



ТОНКОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕДУРЫ ДРАФТ-СЮРВЕЯ

П. Д. Соломонов

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

В статье рассматриваются тонкости проведения процедур драфт-сюрвея для определения количества навалочного груза на борту грузового судна. Рассказывается, какие значения снимает драфт-сюрвейер и какие факторы учитываются для наиболее точного проведения процедуры.

Ключевые слова: драфт-сюрвей, осадка судна, водоизмещение, сухогрузный флот, точность измерений, навалочные грузы.

Для цитирования:

Соломонов, П. Д. Тонкости проведения процедуры драфт-сюрвея / П. Д. Соломонов // Системный анализ и логистика. – 2025. – № 5(48). – с. 178-185. DOI: 10.31799/2077-5687-2025-5-178-185.

THE INTRICACIES OF THE DRAFT SURVEY PROCEDURE

P. D. Solomonov

St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

This article provides a detailed description of the draft survey procedure for determining the amount of bulk cargo on board a cargo vessel. It describes the measurements taken by the draft surveyor and the factors taken into account to ensure the most accurate procedures.

Keywords: draft survey, vessel draft, displacement, dry cargo fleet, measurement accuracy, shipping, bulk cargo.

For citation:

Solomonov, P. D. The intricacies of the draft survey procedure / P. D. Solomonov // System analysis and logistics. – 2025. – № 5(48). – p. 178-185. DOI: 10.31799/2077-5687-2025-5-178-185.

Введение

Почти двести лет назад морские грузоперевозки осуществлялись с помощью, по современным меркам, небольших грузовых судов, большинство которых своей длиной не превышало 40 метров (Корабль «Индевор») [1]. Размещение груза на судах производилось методом брейк-балк: груз был сложен в ящиках, мешках, бочках и т.д. [2]. В то время это был единственный рентабельный метод размещения груза, но у него были свои недостатки: грузовые тары не имели какой-то стандартизированной формы, что затрудняло планировку оптимального размещения и сокращало количество груза, которое можно было разместить на борту судна [3]. Но в середине 19-го века настали резкие перемены с изобретением первого балкерного судна, британского угольщика «Джон Боуз» в 1852 г. [4]. В то время, как тоннаж этого судна (437 регистровых тонн) был сопоставим с большими грузовыми судами того периода, тоннаж последующих балкеров стал очень быстро увеличиваться – сегодня тоннаж балкеров исчисляется в сотнях тысяч регистровых тонн [5]. Размещение навалочного груза на балкерах – это очень эффективный метод, но вместе с этим поднимается вопрос: где найти весы, чтобы измерять массу такого груза? С ростом грузоподъемности балкеров возникла острая нужда в эффективном методе измерения груза на судне. Так был разработан метод драфт-сюрвея [6].

1. Снятие осадок

В основе процедуры драфт-сюрвея лежит закон Архимеда, который гласит, что на тело, погружённое в жидкость или газ, действует выталкивающая сила, равная весу вытесненной этим телом жидкости или газа [7], поэтому первый этап заключается в том, чтобы найти насколько меняется объём судна под поверхностью воды до и после загрузки. Для этого снимается осадка в шести точках судна: нос, мидель и корма по обе стороны судна [8]. На рисунке 1а изображено, как могут записываться полученные значения в драфт-сюрвее. Для



облегчения этого этапа на корпусах всех судов в соответствующих точках нанесены стандартизированные размерные значения, где каждая цифра имеет высоту 10см (рисунок 1б). Также может быть ситуация, когда во время съёмки осадки происходит сильное волнение воды: для этого предусмотрено устройство, представляющее собой трубку с поплавком внутри и небольшим отверстием снизу. При спуске в воду, трубка впускает в себя воды до совпадения уровня с водой снаружи, но из-за небольшого размера отверстия, колебания уровня воды сглаживаются, что даёт более объективные показания уровня. Упрощённый вид устройства представлен на рисунке 1в.

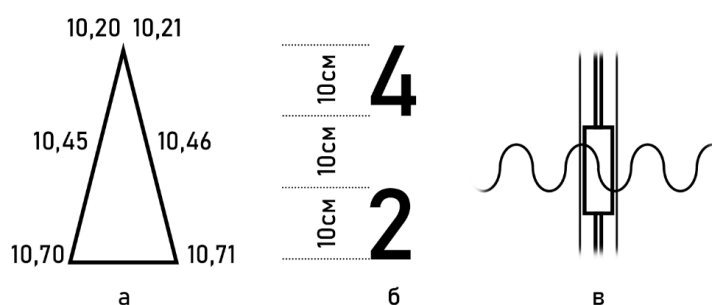


Рис. 1. а – запись значений осадок,
б – грузовые марки на корпусе судна,
в – устройство для съёмки осадки во время волнения.

2. Исправление осадок

Значения осадки, полученные на первом этапе, указывают на уровень воды относительно грузовых марок на корпусе, но для нашего расчёта нам требуются значения осадки перпендикуляров [9] судна. Расстояние между метками осадки и перпендикуляром может быть как в пределах сантиметров, так и растягиваться до нескольких метров, когда перпендикуляр проходит, условно «по воздуху». Это хорошо видно на рисунке 2, где жирными полосами изображены перпендикуляры, а тонкими – грузовые марки.

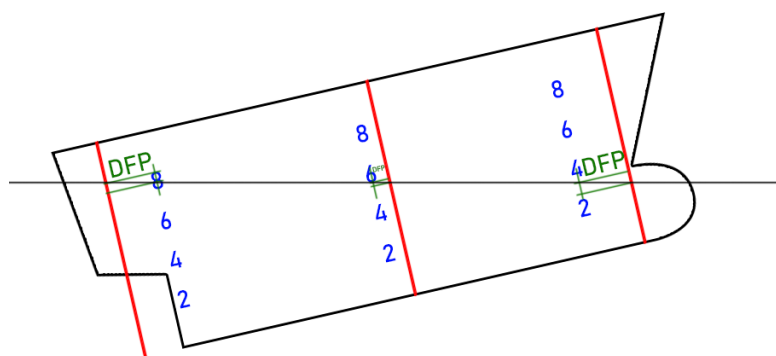


Рис. 2. Диаграмма отличия грузовых марок от перпендикуляров.

Истинные значения осадки находятся по простой формуле:

$$Draft\ Correction = \frac{DFP * AT}{LBM}, \quad (1) [10]$$



где DFP – расстояние, на котором находятся грузовые марки от перпендикуляра, что мы берём из грузового руководства (trim & stability booklet), пример которого приведён на рис. 3, AT – дифферент, разность снятых осадок носа и кормы (примем для нашей работы за 0,5 м), LBM – расстояние между марками, нос и корма (trim & stability booklet).

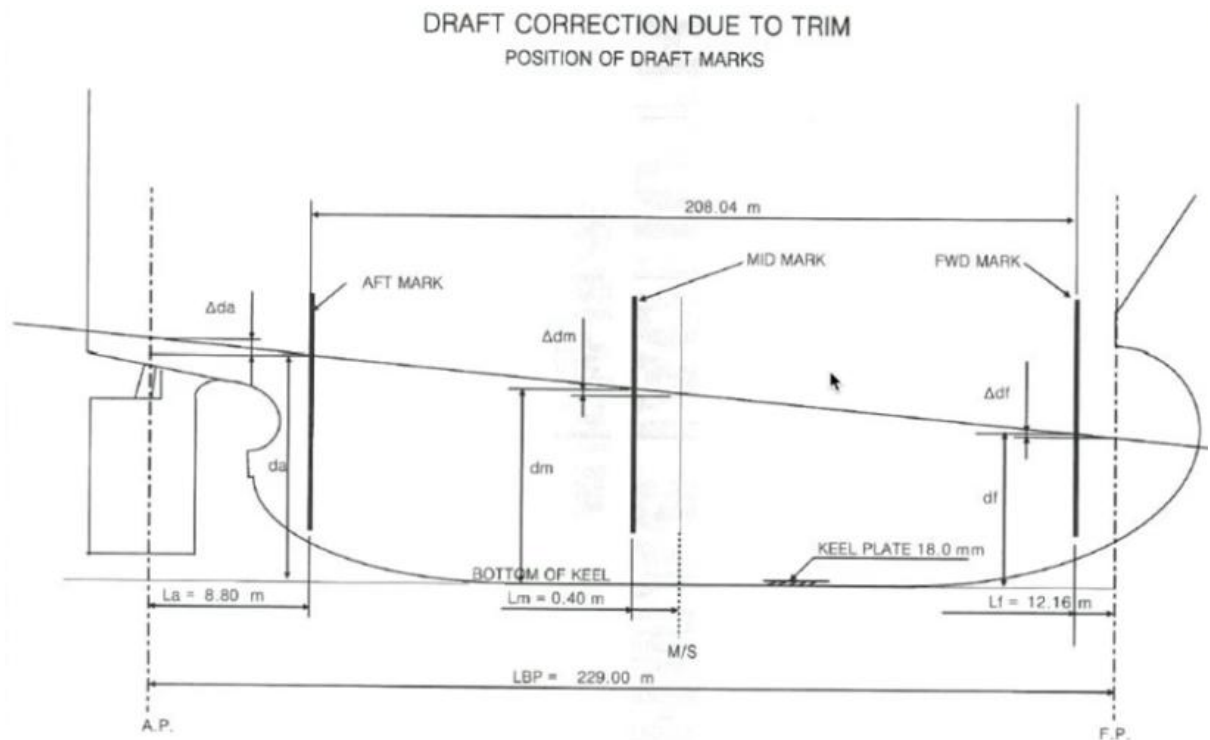


Рис. 3. Разница между грузовыми марками и перпендикулярами.

3. Расчёт средней из средних

Для того чтобы получить водоизмещение из гидростатических таблиц, чтобы узнать вес судна требуется найти усреднённую осадку. Для этого сначала находятся средние значения между откорректированными осадками подставлением в формулы значений с рисунка 1а:

$$\begin{cases} D_F = \frac{D_{FP} + D_{FS}}{2} = 10,205 \\ D_M = \frac{D_{MP} + D_{MS}}{2} = 10,455, \\ D_A = \frac{D_{AP} + D_{AS}}{2} = 10,705 \end{cases} \quad (2) [10]$$

где D_F – средняя осадка носа, D_{FP} и D_{FS} – левая и правая осадка носа соответственно, D_M – средняя осадка миделя, D_{MP} и D_{MS} – левая и правая осадка миделя соответственно, D_A – средняя осадка кормы, D_{AP} и D_{AS} – левая и правая осадка кормы соответственно.

После этого рассчитывается средняя из средних осадок (true middle draft):

$$TMD = \frac{D_M * 6 + D_F + D_A}{8} = 10,455 \quad (3) [10]$$

D_M в данной формуле берётся 6 раз, так как осадка миделя имеет больший вес в связи с



формой судна. Полученное среднее значение компенсирует деформацию корпуса судна и является максимально приближенным к реальности.

4. Получение водоизмещения из таблиц

Для получения значения водоизмещения драфт-сюрвейер обращается к гидростатической таблице судна, драфт-сюрвей которого он сейчас проводит, представленной на таблице 1:

Таблица 1 – Пример гидростатической таблицы водоизмещения

Осадка	Trim -1 _m	Trim 0 _m	Trim 1 _m	Trim 2 _m	Trim 3 _m
10,40	39900	40000	40100	40200	40300
10,45	40900	41000	41100	41200	41300
10,50	41900	42000	42100	42200	42300
10,55	42900	43000	43100	43200	43300
10,60	43900	44000	44100	44200	44300
10,65	44900	45000	45100	45200	45300
10,70	45900	46000	46100	46200	46300
10,75	46900	47000	47100	47200	47300
10,80	47900	48000	48100	48200	48300
10,85	48900	49000	49100	49200	49300
10,90	49900	50000	50100	50200	50300

Чтобы получить нужное значение, сопоставляются полученные истинная осадка (10,455 из п.3) и дифферент (0,5 из п.2). Так как эти значения не попадают вровень в значения таблицы, применяется линейная интерполяция значений [12]:

$$\begin{aligned}
 10,45 < 10,455 > 10,50 &\rightarrow 41000 < 41100 > 42000 \\
 10,45 < 10,455 > 10,50 &\rightarrow 41100 < 41200 > 42100 \\
 0 < 0,5 > 1 &\rightarrow 41100 < 41150 > 41200 \\
 \text{Displacement} &= 41200 \text{ т}
 \end{aligned}$$

5. Первая поправка на дифферент

Чтобы точно узнать водоизмещение осадка нужно снимать не на перпендикуляре миделя, а на центре плавучести судна (Longitudinal Center of Floatation, LCF) [13]. Грузовые марки не расположены в соответствии с LCF, так как эта точка меняет своё положение в зависимости от осадки и дифферента судна.

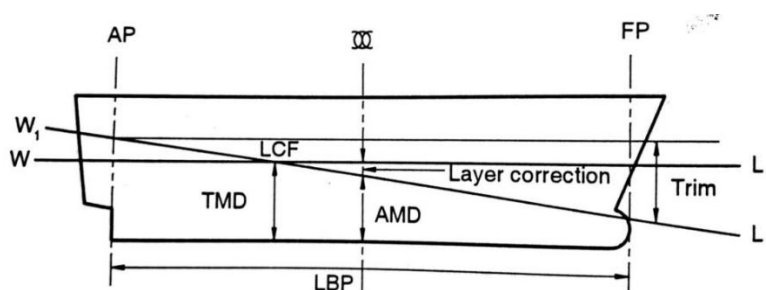


Рис. 4. Изображение центра плавучести.

Чтобы найти LCF используется очередная гидростатическая таблица [14]:



Таблица 2 – Пример гидростатической таблицы LCF.

Осадка	LCF	TPC	MTC
10,30	-1,00	30,0	900
10,45	-1,10	30,5	950
10,50	-1,20	31,5	1000
10,55	-1,30	32,0	1050
10,65	-1,40	32,5	1090
10,60	-1,50	33,0	1100
10,70	-1,60	33,5	1150
10,75	-1,70	34,0	1200
10,80	-1,80	34,5	1280
10,85	-1,85	35,0	1360
10,90	-1,90	35,5	1410

В данном случае также применяется линейная интерполяция значений таблицы, затем происходит расчёт по формуле:

$$\text{first trim correction} = \frac{\text{Trim(cm)} * \text{LCF(meters)} * \text{TPC}}{\text{LBP}}, \quad (4) [10]$$

где TPC – обозначает, сколько нужно тон, чтобы утопить осадку на 1 сантиметр, LBP – расстояние между перпендикулярами.

Здесь очень важно учесть знак FTS, так как это может отличить правильный расчёт от ошибки в тысячи тон. Легче всего запомнить: если дифферент судна и LCF идут на корму, то FTS записывается с положительным знаком.

6. Вторая поправка на дифферент

В гидростатических таблицах LCF выбирается на нулевой дифферент. Если же дифферент присутствует, то LCF смещается, что требует очередной поправки. Но не всегда требуется считать вторую поправку.

Существует два типа гидростатических таблиц: в которых значения указываются для нулевого дифферента и в которых значения указываются для разных дифферентов. Что можно увидеть на рисунке 5.



K0000107

HYDROSTATIC TABLE

Page 4

TRIM	O M (LEVEL)	T	TK	VOLM	DISP	LCB	LCF	VCB	KML	KMT	WSA
		m	m	m ³	t	m	m	m	m	m	m ²
9.600	9.619	59431.2	61111.8	117.679	112.172	4.944	417.389	14.135	10287		
9.700	9.719	60102.5	61801.0	117.617	111.979	4.996	414.935	14.100	10342		
9.800	9.819	60775.0	62491.4	117.553	111.782	5.049	412.579	14.067	10397		
9.900	9.919	61448.7	63182.9	117.489	111.587	5.101	410.249	14.035	10452		
10.000	10.019	62123.5	63875.7	117.424	111.397	5.154	407.910	14.005	10507		
10.100	10.119	62799.2	64569.4	117.359	111.246	5.207	405.163	13.977	10564		
10.200	10.219	63476.1	65264.2	117.293	111.043	5.259	403.088	13.950	10619		
10.300	10.319	64154.2	65960.3	117.225	110.844	5.312	401.003	13.925	10673		
10.400	10.419	64833.5	66657.6	117.158	110.642	5.365	399.006	13.902	10728		
10.500	10.519	65513.9	67356.1	117.089	110.440	5.417	397.050	13.880	10783		
10.600	10.619	66195.6	68055.8	117.020	110.243	5.470	395.074	13.859	10837		
10.700	10.719	66878.4	68756.8	116.950	110.040	5.523	393.219	13.839	10892		
10.800	10.819	67562.5	69458.9	116.879	109.842	5.576	391.342	13.821	10947		

		TRIMMED HYDROSTATIC PARTICULARS IN SALT WATER (S.G. = 1.025)								
DRAFT MEAN (EXT. m)		9.650	9.700	9.750	9.800	9.850	9.900	9.950	10.000	10.05
MOULD VOLUME (m ³)		60709	61051	61393	61736	62079	62422	62766	63109	6345
K.B. (m)		4.958	4.984	5.011	5.037	5.063	5.089	5.116	5.142	5.16
K.M.L. (m)		435.79	434.18	432.56	430.93	429.31	427.68	426.05	424.42	422.79
IT (m)		552579	553080	553579	554078	554566	555053	555538	556023	55648
WP Area (m ²)		8854.5	8858.9	8863.2	8867.3	8872.9	8879.1	8884.9	8890.3	8895.1
Wetted Surface (m ²)		10388.3	10414.9	10441.3	10467.6	10493.9	10520.2	10546.5	10572.8	10599.1
Ch		0.8534	0.8538	0.8542	0.8546	0.8549	0.8553	0.8557	0.8561	0.856
Cp		0.8565	0.8568	0.8572	0.8576	0.8579	0.8583	0.8586	0.8590	0.859
Cw		0.9255	0.9263	0.9271	0.9278	0.9285	0.9292	0.9299	0.9306	0.931
Cm		0.9965	0.9966	0.9966	0.9966	0.9965	0.9965	0.9966	0.9966	0.996

TRIM		L.C.F. (m) from M/S								
-5.000		-1.977	-2.016	-2.054	-2.092	-2.128	-2.164	-2.199	-2.233	-2.266
-4.000		-1.571	-1.623	-1.674	-1.723	-1.770	-1.816	-1.861	-1.904	-1.947
-3.000		-0.996	-1.072	-1.144	-1.213	-1.279	-1.343	-1.405	-1.464	-1.521
-2.000		-0.286	-0.365	-0.444	-0.523	-0.601	-0.679	-0.757	-0.834	-0.910
-1.000		0.419	0.345	0.273	0.195	0.114	0.031	-0.050	-0.132	-0.212
0.000		1.142	1.070	1.000	0.933	0.839	0.737	0.640	0.549	0.465
1.000		1.801	1.708	1.619	1.529	1.438	1.381	1.292	1.208	1.128

TRIM		K.M.T. (m)								
-5.000		14.437	14.415	14.393	14.372	14.351	14.331	14.311	14.292	14.273
-4.000		14.349	14.328	14.308	14.288	14.269	14.249	14.231	14.212	14.194
-3.000		14.263	14.243	14.224	14.205	14.187	14.169	14.152	14.135	14.118
-2.000		14.180	14.162	14.144	14.126	14.109	14.092	14.075	14.059	14.043
-1.000		14.101	14.084	14.067	14.050	14.034	14.018	14.003	13.988	13.973
0.000		14.026	14.010	13.994	13.978	13.963	13.948	13.934	13.920	13.906
1.000		13.954	13.938	13.924	13.910	13.896	13.882	13.869	13.856	13.843

Рис. 5. Сверху жирной линии изображён фрагмент таблицы для нулевого дифферента.

Снизу – фрагмент таблицы с учётом разной величины дифферента.

Если драфт-сюрвейер при расчёте FTC получал значение LCF из таблицы, представленной снизу жирной линии на рисунке 5, то в LCF уже заложен дифферент, а потому расчёт второй поправки не требуется. В противном случае расчёт производится по следующей формуле:

$$\begin{aligned}
 & \text{second trim correction} = \\
 & = \frac{\text{trim}^2 * 50 * (MTC_{forTMD+50cm} - MTC_{forTMD-50cm})}{LBP(meters)}, \quad (5) [10]
 \end{aligned}$$

где $MTC_{forTMD+50cm}$ – это момент нужный для увеличения осадки на 50 см, $MTC_{forTMD-50cm}$ – уменьшения осадки на 50 см. Знак второй поправки всегда положительный.



7. Получение истинного водоизмещения

Теперь, чтобы получить истинное водоизмещение, из водоизмещения, полученного из гидростатической таблицы 1, вычитаются первая и вторая поправки:

$$\text{True Displacement} = \text{Displacement} - \text{FTC} - \text{STC} \quad (6) [10]$$

8. Поправка на плотность воды

Как известно, вес вытесненной воды равен весу судна. В зависимости от плотности воды вес одного и того же объёма будет разным. В гидростатических таблицах водоизмещение указано для плотности воды $1,025 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Если же плотность воды отличается, то водоизмещение считается с поправкой:

$$\text{Displacement}_{\text{real}} = \frac{\text{True Displacement} * \text{Water Density}_{\text{real}}}{\text{Water Density}_{\text{default}}} \quad (7) [10]$$

9. Получение NET

Теперь, когда есть настоящее значение веса судна, из него вычитаются все известные веса, что не являются грузом: судно порожнем, тяжёлое топливо, лёгкое топливо, масло, балласт и пресная вода. Результирующим значением будет Net Displacement – вес груза и всего остального, что невозможно посчитать.

10. Сравнение NET прихода/отхода

Заключительный этап: сравнение Net Disp. прихода и отхода. В таблице 3 приведён простой расчёт:

Таблица 3 – Сравнение Net Disp. прихода и отхода.

	Приход	Отход
Груз	100000	0
Константа	500	500
Net Disp.	100500	500
		100000

Заключение

Процедура драфт-сюрвея сегодня является неотъемлемой частью современной логистики, обеспечивая прозрачность, точность и предсказуемость перевозочных процессов. Благодаря детальному анализу состояния груза и судна до начала операций участники логистической цепочки получают объективные данные, позволяющие минимизировать риски, предотвращать спорные ситуации и оптимизировать расходы. В условиях растущих требований к безопасности, скорости и эффективности поставок роль драфт-сюрвея становится особенно значимой: он служит фундаментом для принятия взвешенных решений, поддерживает доверие между сторонами и способствует бесперебойному функционированию международной торговли. Именно поэтому один из способов улучшить процедуру – это использование более точного оборудования, которое сокращает влияние человеческого фактора, а также – автоматизация процесса при помощи компьютерной программы, которая бы понизила ошибки, совершаемые во время расчётов. Таким образом, внедрение и соблюдение качественных процедур драфт-сюрвея, а также их улучшение, являются ключевым фактором устойчивой и конкурентоспособной логистической инфраструктуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Winfield R. British Warships of the Age of Sail 1714–1792: Design, Construction, Careers and Fates / R. Winfield. – Barnsley: Seaforth, 2007. – 384 с.



2. Кириченко А. В. Организация грузовых мест в логистике: учеб. пособие / А. В. Кириченко, Д. О. Рычков, В. А. Фетисов. – СПб.: ГУАП, 2009. – 244 с.
3. Левинсон М. Ящик. Как грузовой контейнер сделал мир меньше, а мировую экономику больше / М. Левинсон; пер. с англ. Е. В. Поникарова. – М.: Эксмо, 2023. – 528 с.
4. Морские перевозки угля: монография / А. Л. Кузнецов [и др.]. – СПб.: ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова, 2023. – 228 с.
5. Бурмака И. А. Теория и устройство судна: учеб. пособие / И. А. Бурмака [и др.]. – Одесса: ОНМА, 2012. – 225 с.
6. Кириченко А. В. Сюрвейерское обеспечение транспортной деятельности: терминологический анализ и синтез / А. В. Кириченко, Д. Г. Кузнецов, В. Е. Турова // Транспортное дело России. – 2025. – № 5. – С. 54-57.
7. Фернандес Агилар Э. М. Наука. Величайшие теории: выпуск 7: Эврика! Радость открытия. Архимед. Закон Архимеда / Э. М. Фернандес Агилар. – М.: Де Агостини, 2015. – 160 с.
8. ГОСТ Р 59145-2020. Методы расчета веса груза по осадке судна. – Москва: Стандартинформ, 2020. – 24 с.
9. FLOT. Главные размерения суда [Электронный ресурс]. – URL: <https://flot.com/publications/books/shelf/chainikov/7.htm?print=Y> (дата обращения 20.11.2025)
10. Донцов С. В. Методика проведения драфт-сюрвея / С. В. Донцов. – Одесса: ОДЕССА, 2014. – 34 с.
11. Studfiles. Судовая документация для расчёта водоизмещения [Электронный ресурс]. – URL: <https://studfile.net/preview/6874294/page:9/> (дата обращения 7.11.2025)
12. Studfiles. Линейная интерполяция [Электронный ресурс]. – URL: <https://studfile.net/preview/7107407/page:38/> (дата обращения 20.11.2025)
13. Marineinsight. What Is The Centre Of Floatation? [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.marineinsight.com/naval-architecture/what-is-the-centre-of-floatation/> (дата обращения 21.11.2025)
14. Marineinsight. Hydrotables: hydrostatics and stability tables [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.marineinsight.com/naval-architecture/what-is-the-centre-of-floatation/> (дата обращения 21.11.2025)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Соломонов Павел Дмитриевич

Студент

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Россия, 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д.67, лит. А

E-mail: ppprrrr146@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Solomonov Pavel Dmitriyevich

Student

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia

E-mail: ppprrrr146@gmail.com

Дата поступления: 03.12.2025

Дата принятия: 03.12.2025