},$$

где x – абсцисса отсека;

$$\text{глубина повреждения борта } b_n^{\bar{}} = B/5;$$

$$\text{ширина повреждения днища } b_n^{\partial} = \min \begin{cases} B/6 \\ 5 \text{ м} \end{cases}$$

$$\text{высота повреждения борта } h_n^{\bar{}} = \infty;$$

$$\text{высота повреждения днища } h_n^{\partial} = B/15.$$

В целях математического моделирования процесса затопления судна в математической модели приняты следующие размеры возможных затапливаемых отсеков. Они для нефтеналивного судна класса «М-СП» приведённые в таблицах 1 - 2 для судна с диаметральной переборкой, вторыми бортами и вторым дном в районе грузовых танков, получены на основе анализа требований Правил РКО к различным типам отсеков в части конструкции корпус, охраны окружающей среды и особенностей перевозки опасных грузов, к которым, в целях настоящей работы, отнесены нефтепродукты.

Таблица 1

Длина затапливаемых отсеков танкера

Наименование отсека	Длина, l , м
Форпик	$l_1 = B / 2$
Ахтерпик	$l_2 = 0,02L$
Машинное отделение	Определяется конструктивно на каждом судне $l_3 = f(\Delta l_{ум}, L, B, H, P_{зр})$
Отсек вторых бортов и второго дна	$l_4 = n_{ум} \times D l_{ум}$ или $l_4 = 15 \times 0,55 = 8,25$
Отсек грузового танка	$l_5 = n_{ум} \times D l_{ум}$, при этом $l_5 \leq 0,2L$, при $b^{2\delta} / B \geq 0,2$ $l_5 \leq (0,25 \times b^{2\delta} / B + 0,15) \times L$, при $b^{2\delta} / B < 0,2$ или $l_5 = 24 \times 0,55 = 13,2$ при $H \leq 2,5$ м $l_5 = 36 \times 0,55 = 19,8$ при $H > 2,5$ м
Симметричный отсек	$l_6 = f(\Delta l_{ум}, L, B, H, P_{зр})$

Таблица 2

Ширина и высота затапливаемых отсеков танкера

Наименование отсека	Ширина, b , м	Высота, h , м
Форпик	$B(x)$	$h = H$
Ахтерпик	$B(x)$	$h = H$
Машинное отделение	$B(x)$	$h = H$
Отсек вторых бортов и второго дна по борту	$b^{2\delta} = 0,4 + 2,4 \times Dw / 20000 \geq 0,9$ м, если $Dw < 5000$ т $b^{2\delta} = 0,5 + Dw / 20000 \geq 1,0$ м, если $Dw \geq 5000$ т	$h' = H$
Отсек вторых бортов и второго дна по днищу	$0,5B(x)$	$h'' = B / 15$ $h'' \geq 0,8$ м, если $Dw < 5000$ т $h'' \geq 1,0$ м, если $Dw \geq 5000$ т
Отсек танка	$b^{mp} = B(x) / 2 - b^{2\delta}$	$h^{2m} = H - h''$
Симметричный отсек	$B(x)$	$h = H$

В таблицах приняты следующие обозначения: Δl_{um} – практическая шпация судна; n_{um} – количество шпангоутов в отсеке; $b^{2\sigma}$ – ширина вторых бортов; f – некоторая функция, устанавливающая взаимосвязь между главными элементами судна и размерами отсека; b^{mp} – ширина трюма; h'' – высота междудонного пространства; h^{em} – высота грузового трюма.

После затопления отсека осадка в произвольном сечении x будет определяться уравнением

$$T_x = T_M + x \times tg\psi + B_x(x) \times tg\theta,$$

где T_M – осадка судна на миделе;

x – абсцисса сечения, в которой определяется осадка;

$B_x(x)$ – полуширина судна в рассматриваемом сечении;

θ, ψ – углы крена и дифферента, вызванные затоплением отсека.

Таким образом, минимальный требуемый надводный борт судна из условия запаса плавучести определяется как разница между максимальной осадкой (T_{max}), при которой считаются выполненными требований к непотопляемости, и осадкой судна по КВЛ

$$H_{НБ} = T_{max} - T_{КВЛ}.$$

Требования [4] к непотопляемости можно считать выполненными, если

- предельная линия погружения не входит в воду;
- углы крена до спрямления не превышают 20°;
- малая метацентрическая высот более 0,05 м;
- значение максимального плеча диаграммы аварийной остойчивости не менее 0,1 м;
- протяженность положительной части диаграммы при симметричном затоплении не менее 30° и при не симметричном затоплении не менее 20°.

Учитывая, что корпус судна может иметь седловатость или бак и ют, то максимальная осадка, должна определяться в наиболее опасном сечении с точки зрения совместного действия крена, дифферента и с учетом геометрии корпуса

- при гладкой палубе

$$T_{max} = \max(T_x),$$

- при наличии седловатости или бака и юта

$$\text{если } |tg\psi| < \left| \frac{h'}{L'} \right| T_{max} = \max \left\{ T_x \Big|_{x=L/2-L'}, T_x \Big|_{x=-L/2+L'} \right\},$$

$$\text{если } |tg\psi| \geq \left| \frac{h'}{L'} \right| T_{max} = \max(T_x),$$

где h', L' – соответственно высота и длина бака, юта или седловатости, которые в задаче назначения высоты борта примем стандартными, в соответствии с Правилами [4].

Определение максимальной осадки можно рассматривать как оптимизационную задачу, в которой за критерий оптимальности будет выступать непосредственно осадка, а в качестве варьируемых параметров затопляемые отсеки, которые могут менять свое положение и размеры, т.е.

$$T_x(X_1, X_2) \rightarrow \max,$$

где X_1 – вектор исходных данных по корпусу, включающий данные по геометрии корпуса судна $y_k(x, z)$, координаты центра тяжести и т.д.;

X_2 – вектор изменяемых параметров, включающий границы затопляемых отсеков.

Ограничения, которые необходимо учитывать в рассматриваемой модели, включают учет длины повреждений, т.е.

$$l_i < \max(l_n^{\delta}, l_n^{\partial}),$$

где l_i – длина i -ого рассматриваемого отсека (см. таблица 1), а в случае невыполнения условия (1) необходим дополнительно учёт смежного отсека

$$l_i + l_{i+1} < \max(l_n^{\delta}, l_n^{\partial}).$$

Наиболее распространённая схема современного танкера смешанного (река-море) плавания приведена на рисунке 1. На них, как правило, выгрузка нефтепродуктов осуществляется погружными насосами, поэтому отсек насосного отделения отсутствует. Длины рассматриваемых отсеков для этапа исследовательского проектирования либо обоснования главных размерений находятся по формулам [5].

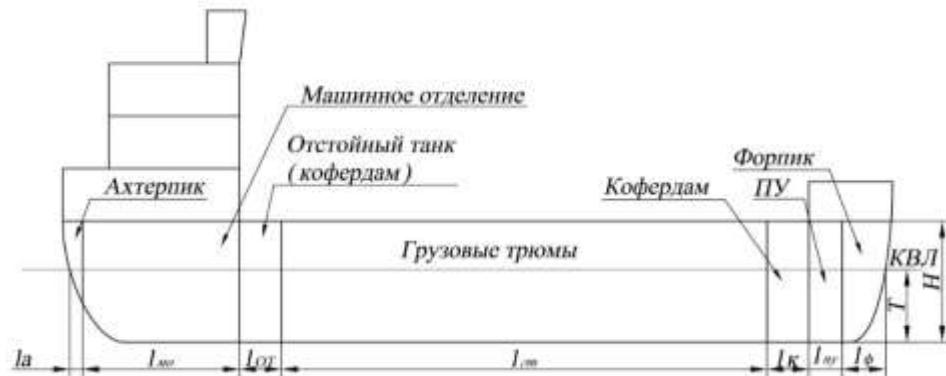


Рис. 1. Компоновка нефтеналивного судна смешанного (река-море) плавания

На этапе обоснования требуемого надводного борта будем считать, что весовое водоизмещение не зависит от окончательной высоты борта судна и принятой компоновочной схемы, а определяется только уравнением масс и плавучести

$$D = \rho \delta LBT$$

Аналогичное допущение сделаем и касательно аппликаты центра тяжести судна. В математических моделях она, как правило, зависит от высоты борта судна, однако, в решаемой задаче последняя величина не известна, что требует определяя центр тяжести через грузоподъёмность по статистической зависимости

$$z_g = 3,135 \times P \times 10^{-4} + 2,403.$$

где P – грузоподъёмность судна.

Для анализа наибольшего влияния затапливаемых отсеков на надводный борт по разработанной математической модели рассмотрено затопление форпика, МО, ахтерпика и дополнительных отсеков, приведённых в таблице 3, в зависимости от варианта принятого компоновочного решения характерного для судов смешанного (река-море) плавания.

Таблица 2

Дополнительные отсеки в различных компоновочных решениях танкера (отсеки в корпусе)

№ компоновочного решения	Затапливаемые отсеки
1	подруливающее устройство, балластный (сухой) отсек, отсек двойных бортов и двойного дна в районе отстойного танка, отсек двойных бортов и двойного дна в районе грузового танка
2	подруливающее устройство, балластный (сухой) отсек, отсек двойных бортов и двойного дна в районе грузового танка, отсек двойных бортов и двойного дна в районе отстойного танка (перед МО)
3	подруливающее устройство (балластный отсек), отсек двойных бортов и двойного дна в районе отстойного танка, отсек двойных бортов и двойного дна в районе грузового танка,
4	подруливающее устройство (балластный отсек), отсек двойных бортов и двойного дна в районе грузового танка, отсек двойных бортов и двойного дна в районе отстойного танка (перед МО)

Анализируя варианты компоновочных решений, учитывая данные по размерам отсеков, для начального этапа проектирования, и требования Правил РКО [4] можно сделать следующие выводы

- длина пробоины больше длины отсеков второго дна в районе отстойных танков, а глубина больше ширины межбортового пространства, соответственно необходимо рассматривать совместное затопление отсеков второго дна и борта в районе отстойного и грузового танков, а также замещение груза нефтепродукта в грузовом танке;
- аналогичная ситуация по длинам затопления при размещении отстойных танков как в носу, так и в корме. Однако, затопленный объем в кормовой части будет иметь меньшее плечо дифференцирующего момента, следовательно, компоновочные решения 2 и 4 менее опасны чем 1 и 3 соответственно;
- затопление балластного отсека (коффердама в носу) и отсека подруливающего устройства, исходя из условий размеров повреждения, определяемых Правилами РКО, по отдельности практически невозможно, следовательно, они должны затапливаться совместно с соседними отсеками, в настоящей работе в качестве такого отсека примем форпик;
- совместное затопление трёх носовых отсеков наиболее опасно, поэтому далее будем рассматривать только компоновочное решение 1;

- влиянием на надводный борт ахтерпика (румпельного отделения) можно пренебречь, так как его размеры много меньше длины МО, а плечо дифференцирующего момента будет мало отличаться.

Определение максимально опасной осадки после затопления и минимально необходимого надводного борта выполнено методом постоянного водоизмещения с применением твердотельного моделирования в среде AutoCAD для диапазона длин, соответствующего длинам нефтеналивных судов внутреннего и смешанного (река-море) плавания. Ширина и осадка судна принята по статистическим зависимостям [7]. Высота борта условно назначена много больше максимальной, чтобы исключить в численном эксперименте влияние заливания палубы и резкого изменения геометрии корпуса судна, то есть считалось, что масса корпуса, устройств и, в конечном счёте, водоизмещение порожнём не зависят от конечной высоты борта.

Результаты численного эксперимента по определению максимальной величины надводного борта приведены на рис. 2.

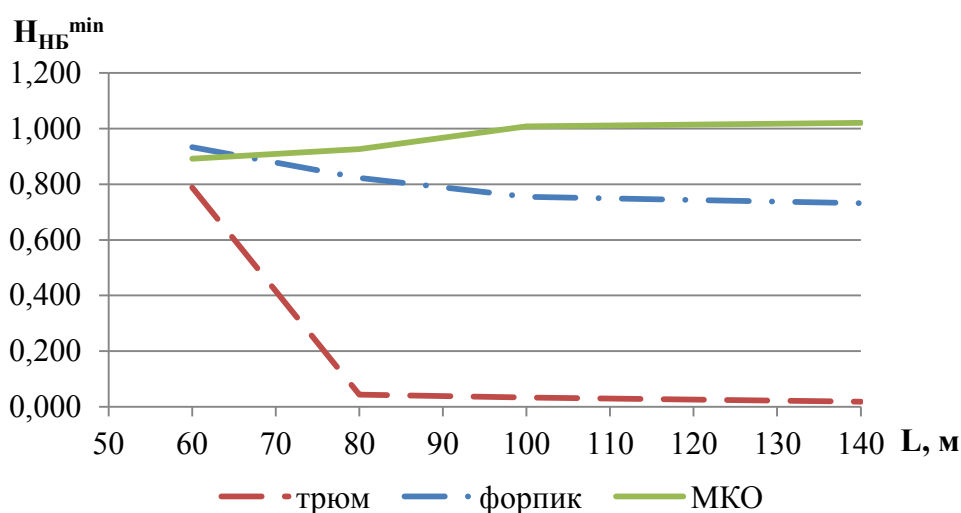


Рис. 2. Зависимость минимально необходимого надводного борта от длины судна при затоплении различных отсеков

Наибольший надводный борт при затоплении второго дна и замещении груза в трюме оказывает существенное влияние на наименьший надводный борт только для судов небольшой длины, которых среди танкеров смешанного (река-море) плавания крайне мало, в связи с их не конкурентоспособностью.

Для основного состава флота судов, которые могут использоваться на смешанных (река-море) перевозках характерно наибольшее влияние на надводный борт затопления МКО, расположенного в кормовой оконечности.

Предположим, что значение минимально необходимого надводного борта будет иметь нелинейную зависимость от главных проектных элементов судна, к которым на этапе исследовательского проектирования целесообразно отнести: длину, ширину, осадку и коэффициент общей полноты корпуса. Для уменьшения числа необходимых опытов составлена матрица дробного факторного эксперимента типа 3^{k-p} [8], которая позволила учесть нелинейность.

Таблица 5

Результаты математического эксперимента

№ опыта	L, м	B, м	T, м	δ	D, т	Z _г , м	L _{МО} , м	Ψ, град	T, м	H _{НБ} ^{min} , м
1	80,0	10,0	1,75	0,77	1105,0	2,639	11,58	-0,837	1,945	0,738
2	80,0	10,0	3,12	0,93	2379,3	2,923	11,45	-1,823	3,612	1,675
3	80,0	10,0	4,50	0,85	3136,5	3,099	11,11	-2,380	5,111	2,157
4	80,0	15,0	1,75	0,93	2001,8	2,838	11,54	-1,030	2,028	0,947
5	80,0	15,0	3,12	0,85	3262,0	3,128	11,08	-1,653	3,543	1,496
6	80,0	15,0	4,50	0,77	4262,0	3,369	10,65	-1,811	4,920	1,597
7	80,0	20,0	1,75	0,85	2439,5	2,937	11,29	-0,851	1,945	0,748
8	80,0	20,0	3,12	0,77	3939,9	3,290	10,72	-1,262	3,411	1,110
9	80,0	20,0	4,50	0,93	6863,4	4,039	10,62	-2,339	5,124	2,144
10	110,0	10,0	1,75	0,93	1835,0	2,800	15,94	-0,760	2,032	0,960
11	110,0	10,0	3,12	0,85	2990,1	3,064	15,33	-1,062	3,459	1,287
12	110,0	10,0	4,50	0,77	3906,8	3,282	14,75	-1,339	4,927	1,623
13	110,0	15,0	1,75	0,85	2515,7	2,955	15,49	-0,614	1,944	0,742
14	110,0	15,0	3,12	0,77	4063,1	3,320	14,70	-0,928	3,414	1,122
15	110,0	15,0	4,50	0,93	7077,9	4,098	14,56	-1,698	5,123	2,139
16	110,0	20,0	1,75	0,77	3038,6	3,076	15,05	-0,547	1,923	0,661
17	110,0	20,0	3,12	0,93	6543,1	3,953	14,67	-1,195	3,558	1,505
18	110,0	20,0	4,50	0,85	8625,4	4,535	13,90	-1,277	4,902	1,542
19	140,0	10,0	1,75	0,85	2134,6	2,868	19,90	-0,487	1,948	0,751
20	140,0	10,0	3,12	0,77	3447,4	3,172	18,97	-0,766	3,430	1,180
21	140,0	10,0	4,50	0,93	6005,5	3,811	18,82	-1,365	5,139	2,190
22	140,0	15,0	1,75	0,77	2900,5	3,044	19,21	-0,432	1,924	0,665
23	140,0	15,0	3,12	0,93	6245,7	3,874	18,75	-0,945	3,561	1,515
24	140,0	15,0	4,50	0,85	8233,3	4,421	17,80	-0,964	4,885	1,481
25	140,0	20,0	1,75	0,93	4670,9	3,470	19,21	-0,552	2,008	0,885
26	140,0	20,0	3,12	0,85	7611,2	4,245	17,98	-1,069	4,064	2,159
27	140,0	20,0	4,50	0,77	9944,6	4,930	16,78	-0,847	4,838	1,301

Выполняя регрессионный анализ результатов численного эксперимента можно предложить следующую зависимость для наименьшего надводного борта нефтеналивного судна смешанного (река-море) плавания

$$H_{НБ} = \left\{ 2,054 \times V^{0,182} \right\} T \delta \text{ при } \delta \leq 0,85,$$

$$H_{НБ} = \left\{ 1,295 \times V^{0,104} \right\} T \delta \text{ при } \delta > 0,85$$

Окончательно высота борта судна, которая будет удовлетворять требованиям к непотопляемости Правил Российского Речного Регистра, запишется в виде

$$H_4 = T_{КВЛ} + H_{НБ}$$

Выводы

Полученное уравнение может быть использованы на начальных этапах проектирования для обоснования высоты борта и других главных размерений и более точного прогнозирования водоизмещения порожнем, так как большая доля в его составе приходится на металлический корпус, а его масса, в свою очередь, во многом определяется необходимой высотой борта.

Список литературы

1. Данилин, Д. А. К вопросу о назначении минимальной высоты надводного борта судов внутреннего плавания / Д. А. Данилин // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – 2004. – № 8. – С. 23-24.

2. Данилин, Д. А. Условия определения надбавок к минимальной высоте надводного борта / Д. А. Данилин // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – 2004. – № 10. – С. 115-118.
3. Роннов Е.П. Вместимость сухогрузного судна внутреннего плавания // Вестник ВГАВТ, No 31 (2012) С. 86 – 92.
4. Российское Классификационное общество. Правила классификации и постройки судов. Москва, 2022. [Режим доступа]- <https://rfclass.ru/assets/Uploads/PKPS.pdf?t=321>
5. Роннов Е.П. Методика расчёта массы металлического корпуса танкера смешанного (река-море) плавания / Е.П. Роннов, Ю.А. Кочнев // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока, Новосибирск. –2010. № 1.– с.114-118.
6. Грубов Д.А. Выбор главных размерений траулера на начальных этапах проектирования / Грубов Д.А., Комаров Н.Н. // Судостроение №6, 2002 – с. 10-12
7. Кочнев Ю.А. Анализ элементов и характеристик «малых» танкеров // 11-й международный научно-промышленный форум «Великие реки '2009». Труды конференции. Том 2. – Н.Новгород: ННГАСУ 2010. – с.300–302.
8. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976. - 280 с.

References

1. Danilin, D. A. K voprosu o naznachenii minimal'noi vysoty nadvodnogo borta sudov vnutrennego plavaniya. Vestnik Volzhskoi gosudarstvennoi akademii vodnogo transporta, 2004, № 8, S. 23-24.
2. Danilin, D. A. Usloviya opredeleniya nadbavok k minimal'noi vysote nadvodnogo borta. Vestnik Volzhskoi gosudarstvennoi akademii vodnogo transporta, 2004, № 10, S. 115-118.
3. Ronnov E.P. Vmestimost' sukhogruzного судна vnutrennego plavaniya. Vestnik VGAVT, No 31 (2012) S. 86 – 92.
4. Rossiiskoe Klassifikatsionnoe obshchestvo. Pravila klassifikatsii i postroiki sudov. Moskva, 2022. [Rezhim dostupa]- <https://rfclass.ru/assets/Uploads/PKPS.pdf?t=321>
5. Ronnov E.P., Kochnev YU.A. Metodika rascheta massy metallichesкого корпуса tankera smeshannogo (reka-more) plavaniya. Nauchnye problemy transporta Sibiri i Dal'nego Vostoka, Novosibirsk, 2010, № 1, s.114-118.
6. Grubov D.A., Komarov N.N. Vybory glavnykh razmerenii traulera na nachal'nykh etapakh proektirovaniya, Sudostroenie, №6, 2002, s. 10-12
7. Kochnev YU.A. Analiz ehlementov i kharakteristik «malykh» tankerov, 11-i mezhdunarodnyi nauchno-promyshlennyi forum «Velikie reki '2009». Trudy konferentsii. Tom 2., N.Novgorod: NNGASU 2010, s.300–302.
8. Adler YU.P., Markova E.V., Granovskii YU.V. Planirovaniye ehksperimenta pri poiske optimal'nykh uslovii., M.: Nauka, 1976. - 280 s.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Юрий Александрович Кочнев, к.т.н., доцент, Волжский государственный университет водного транспорта», 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: tmnkochev@mail.ru

Yuri A. Kochnev, Volga State University of Water Transport, 5, Nesterova street, Nizhny Novgorod, Russia, 603950

Евгений Павлович Роннов, д.т.н., профессор, зав. кафедрой Волжский государственный университет водного транспорта», 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: kaf_ptps@vsuwt.ru,

Evgeniy P. Ronnov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department, Volga State University of Water Transport, 5, Nesterova street, Nizhny Novgorod, Russia, 603950

Статья поступила в редакцию 10.11.2022; опубликована онлайн 20.12.2022.
Received 10.11.2022; published online 20.12.2022.