



## **Определение водоизмещения порожнем рыболовных судов**

Решение задачи, связанной с недостатком информации по объекту оценки

Aleksandr Loktionov  
ГОРОДСКОЙ ЦЕНТР ОЦЕНКИ



## Определение водоизмещения порожнем рыболовных судов

**Александр Никитович Локтионов**

заместитель генерального директора ООО «Городской центр оценки»,  
член Экспертного совета саморегулируемой организации оценщиков  
«Общероссийская общественная организация «Российское общество  
оценщиков» (СРО РОО),  
Морской сюрвейер, член НО «Содружество морских сюрвейеров»  
г. Санкт-Петербург  
(812) 3344802  
info@gzo-spb.ru

### Оглавление

1. Введение .....	1
2. Краткое содержание порядка определения водоизмещения порожнем (нагрузки масс).....	2
3. Пример расчета водоизмещения порожнем для СРТМ проекта 502ЭМ .....	12

### Аннотация статьи

Статья «Определение водоизмещения порожнем рыболовных судов» будет полезна оценщикам, практикующим в области оценки судов и плавсредств. В статье затронуты проблемы, связанные с оценкой арестованных рыбопромысловых судов, у которых нет полной информации по основным характеристикам. Как правило это суда в возрасте, т.е. за пределами нормативного срока службы, и находятся несколько лет в отстое на ответственном хранении. Сюрвейер определил их как «конструктивно погибшим». У оценщика есть два варианта определения стоимости – либо рассчитать скраповую либо утилизационную стоимость. Но для решения этой задачи необходимо определить водоизмещение порожнем.

### Ключевые слова

Проблема исходной информации для оценки.

Среднетоннажные траулеры и сейнеры, основные размерения судна, мерительное свидетельство, измерители водоизмещения порожнем по кубическому модулю и по мощности.

## 1. Введение

В рамках оценки для государственных нужд существует проблема объектов с недостаточной информацией.

Для примера можно представить судно построенное в Японии или Корее под флагом Камбоджи и арестованное за браконьерство на ловле краба в нашей экономической зоне. Судно в возрасте, за пределами нормативного срока службы и до ареста было под наблюдением «левого» классификационного общества Камбоджи ISROC. У оценщика имеются в наличии мерительные свидетельства и свидетельства о праве собственности. Кроме того имеются заключение сюрвейера, которое сделано поверхностно на выпуклый морской глаз, без глубокого анализа технического состояния конструктивных элементов.



По главным ценообразующим факторам (состояние корпуса и главных двигателей) нет информации о толщинометрии и наработках. Кроме того невозможно установить даже комплектации промышленного, морозильного и технологического оборудования. Предоставленные документы утратили юридическую силу (сюрвейерские заключения, мерительные свидетельства и пр.), кроме права собственности.

Существует к примеру заключение и вывод сюрвейера об экономической нецелесообразности ремонта или судно является конструктивно погибшим.

По закону оценщик может отказаться от проведения оценки объекта оценки в случаях, если заказчик нарушил условия договора, не обеспечил предоставление необходимой информации об объекте оценки либо не обеспечил соответствующие договору условия работы. Но выигрывая тендер по госконтракту, оценщик не всегда понимает и условия контракта, и задание на оценку, и что есть из документов у такого хозяина под именем государство. Контракт подписан и оценщик оказывается в затруднении.

В рамках такого контракта можно предложить следующий вариант решения задачи.

У оценщика есть два варианта определения стоимости – либо рассчитать скраповую, либо утилизационную стоимость. Утилизационная стоимость может быть несколько выше, но процедура реализации займет больше времени и затраты на хранение превысят полученную выгоду. Но в любом случае для решения этой задачи необходимо определять водоизмещение порожнем. Ряд параметров для судна можно найти в открытых источниках.

Оценщик может либо идентифицировать судно по данным своей базы, по данным классификационных обществ – по аналогам и известным проектам, либо определить водоизмещение порожнем расчетным путем по измерителям от LBN и  $N_{гд}$ , что позволит по весовой нагрузке масс КЭС рассчитать «скраповую» стоимость отдельной группы судов.

## **2. Краткое содержание порядка определения водоизмещения порожнем (нагрузки масс).**

При проектировании и эксплуатации судов при анализе уравнение весов одним из основных параметров является водоизмещение порожнем.

В соответствии с принятым стандартом [1] элементы нагрузки масс конструктивных элементов судна (КЭС) объединяются в разделы, группы, подгруппы, статьи, подстатьи.

Согласно ОСТ 5Р.0206-2002 нагрузка судна делится на 17 разделов.

01 - **Корпус**, включающий массы корпусных конструкций, надстроек, рубок, дельных вещей, окраски, изоляции и оборудования помещений.

02 - **Устройства судовые**, включая средства активного управления.

03 - **Системы**, к которым относятся трубопроводы, арматура, механизмы и приводы управления насосов, кондиционеров и холодильных машин.

04 - **Энергетическая установка** – главные и вспомогательные механизмы.

05 - **Электроэнергетическая система, внутрисудовая связь и управление**. Источники электроэнергии, кабельные трассы, телефонная связь, машинные и рулевые телеграфы, аппаратура радиотрансляции, авторулевые.

07 - **Вооружение** (штурманское). Навигационное оборудование такое как: средства радиосвязи, гидролокации и радиолокации, компасы, лаги и т.п., а также вертолеты, если они есть на судне.

08 - **Съемное оборудование**.

09 - **Запасные части**, к механизмам, устройствам, системам и пр.



10 - **Постоянный балласт**, твердый или жидкий, постоянно присутствующий на судне.

11 - **Запас водоизмещения, остойчивости**. Фиктивная масса, вводимая в нагрузку, во избежание возможной перегрузки, вследствие ошибок в расчетах.

12 - **Постоянные жидкие грузы**. Неудалимые остатки жидкостей в трубопроводах и цистернах, а также заправочные жидкости в механизмах.

13 - **Снабжение, имущество**. Шкиперское, спасательное, медицинское и пр.

14 - **Экипаж, провизия, вода, расходные материалы и среды**. Помимо собственно масс экипажа с багажом, провизии и пресной воды сюда относят запасы песка, цемента, красок и т.п., а также топливо для катеров и вертолетов.

15 - **Груз перевозимый**, состоящий из коммерческого груза и массы пассажиров с багажом, запасами пресной воды и провизии для них.

16 - **Запасы топлива, масла, воды**, необходимые для работы энергетической и электроэнергетической установок.

17 - **Переменные жидкие грузы**. Вода в цистернах успокоителей качки, в плавательных бассейнах, в цистернах сбора загрязненных вод и т.д.

18 - **Жидкий балласт**, принимаемый для регулирования посадки и остойчивости.

19 - **Грузы, снабжение, запасы дополнительные**, принимаемые в перегруз.

В свою очередь каждый раздел делится на группы. Например, 01 раздел:

- 0101 - Корпус металлический.
- 0102 - Подкрепления и фундаменты.
- 0103 - Дельные вещи.
- 0104 - Неметаллические части корпуса.
- 0105 - Покрытия, окраска.
- 0106 - Изоляция, зашивка.
- 0107 - Воздух в корпусе.
- 0108 - Оборудование помещений, постов.

Группы делятся на подгруппы. Например, группа 0101:

- 010101 - Обшивка наружная, настил второго дна.
- 010102 - Палубы и платформы корпуса.
- 010103 - Переборки корпуса (включая шахты и выгородки).
- 010104 - Надстройки, рубки, мачты.
- 010105 - Конструкции специальные.
- 010106 - Выступающие части.

Наконец, подгруппы делятся на статьи. Например для 010101:

- 01010101 - Обшивка наружная.
- 01010102 - Настил второго дна.
- 01010103 - Набор продольный, междудонный.
- 01010104 - Набор поперечный, междудонный.
- 01010105 - Набор бортов продольный.
- 01010106 - Набор бортов поперечный.
- 01010107 - Набор продольный в оконечностях.
- 01010108 - Набор поперечный в оконечностях.
- 01010109 - Бульбовые и корпусные обтекатели.
- 01010110 - Штевни, кронштейны, мостики, клюзы и т.п.
- 01010111 - Пилоны воздушных винтов, стабилизаторы.
- 01010112 - Металлические части привальных брусев.
- 01010113 - Кингстонные и ледовые ящики, патрубki.
- 01010114 - Скуловые кили.

Уравнение весовой нагрузки судов может выражена следующим выражением:

$$D = D_o + D_w, \quad (1)$$



где,

- $D$  - полное водоизмещение включает в себя все перечисленные разделы<sup>1</sup>;
- $D_0$  - водоизмещение порожнем включает разделы с 1 по 7 и с 9 по 13;
- $D_w$  - дедвейт судна включает разделы 8 и с 14 по 18.

Необходимо обратить внимание, что металлические части судна составляют 70-75% от  $D_0$ , оснащенный корпус промысловых судов – от 55 до 62% от  $D_0$  и 34-47% от  $D$ .

Характерный состав<sup>2</sup> нагрузки некоторых судов приведен ниже в таблице.

Таблица 1 Относительные величины нагрузки КЭС от водоизмещения ( $D$ ). Выделенное синим цветом –  $D_0$ .

Назначение судна	Разделы нагрузки, (% от $D$ )															$\eta_{DW}$
	01 Корпус				02 Устройства	03 Системы	04 СЭУ	05 ЭЭС	07 Вооружение	11 Запас водоизмещения	12 Постоянные жидкие запасы	14 Экстаж	16 Запасы	Прочие разделы	15 ( $\eta_p$ ) Груз перевозимый	
	Группы, (% от $P_{01}$ )															
	101	0101 - 0107	108													
Пассажирское	≈ 40	≈ 67	≈ 97	≈ 3	≈ 3,5	≈ 2,5	≈ 8,5	≈ 2,5		≈ 2	≈ 2,5	≈ 1,0	≈ 10	≈ 0,6	≈ 25	≈ 33
Универсальное сухогрузное	20 - 22	77 – 90	95 – 98	2 – 5	2,2	0,7	3,0	0,6		0,3	0,2	0,1	2,6	0,02	45	50
					2,4	1,7	7,0	3,0	≈ 2,5	1,8	1,0	2,8	13,0	0,3	61	73
Лесовоз	23 - 25				2,7	0,9	2,9	1,3		0,9	0,7	0,2	6,0	0,05	57	65
					2,8	0,9	3,8	1,5	-	1,4	0,9	0,8	8,0	0,15	60	68
Контейнеровоз	≈ 27				≈ 3	≈ 1	≈ 4,5	≈ 1,2	до 15	≈ 0,5	≈ 0,9	≈ 0,2	≈ 6,5	≈ 0,2	≈ 55	≈ 62
Навалочное	17 – 26				0,7	0,5	1,4		до 15	0,4	0,2	0,1	7,0	0,02	60	67
					1,1	0,7	1,9	≈ 0,3	1,2	0,3	0,8	10,0	0,11	70	79	
Нефтеналивное	12 – 24	97 – 98	98 – 99	1 – 2	0,7	0,7	0,9	0,1	до 15	0,3	0,4	0,1	4,0	0,02	55	60
					1,2	2,0	4,0	0,6	1,0	0,7	0,8	9,0	0,10	80	84	
Промысловое	34 – 47				3,4	0,8	4,7	1,2		1,7	0,6	2,9	6,0	0,21	10	20
					12,4	2,5	11,1	2,1	-	2,9	1,3	5,8	16,5	4,21	29	47
Буксир	39 - 54				6,4	1,6	10,9	1,1		1,6	0,9	1,3	9,0	0,81		11
					8,8	3,8	24,7	5,3	-	4,0	1,2	4,0	26,5	2,71	0	30

Состав нагрузок промысловых судов [7] представлен ниже в таблице:

Таблица 2 Состав водоизмещения ( $D$ ) промысловых судов

Тип судна	Проект	$D$ , тн	$P_k$	$P_m$	$P_{vm}$	$P_{ob}$	$P_{gr}$	$P_t$	$P_{c\ c}$	$P_{np\ c}$	Вес металла, тн
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
БМРТ	1281	6 520	2 880	331	178	415	1 820	610	211	75	3 804
			44,2%	5,1%	2,7%	6,4%	27,9%	9,4%	3,2%	1,2%	58,3%
БМРТ	394	3 800	1 970	145	157	256	900	232	106	34	2 528
			51,8%	3,8%	4,1%	6,7%	23,7%	6,1%	2,8%	0,9%	66,5%
РТМ	1283	2 470	1 305	156	116	155	500	140	68	30	1 732
			52,8%	6,3%	4,7%	6,3%	20,2%	5,7%	2,8%	1,2%	70,1%
Тунцелов	502-А	930	525	53	49	22	128	72	55	26	649

<sup>1</sup> Современное обозначение водоизмещения -  $\Delta$ , здесь будет обозначается водоизмещение порожнем  $D_{пор}$  или  $D_0$ .

<sup>2</sup> Теория проектирования судов



Тип судна	Проект	D, тн	Рк	Рм	Рвм	Роб	Ргр	Рг	Рс с	Рпр с	Вес металла, тн
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
			56,5%	5,7%	5,3%	2,4%	13,8%	7,7%	5,9%	2,8%	69,8%
<b>СРТР</b>	395	<b>530</b>	<b>292</b>	<b>29</b>	<b>17</b>	<b>19</b>	<b>130</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>357</b>
			55,1%	5,5%	3,2%	3,6%	24,5%	3,8%	1,9%	2,5%	67,4%
<b>МРТР</b>	1282	<b>316</b>	<b>181</b>	<b>21</b>	<b>19</b>	<b>12</b>	<b>62</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>233</b>
			57,3%	6,6%	6,0%	3,8%	19,6%	2,5%	1,9%	2,2%	73,7%
<b>РС-300</b>	388	<b>264</b>	<b>160</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>50</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>194</b>
			60,6%	7,6%	2,3%	3,0%	18,9%	3,4%	1,9%	2,3%	73,5%
<b>СЧС</b>	572	<b>115</b>	<b>63</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>25</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>79</b>
			54,8%	8,7%	1,7%	3,5%	21,7%	2,6%	2,6%	4,3%	68,7%
<b>МРС-80</b>	389	<b>60</b>	<b>35</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>44</b>
			58,3%	10,0%	1,7%	3,3%	16,7%	1,7%	3,3%	5,0%	73,3%

Источник: А.И. Раков Особенности проектирования промышленных судов

Вес металлических изделий в промышленных судах составляет от 60 до 75%.

Таблица 3 Вес корпуса с оборудованием

Тип судна	Проект	D, тн	Рк	ак = Рк/В	ак расч	Отклонение
0	1	2	3	4	5	6
<b>БМРТ</b>	1281	6 520	2 880	0,442	0,437	1,1%
<b>БМРТ</b>	394	3 800	1 970	0,518	0,505	2,7%
<b>РТМ</b>	1283	2 470	1 305	0,528	0,538	-1,8%
<b>Тунцелов</b>	502-А	930	525	0,565	0,577	-2,1%
<b>СРТР</b>	395	530	292	0,551	0,587	-6,1%
<b>СРТ</b>	840	416	243	0,584	0,590	-0,9%
<b>МРТР</b>	1282	316	181	0,573	0,592	-3,3%
<b>РС-300</b>	388	264	160	0,606	0,593	2,1%
<b>СЧС</b>	572	115	63	0,548	0,597	-8,3%
<b>МРС-80</b>	389	60	35	0,583	0,599	-2,5%

Источник: А.И. Раков Особенности проектирования промышленных судов табл 33 стр 102

Таблица 4 Вес главных механизмов

Тип судна	Проект	N, кВт	Рм	Рм = Рм/N кг/кВт
0	1	2	3	4
<b>БМРТ</b>	1281	3 676	331	90,0
<b>БМРТ</b>	394	1 471	145	98,6
<b>РТМ</b>	1283	2 206	156	70,7
<b>Тунцелов</b>	502-А	588	53	90,1
<b>СРТР</b>	395	294	29	98,6
<b>СРТ</b>	840	221	21	95,2
<b>МРТР</b>	1282	232	21	90,4
<b>РС-300</b>	388	221	20	90,7
<b>СЧС-150</b>	572	110	10	90,7
<b>МРС-80</b>	389	59	6	102,0

Источник: А.И. Раков Особенности проектирования промышленных судов табл 34 стр 104



Таблица 5 Оносительные веса (в % к D) некоторых разделов нагрузки для морских судов

Тип судна	Коды и названия разделов					
	01. Корпус	02. Устройства судовые	03. Системы	04. Установка энергетическая	05. Электроэнергетическая система	15. Груз перевозимый
0	1	2	3	4	5	6
Сухогрузное	20-23	2-2,5	0,7-1,7	3,0-7,0	0,6-0,8	41-61
Навалочное	17-26	0,7-1,1	0,5-0,7	1,9-4,1	0,3	60-69
Танкер	12-24	0,7-1,2	0,7-2,0	0,9-4,0	0,1-0,6	56-80
Промысловое	34-47	3,4-12,4	0,8-2,5	4,7-11,1	1,2-2,1	15-20
Буксир	39-55	6,4-9,0	1,6-3,8	10,9-24,7	1,1-5,3	

Источник: [11] А.И. Гайкович. «Теория проектирования водоизмещающих кораблей и судов». В 2-х т., 2014 (т.2, Таблица 12.2, стр 46)

Соотношение между отдельными разделами нагрузки иеняется с ростом водоизмещения и размеров судна. Чем больше водоизмещение, тем меньше доля постоянных масс в полном водоизмещении для рассматриваемого типа судна.

Для определения полного водоизмещения и водоизмещения судна порожнем могут быть использованы удельные показатели массы (измерители), приходящиеся:

- на 1 т дедвейта или грузоподъемности (безразмерная величина, обратная коэффициенту утилизации водоизмещения по дедвейту  $\eta_{dw}$  или по грузоподъемности  $\eta_{гр}$ ) -  $(K_D)_{dw}$  или  $(K_D)_{гр}$ , (расчет водоизмещения по  $(K_D)_{гр}$ , аналогичен расчету по или  $(K_D)_{dw}$ );
- на 1 м<sup>3</sup> произведения размерений судна (кубического модуля LBH) -  $(K_D)_{LBH}$ ,  $(K_{Dпор})_{LBH}$ ;
- на 1 кВт мощности главного двигателя -  $(K_D)_N$ ,  $(K_{Dпор})_N$ ;
- на 1 м<sup>2</sup> площади лабораторий -  $(K_D)_s$ .

Первые два измерителя используются для широкого диапазона типов судов, а два последних - для отдельных типов.

По коэффициенту утилизации водоизмещения по дедвейту можно определить полное водоизмещение грузового судна. Дедвейт для него составляет большую часть водоизмещения и задается техническим заданием

$$D_{п} = (K_D)_{dw} * D_w, \quad (2)$$

$$\text{где } (K_D)_{dw} = 1 / \eta_{dw} \quad (3)$$

При этом, водоизмещение порожнем может быть определено по формуле

$$D_{пор} = D_{п} - D_w, \quad (4)$$

а составляющие укрупненной нагрузки судна порожнем

$$M_i = (K_i)_D * D_{пор} \quad (5)$$

Зависимость измерителя  $\eta_{dw}$  от  $D_w$  для современных грузовых судов и измерителей  $(K_i)_D$  от  $D_{пор}$  для морских судов приведены в таблице 1

Удельные показатели массы, приходящиеся на 1 м<sup>3</sup> произведения размерений судна  $(K_D)_{LBH}$ , могут быть использованы при определении водоизмещения судна порожнем всех типов судов

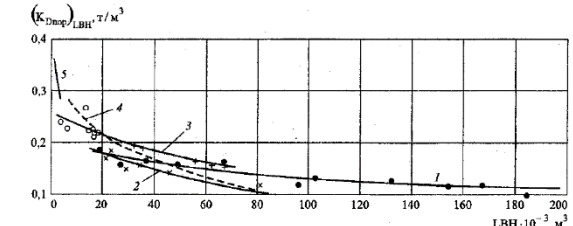
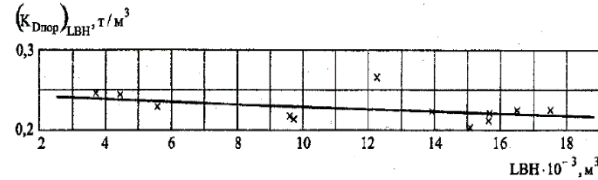
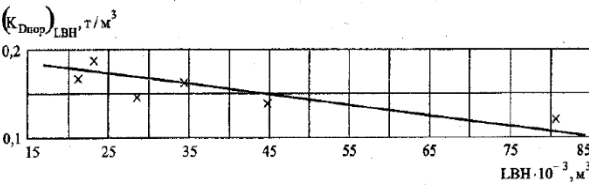
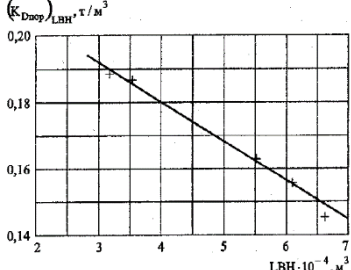
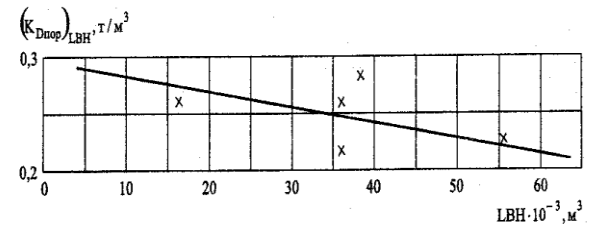
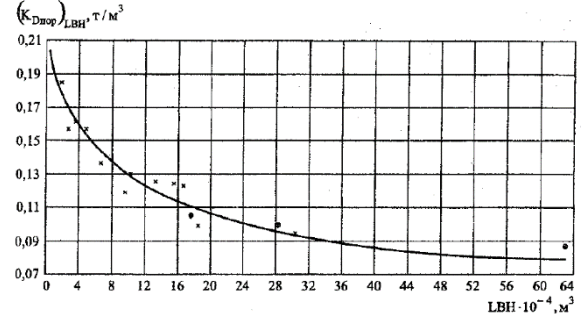
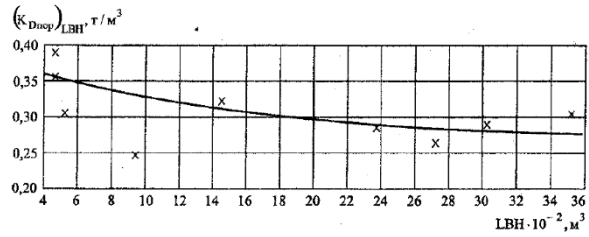
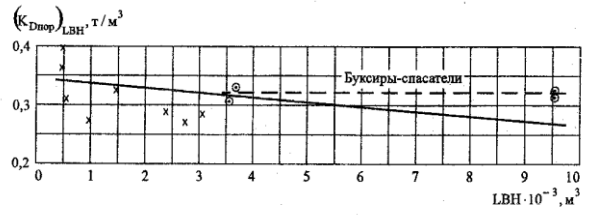
$$D_{пор} = (K_{Dпор})_{LBH} * LBH \quad (6)$$

Зависимости измерителя  $(K_{Dпор})_{LBH}$  от LBH для современных отечественных судов:



буксиров, лесовозов, Ро-Ро, судов для перевозки генеральных и массовых грузов, универсальных сухогрузов, танкеров показана на рис. 9-16 в таблице 5.

Таблица 6 Зависимости измерителя  $K_{Дпор}$  для некоторых видов судов

Зависимости измерителей	Зависимости измерителей
 <p>Рис. 9. Зависимость измерителя <math>(K_{Дпор})_{LBH}</math> от <math>LBH</math> для морских судов: 1 – танкеры, кривая по формуле (62), фактические точки по судам *; 2 – универсальные сухогрузы, суда для перевозки генеральных и массовых грузов, кривая по формуле (51), фактические точки по судам x; 3 – лесовозы, Ро-Ро, кривая по формуле (58), фактические точки по судам o, +; 4 – кривая по формуле (42); 5 – портовые буксиры, кривая по формуле (42)</p>	 <p>Рис. 10. Зависимость измерителя <math>(K_{Дпор})_{LBH}</math> от <math>LBH</math> для лесовозов</p>
 <p>Рис. 11. Зависимость измерителя <math>(K_{Дпор})_{LBH}</math> от <math>LBH</math> для универсальных сухогрузных судов и судов для перевозки генеральных и массовых грузов</p>	 <p>Рис. 12. Зависимость измерителя <math>(K_{Дпор})_{LBH}</math> от <math>LBH</math> для Ро-Ро</p>
 <p>Рис. 13. Зависимость измерителя <math>(K_{Дпор})_{LBH}</math> от <math>LBH</math> для ледоколов</p>	 <p>Рис. 14. Зависимость измерителя <math>(K_{Дпор})_{LBH}</math> от <math>LBH</math> для танкеров</p>
 <p>Рис. 15. Зависимость измерителя <math>(K_{Дпор})_{LBH}</math> от <math>LBH</math> для буксиров</p>	 <p>Рис. 16. Зависимость измерителя <math>(K_{Дпор})_{LBH}</math> от <math>LBH</math> для буксиров и буксиров-спасателей</p>

Для некоторых типов судов с небольшой долей дедвейта от полного водоизмещения (не грузовые суда), определяемой в основном судовыми запасами (научно-исследовательские суда, ледоколы, спасатели, буксиры и др.), используя удельный показатель массы полного водоизмещения относительно  $LBH$ , можно определить и полное водоизмещение

$$D_{п} = (K_{D})_{LBH} * LBH, \quad (7)$$

где,





$$(K_D)_{LBN} = (K_{DW})_{LBN} + K_{(Dпор)}_{LBN} \quad (8)$$

Составляющие укрупненной нагрузки масс для этого случая могут быть рассчитаны по формуле:

$$M_i = (K_i)_{LBN} * LBN \quad (9)$$

Зависимости измерителей  $(K_i)_{LBN}$  от  $LBN$  для разделов нагрузки современных отечественных судов приведены в [8].

Для сравнительного анализа измеритель  $(K_D)_{LBN}$  может быть использован и для грузовых судов.

Для буксиров определяющей характеристикой судна является мощность энергетической установки  $N_{ГД}$  и их водоизмещение, как полное, так и порожнем, может быть определено по удельным показателям массы, приходящимся на 1 кВт мощности главного двигателя, задаваемого техническим заданием.

$$D_{п} = (Kd)_{п} * N_{ГД}, \quad (10)$$

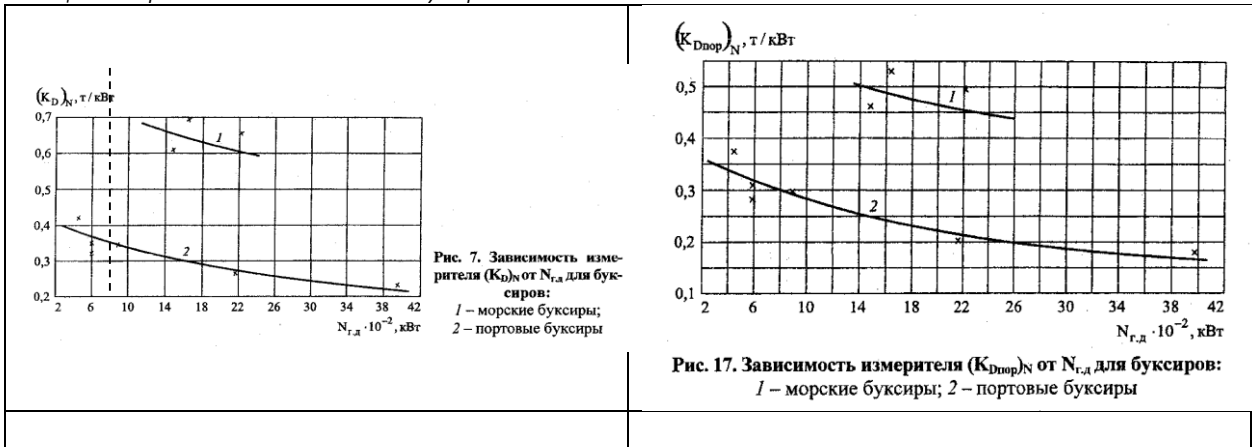
$$D_{пор} = (KD_{пор})_{N} * N_{ГД}, \quad (11)$$

где  $(K_D)_N = (K_{DW})_N + (K_{Dпор})_N$  - удельный показатель массы дедвейта на 1 кВт мощности главного двигателя.

Составляющие укрупненной нагрузки масс могут быть определены по (4) или, после определения главных размерений судна, - по (9).

Характер зависимости измерителей  $(K_D)_N$  и  $(K_{Dпор})_N$  от  $N_{ГД}$ , для современных отечественных буксиров показана на рис. 7, 17 в таблице 3.

Таблица 7 Измерители для отечественных буксиров



Для универсальных судов исследования мирового океана (УНИС) важной характеристикой является суммарная площадь лабораторий  $S_{л}$ . На ранней стадии проектирования с помощью ее можно определить полное водоизмещение судна, используя удельный показатель массы судна на 1 м<sup>2</sup> суммарной площади лабораторий, предварительно рассчитанной.

$$D_{п} = (K_D)_S * S_{л}. \quad (12)$$

После определения размерений  $D_{пор}$  может быть найдено по формуле (7), а составляющие нагрузки - по (4) или (8).

Зависимость измерителя  $(Kd)_S$  от  $S_{л}$  для УНИС, построенная по статистическим материалам, приведена в [6].

Массу по разделам нагрузки любого судна можно представить в зависимости от размерений судна  $L, B, H, T$ , характерных величин  $N_{ГД}$ , скорости  $V$ , числа экипажа  $n$  и других характеристик, независимых составляющих нагрузки (разделы 09-13) и таким образом определить нагрузку судна по разделам и далее водоизмещение судна порожнем



$$D_{\text{пор}} = \Sigma Mi, \quad (13)$$

Для буксиров ( $K_{D\text{пор}})_{\text{ЛВН}}$  можно представить формулой<sup>3</sup>

$$(K_{D\text{пор}})_{\text{ЛВН}} = 0,346 - 1,92 \cdot 10^{-5} \text{ЛВН} \quad (14)$$

С учетом (6) для буксиров формулу (14) можно записать:

$$D_{\text{пор}} = 0,346 \cdot \text{ЛВН} - 1,92 \cdot 10^{-5} \cdot (\text{ЛВН})^2 \quad (15)$$

В [6] рекомендуются величины измерителей ( $K_{D\text{пор}})_{\text{ЛВН}}$ , т/м<sup>3</sup> и ( $K_D)_{\text{ЛВН}}$ , т/м<sup>3</sup> для буксиров:

Таблица 8 Рекомендуемые измерители для буксиров

Тип буксира	$(K_{D\text{пор}})_{\text{ЛВН}}$ , т/м <sup>3</sup>	$(K_D)_{\text{ЛВН}}$ , т/м <sup>3</sup>
Буксиры морские	0,27-0,32	0,35-0,42
Буксиры портовые и рейдовые	0,23-0,30	0,28-0,34
Толкачи	0,26-0,31	0,32-0,38

## Средние рыбопромысловые суда 34-65 м

Таблица 9 Измерители средних траулеров, приведенные в базовой части методики [3]

Код судна № проекта	Тип и назначение судна. Головное судно в серии	ЛВН	Dw	Do	D	Nгд	Kdпор Nгд	Kdпор D	Kdпор ЛВН	Дедвейт, т D <sub>о</sub> , порожнем	Тип и мощность ГЭУ, квт	ЦКБ проекта нт, год постр.
23_02035	Зверобойно-рыболовное судно «Тюлень»	979	107	326	433	441	0,74	0,75	0,33	Dw = 107, Do = 326	ДРА, N = 441	Завод «Астраханская судостроительная»
23_1348П	Сейнер-рыболов «Тибия»	2 789	529	959	1 488	1 673	0,57	0,64	0,34	Dw = 529, Do = 959	ДРА, N = 1673	Завод «Ленинск для кузница»
23_00420	Сейнер-траулер «Надежный»	1 808	208	573	781	588	0,97	0,73	0,32	Dw = 208, Do = 573	ДРА N = 588	Завод, Николаевская-Амуре, СССР, Россия
23_01332	Траулер «Баренцево море»	5 390	535	1 405	1 940	1 620	0,87	0,72	0,26	Dw = 535, Do = 1405	ДРА, N = 1620	Завод «Балтия» 1980 г
23_0502М	Траулер «Ольга»	2 231	300	692	992	588	1,18	0,70	0,31	Dw = 300, Do = 692	ДРА, N = 588	Хабаровский судостроительный завод
23_13720	Морозильный траулер-ярусник	1 808	1 656	1 311	2 967	2 040	0,64	0,44	0,73	Dw = 1656, Do = 1311	ДРА, N = 2040	ЦКБ «Восток»

Для траулеров средних и малых измерители определены расчетным путем по проектным данным справочника [6], [8] и по методике [3].

Таблица 10 Расчетные величины измерителей по исходным данным справочника [8] и по данным РС

Тип траулеров	$(K_{D\text{пор}})_{\text{ЛВН}}$ , т/м <sup>3</sup>	$(K_D)_{\text{ЛВН}}$ , т/м <sup>3</sup>
Траулеры средние (Lк=34-65м) RS	(0,26-0,44) - 0,33	(0,37-0,71) - 0,49
Траулеры малые (Lк=24-34м)	(0,28-0,45) - 0,337	(0,69-0,86) - 0,749
Приемотранспортные рефрижераторы	(0,16-0,32) - 0,26	(0,41-0,78) - 0,60

<sup>3</sup> Рекомендации [6]



Тип траулеров	(K <sub>Дноп</sub> ) <sub>ЛВН</sub> , т/м <sup>3</sup>	(K <sub>Д</sub> ) <sub>ЛВН</sub> , т/м <sup>3</sup>
Траулеры средние (Lк=34-65м) RS Япония, Корея	(0,30-0,55) - 0,38	(0,53-0,71) - 0,63

Для судов японской и корейской постройки, находящихся под флагом России, сделана выборка для следующих верфей:

- DAE SUN SHIPBUILDING &, Busan, Korea (South)
- SHINA SHIPBUILDING CO LTD, Korea (South)
- KANASASHI ZOSEN, Japan
- KESENNUMA TEKKO ZOSEN, Japan
- KIDO URA SHIPBUILDING CO LTD, Kesenuma, Miyagi, Japan
- MIHO SHIPYARD - SHIZUOKA, Shizuoka, Shizuoka, Japan

Таблица 11 Суда японской и корейской постройки GT 200-1200

Name of vessel	GT	LBH	Do	Lк	LOA	N гд	V тр	D	Kd поp LBH	Kd поp N	Kd поp D	(K <sub>Д</sub> ) <sub>ЛВН</sub> , т/м <sup>3</sup>
ALESTAR	1 181	2 676	928	60,10	70,17	1 324	0	1 880	0,35	0,70	0,49	0,70
KOMANDOR	851	1 752	672	49,47	55,20	883	2*535	1 140	0,38	0,76	0,59	0,65
TALAN	798	1 833	696	51,00	57,70	1 102	6*601	1 209	0,38	0,63	0,58	0,66
SOLID 1	736	1 776	603	50,59	57,41	1 193	3*536	1 016	0,34	0,51	0,59	0,57
LOTOS-04	715	1 804	598	49,80	56,54	1 177	2*496	1 255	0,33	0,51	0,48	0,70
RYS	711	1 753	696	49,50	55,20	882	4*659	1 091	0,40	0,79	0,64	0,62
SOVEREN	694	1 847	669	50,75	57,75	1 103	2*586	1 178	0,36	0,61	0,57	0,64
SHANS 103	678	1 567	678	47,96	54,80	746	4*882	948	0,43	0,91	0,72	0,60
SHANS 103	678	1 567	678	47,96	54,80	746	4*882	948	0,43	0,91	0,72	0,60
SVETLYI	662	1 625	700	48,50	54,80	882	3*679	1 029	0,43	0,79	0,68	0,63
TALAN	654	1 657	595	49,30	56,60	736	2*457	979	0,36	0,81	0,61	0,59
STRIGUN	651	1 602	640	48,00	53,50	882	3*598	961	0,40	0,73	0,67	0,60
UGULAN	642	1 569	578	48,00	54,80	736	2*482	1 054	0,37	0,79	0,55	0,67
TUGUR	639	1 531	559	46,92	53,30	735	4*539	1 039	0,37	0,76	0,54	0,68
PROTON	593	1 641	552	49,00	55,60	1 103	0	995	0,34	0,50	0,55	0,61
HARBIZ	577	1 612	701	48,60	55,41	736	2*547	1 030	0,43	0,95	0,68	0,64
NAGORSK	559	1 530	498	46,90	53,51	699	3*518	968	0,33	0,71	0,51	0,63
IZUMRUD	552	1 320	393	43,50	50,15	735	3*358	806	0,30	0,53	0,49	0,61
SOVREMENNİK	494	1 205	506	42,00	48,01	736	3*333	806	0,42	0,69	0,63	0,67
SHANS 104	673	1 548	544	47,99	54,80	735	2*570	958	0,35	0,74	0,57	0,62
YAHONT	602	1 548	510	48,00	54,60	735	1*478	866	0,33	0,69	0,59	0,56
FOTON	224	663	256	34,80	37,14	592	3*128	350	0,39	0,43	0,73	0,53
KISSYO MARU-11	231	552	306	31,67	36,51	648	0	391	0,55	0,47	0,78	0,71
CHIYO MARU 27	210	559	249	31,20	37,46	592	5*129	346	0,45	0,42	0,72	0,62
KADET-701	762	1 718	650	50,80	57,30	883	2*475	1 152	0,38	0,74	0,56	0,67
KADET-601	819	1 971	812	50,60	59,05	1 029	3*560	1 231	0,41	0,79	0,66	0,62

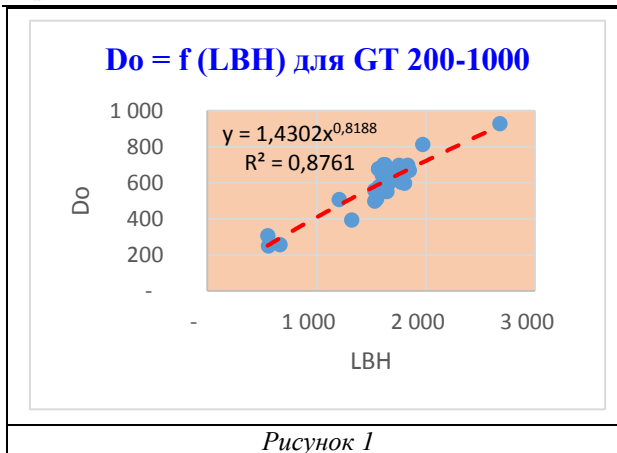


Рисунок 1

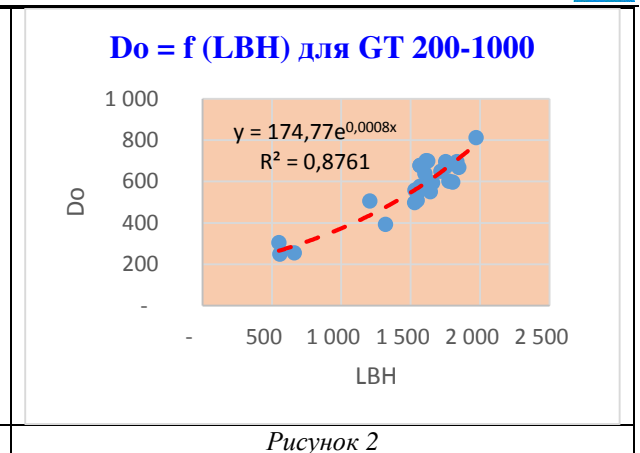


Рисунок 2

По данным справочника [8] для средних траулеров (GT 400-1000) установлена зависимость, которая позволит определять водоизмещение порожнем по LBH с погрешностью до  $\pm 10\%$ .

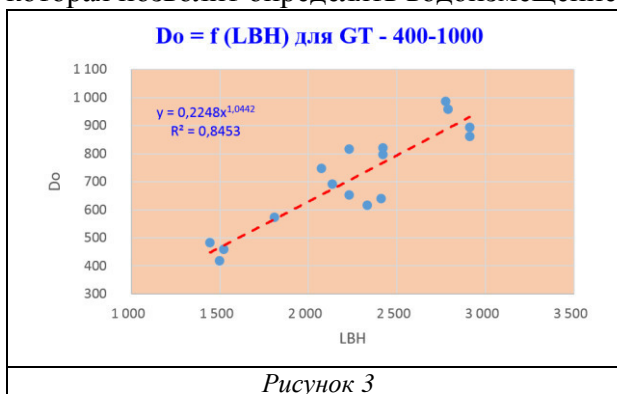


Рисунок 3

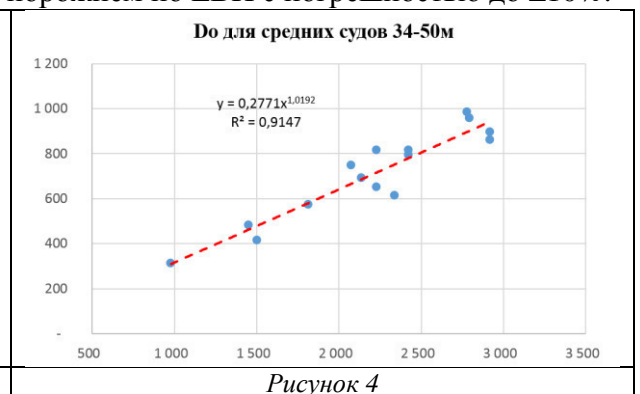


Рисунок 4

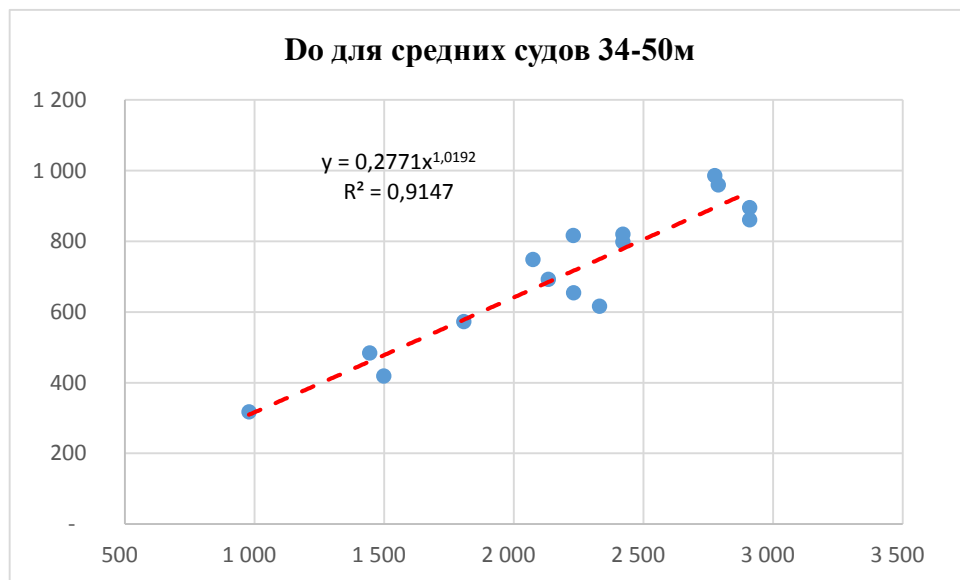


Рисунок 5 Зависимость водоизмещения порожнем для СРТ 34-50м

Для средних промысловых судов до 50 м можно использовать для расчета Do от LBH следующую формулу:

$$D_{\text{пор}} = 0,277 * LBH^{1,0192} \quad (16)$$



## Малые рыбопромысловые суда 24-34

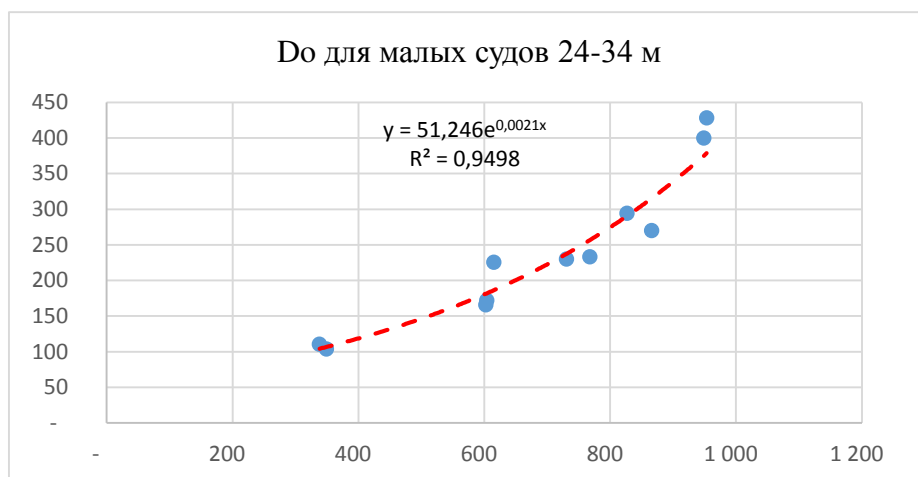


Рисунок 6 Зависимость  $Do = f(LBH)$

$$D_{\text{пор}} = 51,246 * e^{0,0021 * LBH} \quad (17)$$

При применении формулы (15) для малых траулеров дает максимальное отклонение по выборке от -27,1% до +21,4%, среднее 3,8%. При применении формулы (17) для малых траулеров дает максимальное отклонение по выборке от -17,4% до +16,9%, среднее 0,61%.

### 3. Пример расчета водоизмещения порожнем для СРТМ проекта 502ЭМ

Рыболовное судно - любое судно, используемое для промысла или для промысла и обработки улова (рыбы, китов, тюленей, моржей или других живых ресурсов моря).

Рыболовные суда (траулеры) по своей конструкции и своим характеристикам наиболее близки к морским буксирам. Наиболее важные конструктивные характеристики траулеров это валовая вместимость, мощность главного двигателя, объем рефтрюмов, водоизмещение порожнем. Для морских буксиров главными характеристиками являются мощность главного двигателя, валовая вместимость, водоизмещение порожнем.

В некоторых случаях  $LBH$  - кубический модуль судна в  $m^3$  определяется как произведение конструктивной длины  $L$ , на конструктивную ширину  $B$  и на высоту борта  $H$  (в методиках и учебниках).

Для командного состава палубной команды кубический модуль судна, определяется по формуле<sup>4</sup> (25), аналогично рассчитывается  $LBH$  для определения сборов в некоторых портах.

$$W = L * B * H, \quad (168)$$

где  $W$ — кубический модуль судна,  $m^3$ ;  $L$ — наибольшая длина судна, м;  $B$ — наибольшая ширина судна, м;  $H$ — высота борта, м.

<sup>4</sup> Отличие может быть в пределах 10%



## Ship size (side view)

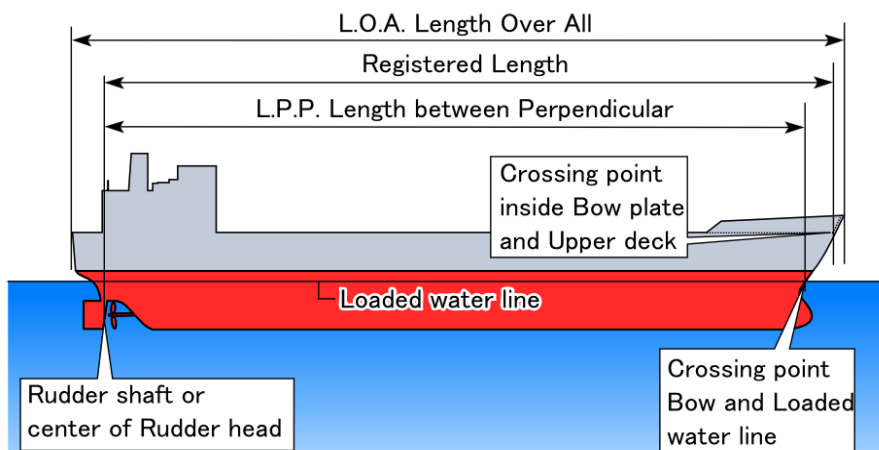


Рисунок 7 Наибольшая, регистрационная и конструктивная длина судна

Регистровые величины  $L$ ,  $B$ ,  $H$  фиксируются в «Мерительном свидетельстве»<sup>5</sup> и в соответствии с «Правилами обмера морских судов» 2016 года (НД № 2-020501-001) принимаются следующие их определения:

### Длина.

Длина означает длину, равную 96 % полной длины судна, взятой по ватерлинии при осадке, равной 85 % минимальной теоретической высоты борта, измеренной от верхней кромки киля, или длину судна от передней кромки форштевня до оси баллера руля, взятую по той же ватерлинии, смотря по тому, что больше. Для судов, спроектированных с дифферентом, ватерлиния, по которой измеряется длина, должна быть параллельна конструктивной ватерлинии. Там, где устанавливается более одного руля, при определении длины должен рассматриваться ближайший к корме баллер руля.

Если судно не имеет баллера руля, длину следует принимать как 96 % полной длины по ватерлинии при осадке, равной 85 % минимальной теоретической высоты борта.

Для судов, которые не имеют явно выраженные нос и корму, таких как буровые установки со стабилизирующими колоннами, полупогружные буровые установки, плавучие доки и подобные суда, следует применять 96 % габаритной длины.

### Теоретическая высота борта.

Теоретическая высота борта — расстояние по вертикали, измеренное от верхней кромки горизонтального киля до нижней кромки верхней палубы у борта. На деревянных и композитных судах это расстояние измеряется от нижней кромки шпунта в киле. Если днище на середине длины судна имеет вогнутую форму, или если имеются утолщенные шпунтовые пояса, то высота борта измеряется от точки пересечения продолженной плоской части днища с боковой поверхностью киля.

На судах, имеющих закругленное соединение палубы с бортом, теоретическая высота борта должна измеряться до точки пересечения продолженных теоретических линий палубы и бортовой обшивки, как если бы это соединение имело угловую конструкцию.

В случае, если верхняя палуба имеет уступ и возвышенная часть палубы простирается над точкой измерения теоретической высоты борта, теоретическая высота борта должна измеряться до условной линии, являющейся продолжением нижней части палубы параллельно возвышенной части.

В определении длины, приведенном в [2], термин «минимальная теоретическая высота

<sup>5</sup> При смене КО срок действия МС 3 месяца



борта» означает расстояние по вертикали, измеренное от верхней кромки горизонтального киля в нижней точке килевой линии, до горизонтальной линии, касательной внутренней стороне верхней палубы у борта в нижней точке линии верхней палубы. Для данного определения судно рассматривается удифференцированным по ватерлинию, параллельную конструктивной ватерлинии.

### Ширина.

Ширина- наибольшая ширина судна, измеренная в середине длины судна до наружной кромки шпангоутов на судах с металлической обшивкой и до наружной поверхности корпуса на судах с обшивкой из другого материала.

Исходя из определений можно констатировать, что  $LOA > L > L_k$ , что указывают многие классификационные общества в характеристиках судов.

Валовая вместимость GT судна  $L > 24$  м определяется по формуле

$$GT = K1 * V, \quad (179)$$

где

- $V$  — общий объем всех закрытых пространств на судне,  $m^3$ ;
- $K1 = 0,2 + 0,02 * \log_{10} V$  (или берется из таблицы приложения).

Таблица 12 Коэффициенты для определения валовой вместимости

#### ПРИЛОЖЕНИЕ

#### КОЭФФИЦИЕНТЫ $K_1$ И $K_2$

$V$  или  $V_c$  — объем,  $m^3$

$V$ или $V_c$	$K_1$ или $K_2$	$V$ или $V_c$	$K_1$ или $K_2$	$V$ или $V_c$	$K_1$ или $K_2$	$V$ или $V_c$	$K_1$ или $K_2$
10	0,2200	45000	0,2931	330000	0,3104	670000	0,3165
20	0,2260	50000	0,2940	340000	0,3106	680000	0,3166
30	0,2295	55000	0,2948	350000	0,3109	690000	0,3168
40	0,2320	60000	0,2956	360000	0,3111	700000	0,3169
50	0,2340	65000	0,2963	370000	0,3114	710000	0,3170
60	0,2356	70000	0,2969	380000	0,3116	720000	0,3171
70	0,2369	75000	0,2975	390000	0,3118	730000	0,3173
80	0,2381	80000	0,2981	400000	0,3120	740000	0,3174
90	0,2391	85000	0,2986	410000	0,3123	750000	0,3175
100	0,2400	90000	0,2991	420000	0,3125	760000	0,3176
200	0,2460	95000	0,2996	430000	0,3127	770000	0,3177
300	0,2495	100000	0,3000	440000	0,3129	780000	0,3178
400	0,2520	110000	0,3008	450000	0,3131	790000	0,3180
500	0,2540	120000	0,3016	460000	0,3133	800000	0,3181
600	0,2556	130000	0,3023	470000	0,3134	810000	0,3182
700	0,2569	140000	0,3029	480000	0,3136	820000	0,3183
800	0,2581	150000	0,3035	490000	0,3138	830000	0,3184
900	0,2591	160000	0,3041	500000	0,3140	840000	0,3185
1000	0,2600	170000	0,3046	510000	0,3142	850000	0,3186

Справка.

- для судов море-река:

$V$  - валовая вместимость,  $m^3$ , определяемая путем обмера всех помещений судна или подсчитываемая по формуле:

$$V = LBT_{\text{дельта}} + L * V_{\text{альфа}} * (H - T) + \text{SUM } l_{bh}, \quad (20)$$

$$GT = V / 2,83 \quad (21)$$

Расчет и проверку расчета водоизмещения порожнем на примере СРТМ пр 502ЭМ проведем в следующем порядке по схеме:



**Определение водоизмещения порожнем**  
по 2 параметрам (кубическому модулю LBH и мощности главного двигателя Ngд)

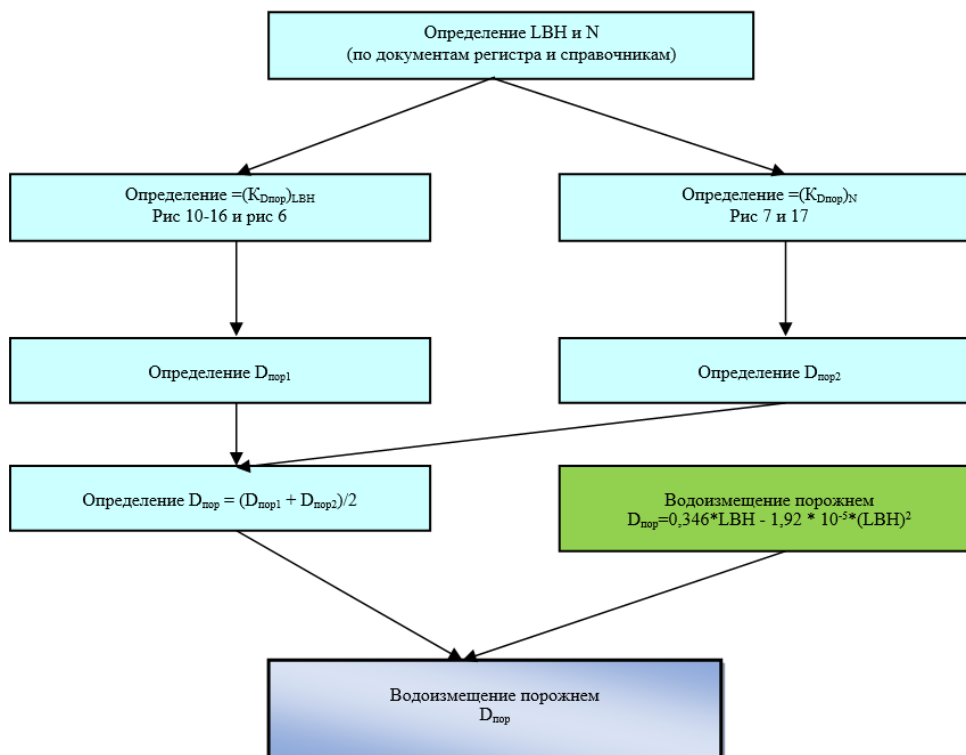


Рисунок 8 Порядок расчета водоизмещения порожнем

1. Определение LBH и Ngд

Таблица 13

Кубический модуль		
Длина габаритная		54,82
Длина расчетная		50,30
Ширина габаритная		9,95
Ширина расчетная		9,80
Высота борта		5,00
Осадка		4,14
LBH		<b>2 464,70</b>
По габаритным	Больше на 9,6 %	2 727,30
Главный двигатель		
Количество ГД:		1
Мощность ГД:		<b>852,00</b>
Год постройки ГД:	1986	
Страна постройки:	ГДР	
Марка ГД:	8NVD 48A-2U	

2. Определение  $(K_{Dпор})_{LBH}$  и  $(K_{Dпор})_N$

Таблица 14

Измеритель	Величина
$(K_{Dпор})_{LBH}$	0,295
$(K_{Dпор})_N$	0,940





### 3. Определение $D_{пор1}$ и $D_{пор2}$

Таблица 15

Водоизмещение порожнем	Величина
$D_{пор1}$	804,55
$D_{пор2}$	800,88
$D_{пор}$	<b>802,72</b>
$D_{пор}$ по документам РС	832,00

### 4. Определение $D_{пор}$ по формуле (15)

$$D_{пор} = 0,346 * LBH - 1,92 * 10^{-5} * (LBH)^2$$

Таблица 16

	0,3460
LBH	2 727,30
1 часть формулы	943,64
	0,00001920
$(LBH)^2$	7 438 138,02
2 часть формулы	142,81
$D_{пор}$ (или $D_0$ )	<b>800,83</b>

Таким образом водоизмещение порожнем СРТМ пр 502ЭМ составляет  $800 \pm 4\%$  тн. Расчет по формуле (15) дает вполне приемлемые результаты.

#### Примечание:

Измерители водоизмещения порожнем для рыболовных судов ( $K_{Dпор}$ )<sub>LBH</sub>, ( $K_{Dпор}$ )<sub>N</sub> можно определять по идентичным и аналогичным судам (назначение, производительность, валовая вместимость, мощность главного двигателя, страна производитель).

#### Выводы:

1. Расчет водоизмещения порожнем может осуществляться по зависимости (15):

$$D_0 = 0,346 * LBH - 1,92 * 10^{-5} * (LBH)^2$$

2. Для средних рыболовных судов применима формула (16):

$$D_0 = 0,277 * LBH^{1.0192}$$

3. Для малых рыболовных судов применима формула (17):

$$D_0 = 51,246 * e^{0,0021 * LBH}$$

4. Зная LBH и  $N_{гд}$ , расчет водоизмещения порожнем может также производиться по измерителям водоизмещения порожнем для рыболовных судов ( $K_{Dпор}$ )<sub>LBH</sub>, ( $K_{Dпор}$ )<sub>N</sub>, которые определяются по аналогичным (идентичным, однородным, опционным) судам. Точность расчета будет зависеть от близости проекта-аналога (базового судна).

#### Примечание:

Данные выводы являются упрощенным приемом, который можно использовать для грубой оценки водоизмещения порожнем. Оценщик в своей работе должен учитывать при расчете скраповой стоимости и многие другие факторы (возраст, соотношение твердого и жидкого балласта, модернизации, ледовый класс и пр.) Но это уже будет другая статья об определении скраповой и утилизационной стоимости, что будет важной составляющей при действии концепции об обновлении флота в рамках утилизационного гранта.



### *Литература:*

1. ОСТ 5Р.0206-2002 Нагрузка масс гражданских и вспомогательных судов. Классификация элементов нагрузки.
2. «Правила обмера морских судов» 2016 года (НД № 2-020501-001).
3. С.Н. Драницын, Н.В. Стрельников, А.Ф. Иконников, С.Н. Старовойтов, О.Б. Башурова. «Методика расчета стоимости проектируемых и строящихся морских транспортных судов, судов активного ледового плавания и ледоколов, судов рыболовного флота на отечественных и зарубежных верфях». ЦНИИМФ, 2006 г.
4. А.Ф. Иконников, Е.В. Маслюк. «Оценка стоимости судов» Часть 1. Затратный подход. Учебное пособие. Калининград 2004 г.
5. А.Ф. Иконников. «Определение стоимости морских судов с учетом новых технических требований», ЗАО ЦНИИМФ, г. Москва, «Вопросы оценки» №2 2001.
6. В.Н. Киреев, В.А. Мацкевич, Ю.И.Рязанцев. «Справочник по нагрузке масс морских судов», ЦНИИ им. Акад. А.Н. Крылова. СПб, 2007.
7. А.И. Раков. «Особенности проектирования промысловых судов». Изд. Судостроение. СПб, 1966.
8. «Флот рыбной промышленности». Справочник типовых судов. Издание 4-е 2008.
9. «Судоходство и судостроение». Справочники ЦНИИ им. Академика А.Н. Крылова, выпуски 2005-2016.
10. С.И. Логачев. «Введение в проектирование морских судов и плавсооружений». Пособие для молодых специалистов и аспирантов. 2014.
11. А.И. Гайкович. «Теория проектирования водоизмещающих кораблей и судов». В 2-х т., 2014