

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра _____ **СУДНОВОДІННЯ** _____

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА

Спеціальність 271 Морський та внутрішній водний транспорт
Спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

Кривицький Микита Сергійович

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи: Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Perseus» за маршрутом Мерсін - Ліворно

Підпис магістранта _____

Завідувач кафедри _____

Керівник _____

Рецензент _____

Нормоконтроль _____

м. Одеса
2025 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут навігації

кафедра _____ СУДНОВОДІННЯ _____

спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Завідувач кафедри

_____ " ____ " _____ 20__ р

З А В Д А Н Н Я

по дипломній роботі магістранта

Кривицький Микита Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Perseus» за маршрутом Мерсін - Ліворно
затверджена наказом по НУОМА від " ____ " _____ 20__ р. № _____
2. Строк здачі курсантом закінченої роботи ____ " ____ " _____ 20__ року
3. Вхідні дані до роботи:
 - Методичні вказівки для виконання магістерської роботи укл. І.І.Ворохобін та інші. – Одеса, НУОМА 2023р.-96с.
 - Суднова документація
 - Вагущенко Л.Л. Системи автоматичного управління рухом судна/ Вагущенко Л.Л., Цимбал Н.Н. - Одеса: Латстар, 2002. - 310 с.
 - Вагущенко Л.Л. Суднові навігаційно-інформаційні системи/ Вагущенко Л.Л. - Одеса: Фенікс, 2004. - 302 с.
 - Вагущенко Л.Л. Бортові автоматизовані системи контролю морехідності/ Вагущенко Л.Л., Вагущенко А.Л., Заїчко С.И - Одеса: Фенікс, 2005. -274 с.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):
 - Характеристики судна
 - Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу
 - Обробка та розміщення вантажів
 - Оцінка морехідних якостей
 - Дослідницька частина
 - Економічні розрахунки
 - Охоронні заходи та цивільна оборона на судні
5. Перелік графічного матеріалу:
Магістерська робота включає в себе 28 рисунків та 43 таблиці _____

6. Консультанти по роботі з вказанням розділів, що до неї відносяться:

Розділ	ПІБ консультанта	Підпис і дата
1. Характеристики судна	Фусар І.Ю.	
2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	Фусар І.Ю.	
3. Обробка та розміщення вантажів	Фусар І.Ю.	
4. Оцінка морехідних якостей судна	Фусар І.Ю.	
5. АЛГОРИТМ УПРАВЛІННЯ КУРСОМ СУДНА	Фусар І.Ю.	
6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі	Фусар І.Ю.	
7. Охоронні заходи та цивільна оборона на судні	Фусар І.Ю.	

7. Календарний план дипломної роботи магістранта

№ п/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Виконати підбір інформації для написання 1 розділу магістерської роботи	Протягом тижня	
2	Виконати розділ 2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	Протягом тижня	
3	Виконати розділ 3. Оцінка та розміщення вантажу	Протягом тижня	
4	Представити розрахунки остійності та посадки судна у 4 розділі	Протягом тижня	
5	Представити результати дослідницької частини	Протягом тижня	
6	Навести розрахунки економічних показників роботи судна в рейсі	Протягом тижня	
7	Розглянути питання Охоронних заходів та цивільної оборони	Протягом тижня	

8. Дата видачі завдання _____

Керівник _____ Завдання до виконання прийняв _____

АНОТАЦІЯ

Магістерська робота містить 135 стор., 28 рис., 43 таблиці, 40 використаних джерел.

В магістерській роботі виконано комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу т/х «Perseus» за маршрутом Мерсін - Ліворно з вантажем 724 контейнера масою 9554,7 т.

В роботі проведені аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу. Розраховано кількість вантажу, запасів для здійснення безпечного переходу. Зроблено вивчення алгоритму управління курсом судна . Проведено аналіз та розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі.

Додатково розглянуто тему з охоронних заходів та цивільної оборони на судні.

Ключові слова: безпека судноплавства, курс судна, навігаційний перехід.

ANNOTATION

Master's thesis contains 135 pages, 28 pictures, 43 tables, 40 sources used.

The thesis has accomplished work and research on phases of passage of m/v «Perseus» on the route Mersin -Livorno with cargo of 724 containers of total weight 9554.7 tonnes.

The analysis, assessment and planning of navigation transition are carried out in the work. The amount of cargo, stocks for a safe transition is calculated. The analysis of course steering is made. The analysis and calculation of economic indicators of the vessel on the route.

Additionally, the topic of labor safety and security at sea is considered.

Key words: safety of navigation, course steering , passage planning.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА.....	9
1.1 Загальні відомості і головні розміри судна.....	9
1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна.....	11
1.3 Маневрені характеристики.....	22
1.4 Навігаційне обладнання.....	25
1.5 Забезпечення непотоплюваності.....	27
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ.....	29
2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу.....	29
2.2 Оцінка запланованого переходу.....	30
2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході.....	32
2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації.....	35
2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні....	36
2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання.....	44
2.3.1 Розрахунок ортодромії.....	44
2.3.2 Складання маршрутних листів.....	47
2.3.3 Графічний план переходу.....	47
2.3.4 Розрахунок природної освітленості.....	49
2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів.....	50
Висновки	51
РОЗДІЛ 3. ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ.....	52
3.1 Транспортні характеристики вантажів.....	52
3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та документальне оформлення морського перевезення.....	54
3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна.....	60
3.4 Складання вантажного плану.....	63

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу.....	68
РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА.....	70
4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна.....	70
4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності.....	77
4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації.....	80
4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності.....	81
4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності.....	84
4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності.....	85
4.7 Контроль загальної поздовжньої міцності судна.....	86
РОЗДІЛ 5. АЛГОРИТМ УПРАВЛІННЯ КУРСОМ СУДНА.....	90
5.1 Стабілізація курсу.....	90
5.2. Виконання поворотів.....	100
5.3 Водіння за маршрутом.....	107
Висновок	113
РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ.....	114
6.1 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі.....	114
6.2 Розрахунок якісних показників роботи судна в рейсі.....	119
6.3 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу.....	120
РОЗДІЛ 7. ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ.....	122
7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту.....	122
7.1.1 Вихідні дані.....	122
7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території.....	123
7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат...	129
7.2 Розподіл обов'язків та відповідальності щодо забезпечення охорони судна.....	130
ВИСНОВКИ.....	132
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	133

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

Δ – водотоннажність повному вантажу (т)

Δ_0 - водотоннажність порожньом (т)

Δ_w - повна вантажопідйомність

ДСО – діаграма статичної остійності

ЗНЗ - засіб навігаційного забезпечення

НМК – навігаційна морська карта

РЛС – радіолокаційна станція

СКП – середня квадратична похибка

ALRS - Admiralty List of Radio Signals

ВМ – згинальний момент (Bending Moment)

SF – перерізуюча сила (Shear Force)

GMDSS - Global Maritime Distress and Safety System

UKC – under keel clearance

IMO – Міжнародна морська організація (International Maritime Organization)

ISO – Міжнародна організація по стандартизації (International Standardization Organization)

l_{w1} - плече кренувального моменту від тиску вітру (м)

l_{w2} - плече кренувального моменту від пориву вітру (м)

Θ_r - амплітуда хитамиці (°)

l_{max} - плече ДСО при максимальному куті крену (м)

Θ_m - кут крену, що відповідає максимуму ДСО (°)

ВСТУП

Актуальність теми. Трансокеанське судноплавство завжди супроводжується великою кількістю навігаційних ризиків. Вивчення алгоритму управління курсом судна та їх важливості для судноводіння приділено недостатньо уваги, зважаючи на всю їх небезпеку для судноводіння. Це має вплив на навігаційну безпеку, конструкцію судна, ризики для людського життя на морі.

Мета. Аналіз рейсу судна “Perseus” з боку навігаційної, вантажної та економічної складової безпеки мореплавства.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- опис характеристик судна “Perseus”;
- аналіз, оцінка та планування переходу Мерсін - Ліворно;
- аналіз та опис характеристик вантажу, необхідних нормативних документів. Розрахунок кількості вантажу, запасів для здійснення безпечного переходу;
- оцінка морехідних якостей судна;
- аналіз та розрахунок економічних показників судна в рейсі;
- аналіз заходів з охорони праці на цивільній охорони на судні.

Об’єкт дослідження – рейс судна “Perseus”.

Методи дослідження – методи емпіричного дослідження (опис, порівняння, спостереження), (загальнологічні методи) та прийоми дослідження.

Практичне значення роботи складається в можливості комплексно опрацьовувати та досліджувати етапи рейсу суден.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

В даному підрозділі надаємо основні відомості про судно у вигляді таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

1.	Назва судна	Perseus
2.	Тип судна	Container
3.	Позивний сигнал судна	CQEE8
4.	IMO №	9371414
5.	MMSI №	255806363
6.	Рік і місце будівництва	Серпень 2000, Damen Shipyard Ocean, Миколаїв Україна
7.	Клас реєстру	100 A Container Ship
8.	Порт приписки	Antigua Barbuda
9.	Судновласник:	BBC
10.	Менеджмент:	ABC
11.	Довжина найбільша,(L):	146.47 м.
12.	Довжина між перпендикулярами, (L~): (м):	139.48 м.
13.	Ширина найбільша,(B):	22.70 м.
14.	Висота борту до верхньої палуби, (H):	13.27 м.
15.	Найбільше осідання(T):	Tл=8.312 м.; Tз=8.139 м.; Tт=8.485 м.; Tп=8.472 м.; Tтп=8.645 м.
16.	Осадка (Т) в повному вантажу і порожньому:	Tmax= 8.485 м. Tmin= 2.828 м.
17.	Водотоннажність: в повному вантажу Δ : порожньому Δ_0 :	Δ =17722.3 т.; Δ_0 = 4792.4 т.
18.	Повна вантажопідйомність Δ_w :	Δ_w =12929.9 т.
19.	Головний двигун: Тип; потужність; частота обертання:	Diesel Engine, MAN B & W, Type 7L 58/64, 9730 kW. Максимальна потужність: 10703 kW

Продовження таблиці 1.1

20.	Режим роботи головного двигуна:	режим старту – 260 rpm, критичні обороти – 280 - 360 rpm, постійні обороти – 428 rpm.
21.	Швидкість судна:	у вантажу – 18 вуз., у баласті – 20 вуз.
22.	Гребний гвинт: кількість лопастей: діаметр та крок гвинта (мм): напрямок обертання:	Фіксованого кроку правого обертання, тип – HPPZ – 0400 DG089 – 18 – 180, 4 лопасті, діаметр 5400 мм.
23.	Тип руля и площа його пера:	кермо навісне, S=15.8м ²
24.	Тип стернової машини:	TELERAM R4L 380-35, потужність 46 kW.
25.	Валова реєстрова місткість (GRT):	9528
26.	Чиста реєстрова місткість (NRT):	4703
27.	Добова витрата палива: на ходу: Важке паливо (HFO) на стоянці: Дизельне паливо (DO)	на ходу: тяжке паливо – 44.482 т. дизельне паливо – 2,5 т. на стоянці: дизельне паливо – 216 л/доба.
28.	Координати центру мас порожнього судна:	Значення піднесення (Z) центру мас порожнього судна над кілем і відстояння (X) від міделя (до носа – плюс, до корми – мінус) є наступними: Z = 9.410 м; X = 57.330 м

Таблиця 1.2 - Склад суднової радіоапаратури

Устаткування	Тип устаткування	К-ть
Ресівери		
Navtex-Receiver	DEBEG 2900 Sam Electronics	1
Weatherfax Receiver	DEBEG 2952 Sam Electronics	1
MF/HF Радіо устаткування		
MF/HF Radio w/ integr. DSC + 6 CH SCAN V	Debeg 3105 STN ATLAS	1
MF/HF DSC Controller	Debeg 3105 STN ATLAS	1
MF/HF DSC Alarm unit	Debeg 9565 STN ATLAS	1
Устаткування для супутникового зв'язку		
Inmarsat – C/EGC	STN ATLAS Debeg 3646	2
Inmarsat - B	SKANTI BCU 9900	1
Inmarsat – F77	SAILOR	1
VHF радіо устаткування		
VHF DSC-Radiotelephon w/ integr. CH70V	Debeg-6322	2
GMDSS VHF Handeled	SIMRAD	3

Lithium батареї	LTB-3	3
Рятувальне устаткування		
Satellite EPIRB	SAM ELECTRONICS Debeg-3540WF	1
SART	Debeg 5900 bat.exp/08.2011	2

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна

В даному підрозділі приводимо схематичний план бокового вигляду судна з розташуванням приміщень для вантажів і запасів Рис.1.1., а також план верхньої палуби судна (вид зверху) Рис. 1.2.

Також приводимо вантажну шкалу судна у вигляді Рис. 1.3.

Draught (m)	Displc. s.w.	Deadweight (t)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPC (t/cm)	TKM (m)	MTC (tm/cm)
2.500	4146.94	-645.45	67.462	1.330	68.565	19.25	15.472	110.5
2.510	4166.40	-625.99	67.467	1.335	68.574	19.27	15.429	110.7
2.520	4185.88	-606.51	67.473	1.341	68.583	19.28	15.386	110.9
2.530	4205.39	-587.00	67.479	1.346	68.591	19.30	15.344	111.1
2.540	4224.89	-567.50	67.485	1.352	68.600	19.31	15.302	111.3
2.550	4244.43	-547.96	67.490	1.357	68.608	19.33	15.260	111.4
2.560	4263.96	-528.43	67.496	1.362	68.617	19.34	15.218	111.6
2.570	4283.53	-508.86	67.502	1.368	68.625	19.36	15.178	111.8
2.580	4303.10	-489.29	67.508	1.373	68.633	19.37	15.137	112.0
2.590	4322.69	-469.70	67.514	1.378	68.642	19.38	15.096	112.2
2.600	4342.28	-450.11	67.520	1.384	68.650	19.40	15.057	112.3
2.610	4361.90	-430.49	67.525	1.389	68.658	19.41	15.017	112.5
2.620	4381.52	-410.87	67.531	1.395	68.667	19.43	14.978	112.7
2.630	4401.16	-391.23	67.537	1.400	68.675	19.44	14.938	112.9
2.640	4420.81	-371.58	67.543	1.405	68.683	19.46	14.899	113.0
2.650	4440.47	-351.92	67.548	1.411	68.691	19.47	14.861	113.2
2.660	4460.14	-332.25	67.554	1.416	68.700	19.48	14.822	113.4
2.670	4479.83	-312.56	67.560	1.422	68.708	19.50	14.785	113.6
2.680	4499.52	-292.87	67.566	1.427	68.716	19.51	14.747	113.7
2.690	4519.22	-273.17	67.571	1.432	68.724	19.53	14.709	113.9
2.700	4538.93	-253.46	67.577	1.438	68.732	19.54	14.672	114.1
2.710	4558.66	-233.73	67.582	1.443	68.741	19.56	14.635	114.2
2.720	4578.39	-214.00	67.588	1.449	68.749	19.57	14.599	114.4
2.730	4598.13	-194.26	67.594	1.454	68.757	19.58	14.563	114.6
2.740	4617.90	-174.49	67.599	1.460	68.765	19.60	14.528	114.7
2.750	4637.67	-154.72	67.605	1.465	68.773	19.61	14.492	114.9
2.760	4657.45	-134.94	67.611	1.470	68.781	19.62	14.457	115.1
2.770	4677.24	-115.15	67.616	1.476	68.789	19.64	14.423	115.2
2.780	4697.05	-95.34	67.622	1.481	68.797	19.65	14.388	115.4
2.790	4716.87	-75.52	67.627	1.487	68.805	19.67	14.355	115.6
2.800	4736.69	-55.70	67.633	1.492	68.814	19.68	14.321	115.7
2.810	4756.54	-35.85	67.638	1.498	68.822	19.69	14.288	115.9
2.820	4776.39	-16.00	67.644	1.503	68.829	19.71	14.255	116.1
2.830	4796.26	3.86	67.649	1.508	68.837	19.72	14.222	116.3
2.840	4816.14	23.74	67.655	1.514	68.845	19.73	14.190	116.4
2.850	4836.03	43.63	67.661	1.519	68.853	19.75	14.157	116.6
2.860	4855.93	63.53	67.666	1.525	68.861	19.76	14.126	116.7
2.870	4875.86	83.46	67.672	1.530	68.869	19.77	14.094	116.9
2.880	4895.78	103.38	67.677	1.536	68.877	19.79	14.064	117.1
2.890	4915.73	123.33	67.682	1.541	68.885	19.80	14.032	117.2
2.900	4935.69	143.29	67.688	1.547	68.893	19.81	14.002	117.4
2.910	4955.67	163.27	67.693	1.552	68.900	19.83	13.971	117.6
2.920	4975.64	183.24	67.699	1.558	68.908	19.84	13.941	117.7
2.930	4995.65	203.25	67.704	1.563	68.916	19.85	13.911	117.9
2.940	5015.66	223.26	67.710	1.568	68.924	19.87	13.880	118.1
2.950	5035.69	243.29	67.715	1.574	68.931	19.88	13.851	118.2
2.960	5055.73	263.33	67.721	1.579	68.939	19.89	13.821	118.4
2.970	5075.78	283.38	67.726	1.585	68.947	19.91	13.793	118.5
2.980	5095.85	303.45	67.731	1.590	68.954	19.92	13.763	118.7
2.990	5115.93	323.53	67.737	1.596	68.962	19.93	13.735	118.9

Рисунок 1.3 – Вантажна шкала

Draught (m)	Displc. s.w.	Deadweight (t)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPC (t/cm)	TKM (m)	MTC (tm/cm)
3.000	5136.03	343.63	67.742	1.601	68.970	19.95	13.706	119.0
3.010	5156.14	363.74	67.747	1.607	68.977	19.96	13.678	119.2
3.020	5176.28	383.88	67.753	1.612	68.985	19.97	13.649	119.3
3.030	5196.42	404.02	67.758	1.618	68.992	19.98	13.621	119.5
3.040	5216.58	424.18	67.763	1.623	69.000	20.00	13.592	119.7
3.050	5236.75	444.35	67.769	1.628	69.007	20.01	13.564	119.8
3.060	5256.94	464.54	67.774	1.634	69.015	20.02	13.537	120.0
3.070	5277.15	484.75	67.779	1.639	69.022	20.04	13.509	120.1
3.080	5297.36	504.96	67.785	1.645	69.029	20.05	13.481	120.3
3.090	5317.60	525.20	67.790	1.650	69.037	20.06	13.453	120.4
3.100	5337.85	545.45	67.795	1.656	69.044	20.07	13.427	120.6
3.110	5358.12	565.72	67.800	1.661	69.052	20.09	13.399	120.7
3.120	5378.40	586.00	67.806	1.667	69.059	20.10	13.372	120.9
3.130	5398.70	606.30	67.811	1.672	69.066	20.11	13.345	121.1
3.140	5419.02	626.62	67.816	1.677	69.074	20.13	13.318	121.2
3.150	5439.34	646.94	67.821	1.683	69.081	20.14	13.292	121.4
3.160	5459.69	667.29	67.826	1.688	69.089	20.15	13.265	121.5
3.170	5480.04	687.64	67.832	1.694	69.096	20.16	13.240	121.7
3.180	5500.42	708.02	67.837	1.699	69.104	20.18	13.214	121.8
3.190	5520.82	728.42	67.842	1.705	69.111	20.19	13.189	122.0
3.200	5541.22	748.82	67.847	1.710	69.119	20.20	13.163	122.1
3.210	5561.63	769.23	67.852	1.715	69.126	20.21	13.138	122.3
3.220	5582.07	789.67	67.858	1.721	69.134	20.23	13.113	122.4
3.230	5602.52	810.12	67.863	1.726	69.141	20.24	13.088	122.6
3.240	5622.99	830.59	67.868	1.732	69.148	20.25	13.064	122.8
3.250	5643.47	851.07	67.873	1.737	69.156	20.26	13.039	122.9
3.260	5663.96	871.56	67.878	1.743	69.163	20.27	13.016	123.1
3.270	5684.46	892.06	67.883	1.748	69.171	20.29	12.991	123.2
3.280	5704.98	912.58	67.888	1.753	69.178	20.30	12.967	123.4
3.290	5725.52	933.12	67.893	1.759	69.185	20.31	12.944	123.5
3.300	5746.06	953.66	67.898	1.764	69.192	20.32	12.920	123.7
3.310	5766.62	974.22	67.904	1.770	69.200	20.34	12.897	123.8
3.320	5787.20	994.80	67.909	1.775	69.207	20.35	12.874	124.0
3.330	5807.79	1015.39	67.914	1.781	69.214	20.36	12.851	124.2
3.340	5828.39	1035.99	67.919	1.786	69.221	20.37	12.828	124.3
3.350	5849.00	1056.60	67.924	1.791	69.228	20.38	12.805	124.5
3.360	5869.63	1077.23	67.929	1.797	69.235	20.40	12.783	124.6
3.370	5890.27	1097.87	67.934	1.802	69.242	20.41	12.761	124.8
3.380	5910.91	1118.51	67.939	1.808	69.248	20.42	12.739	124.9
3.390	5931.59	1139.19	67.943	1.813	69.255	20.43	12.717	125.1
3.400	5952.26	1159.86	67.948	1.819	69.262	20.45	12.696	125.2
3.410	5972.95	1180.55	67.953	1.824	69.268	20.46	12.673	125.4
3.420	5993.65	1201.25	67.958	1.829	69.275	20.47	12.652	125.5
3.430	6014.36	1221.96	67.963	1.835	69.281	20.48	12.631	125.7
3.440	6035.08	1242.68	67.968	1.840	69.287	20.49	12.609	125.9
3.450	6055.82	1263.42	67.973	1.846	69.294	20.51	12.589	126.0
3.460	6076.56	1284.16	67.977	1.851	69.300	20.52	12.567	126.2
3.470	6097.33	1304.93	67.982	1.857	69.306	20.53	12.547	126.3
3.480	6118.10	1325.70	67.987	1.862	69.311	20.54	12.526	126.5
3.490	6138.87	1346.47	67.992	1.867	69.317	20.55	12.505	126.6

Рисунок 1.3 – Вантажна шкала

Draught (m)	Displc. s.w.	Deadweight (t)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPC (t/cm)	TKM (m)	MTC (tm/cm)
3.500	6159.67	1367.27	67.996	1.873	69.323	20.57	12.485	126.8
3.510	6180.47	1388.07	68.001	1.878	69.328	20.58	12.464	126.9
3.520	6201.29	1408.89	68.006	1.884	69.334	20.59	12.445	127.1
3.530	6222.11	1429.71	68.010	1.889	69.339	20.60	12.424	127.2
3.540	6242.95	1450.55	68.015	1.895	69.344	20.62	12.405	127.4
3.550	6263.80	1471.40	68.020	1.900	69.349	20.63	12.385	127.6
3.560	6284.66	1492.26	68.024	1.906	69.354	20.64	12.366	127.7
3.570	6305.53	1513.13	68.029	1.911	69.359	20.65	12.346	127.9
3.580	6326.42	1534.02	68.033	1.916	69.364	20.67	12.327	128.0
3.590	6347.32	1554.92	68.038	1.922	69.369	20.68	12.309	128.2
3.600	6368.23	1575.83	68.042	1.927	69.373	20.69	12.289	128.3
3.610	6389.15	1596.75	68.047	1.933	69.378	20.70	12.272	128.5
3.620	6410.08	1617.68	68.051	1.938	69.382	20.71	12.253	128.7
3.630	6431.03	1638.63	68.055	1.944	69.387	20.73	12.235	128.8
3.640	6451.99	1659.59	68.060	1.949	69.391	20.74	12.217	129.0
3.650	6472.96	1680.56	68.064	1.955	69.395	20.75	12.200	129.1
3.660	6493.94	1701.54	68.069	1.960	69.400	20.76	12.181	129.3
3.670	6514.94	1722.54	68.073	1.966	69.404	20.78	12.164	129.5
3.680	6535.95	1743.55	68.077	1.971	69.408	20.79	12.147	129.6
3.690	6556.97	1764.57	68.081	1.976	69.412	20.80	12.129	129.8
3.700	6578.00	1785.60	68.086	1.982	69.416	20.81	12.113	130.0
3.710	6599.05	1806.65	68.090	1.987	69.419	20.83	12.095	130.1
3.720	6620.10	1827.70	68.094	1.993	69.423	20.84	12.079	130.3
3.730	6641.18	1848.78	68.099	1.998	69.427	20.85	12.062	130.4
3.740	6662.26	1869.86	68.103	2.004	69.430	20.86	12.046	130.6
3.750	6683.35	1890.95	68.107	2.009	69.434	20.87	12.029	130.8
3.760	6704.47	1912.07	68.111	2.015	69.437	20.89	12.013	130.9
3.770	6725.58	1933.18	68.115	2.020	69.441	20.90	11.997	131.1
3.780	6746.72	1954.32	68.119	2.026	69.444	20.91	11.981	131.3
3.790	6767.87	1975.47	68.124	2.031	69.447	20.92	11.965	131.4
3.800	6789.03	1996.63	68.128	2.037	69.451	20.94	11.950	131.6
3.810	6810.20	2017.80	68.132	2.042	69.454	20.95	11.933	131.8
3.820	6831.38	2038.98	68.136	2.047	69.457	20.96	11.917	131.9
3.830	6852.58	2060.18	68.140	2.053	69.460	20.97	11.902	132.1
3.840	6873.80	2081.40	68.144	2.058	69.463	20.99	11.887	132.3
3.850	6895.02	2102.62	68.148	2.064	69.466	21.00	11.872	132.4
3.860	6916.25	2123.85	68.152	2.069	69.468	21.01	11.856	132.6
3.870	6937.51	2145.11	68.156	2.075	69.471	21.02	11.841	132.7
3.880	6958.77	2166.37	68.160	2.080	69.474	21.03	11.826	132.9
3.890	6980.05	2187.65	68.165	2.086	69.477	21.05	11.811	133.1
3.900	7001.34	2208.94	68.169	2.091	69.479	21.06	11.796	133.2
3.910	7022.64	2230.24	68.173	2.097	69.482	21.07	11.782	133.4
3.920	7043.96	2251.56	68.177	2.102	69.484	21.08	11.766	133.6
3.930	7065.29	2272.89	68.181	2.108	69.487	21.10	11.752	133.7
3.940	7086.63	2294.23	68.185	2.113	69.489	21.11	11.737	133.9
3.950	7107.98	2315.58	68.189	2.118	69.491	21.12	11.722	134.0
3.960	7129.35	2336.95	68.193	2.124	69.494	21.13	11.708	134.2
3.970	7150.73	2358.33	68.197	2.129	69.496	21.14	11.693	134.4
3.980	7172.14	2379.74	68.201	2.135	69.498	21.16	11.679	134.5
3.990	7193.54	2401.14	68.205	2.140	69.500	21.17	11.665	134.7

Рисунок 1.3 – Вантажна шкала

Draught (m)	Displc. s.w.	Deadweight (t)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPC (t/cm)	TKM (m)	MTC (tm/cm)
4.000	7214.96	2422.56	68.209	2.146	69.502	21.18	11.651	134.8
4.010	7236.40	2444.00	68.213	2.151	69.504	21.19	11.637	135.0
4.020	7257.85	2465.45	68.216	2.157	69.506	21.20	11.624	135.2
4.030	7279.32	2486.92	68.220	2.162	69.508	21.22	11.610	135.3
4.040	7300.79	2508.39	68.224	2.168	69.510	21.23	11.597	135.5
4.050	7322.28	2529.88	68.228	2.173	69.511	21.24	11.583	135.6
4.060	7343.78	2551.38	68.232	2.179	69.513	21.25	11.570	135.8
4.070	7365.31	2572.91	68.236	2.184	69.515	21.26	11.556	136.0
4.080	7386.83	2594.43	68.240	2.189	69.516	21.28	11.543	136.1
4.090	7408.38	2615.98	68.244	2.195	69.518	21.29	11.530	136.3
4.100	7429.92	2637.52	68.248	2.200	69.519	21.30	11.517	136.5
4.110	7451.50	2659.10	68.252	2.206	69.521	21.31	11.504	136.6
4.120	7473.08	2680.68	68.255	2.211	69.522	21.32	11.491	136.8
4.130	7494.67	2702.27	68.259	2.217	69.523	21.34	11.479	136.9
4.140	7516.27	2723.87	68.263	2.222	69.524	21.35	11.466	137.1
4.150	7537.89	2745.49	68.267	2.228	69.525	21.36	11.454	137.3
4.160	7559.52	2767.12	68.271	2.233	69.526	21.37	11.441	137.4
4.170	7581.16	2788.76	68.274	2.239	69.527	21.38	11.430	137.6
4.180	7602.82	2810.42	68.278	2.244	69.528	21.40	11.417	137.8
4.190	7624.49	2832.09	68.282	2.250	69.529	21.41	11.405	137.9
4.200	7646.17	2853.77	68.286	2.255	69.530	21.42	11.393	138.1
4.210	7667.86	2875.46	68.289	2.261	69.530	21.43	11.382	138.3
4.220	7689.56	2897.16	68.293	2.266	69.531	21.44	11.369	138.4
4.230	7711.28	2918.88	68.297	2.272	69.531	21.46	11.358	138.6
4.240	7732.99	2940.59	68.300	2.277	69.532	21.47	11.346	138.7
4.250	7754.74	2962.34	68.304	2.282	69.532	21.48	11.334	138.9
4.260	7776.49	2984.09	68.308	2.288	69.533	21.49	11.323	139.1
4.270	7798.25	3005.85	68.311	2.293	69.533	21.50	11.311	139.2
4.280	7820.02	3027.62	68.315	2.299	69.533	21.52	11.300	139.4
4.290	7841.80	3049.40	68.318	2.304	69.533	21.53	11.288	139.6
4.300	7863.60	3071.20	68.322	2.310	69.533	21.54	11.277	139.7
4.310	7885.40	3093.00	68.325	2.315	69.533	21.55	11.266	139.9
4.320	7907.22	3114.82	68.329	2.321	69.532	21.56	11.255	140.1
4.330	7929.06	3136.66	68.332	2.326	69.532	21.58	11.243	140.2
4.340	7950.89	3158.49	68.336	2.332	69.532	21.59	11.233	140.4
4.350	7972.74	3180.34	68.339	2.337	69.531	21.60	11.222	140.6
4.360	7994.61	3202.21	68.342	2.343	69.531	21.61	11.211	140.7
4.370	8016.48	3224.08	68.346	2.348	69.530	21.62	11.200	140.9
4.380	8038.36	3245.96	68.349	2.354	69.529	21.64	11.190	141.1
4.390	8060.26	3267.86	68.352	2.359	69.529	21.65	11.178	141.2
4.400	8082.17	3289.77	68.356	2.365	69.528	21.66	11.168	141.4
4.410	8104.09	3311.69	68.359	2.370	69.527	21.67	11.157	141.6
4.420	8126.01	3333.61	68.362	2.376	69.526	21.68	11.147	141.7
4.430	8147.96	3355.56	68.365	2.381	69.524	21.70	11.137	141.9
4.440	8169.91	3377.51	68.368	2.387	69.523	21.71	11.127	142.1
4.450	8191.88	3399.48	68.372	2.392	69.522	21.72	11.116	142.2
4.460	8213.84	3421.44	68.375	2.398	69.520	21.73	11.107	142.4
4.470	8235.83	3443.43	68.378	2.403	69.519	21.74	11.096	142.6
4.480	8257.84	3465.44	68.381	2.409	69.517	21.76	11.087	142.7
4.490	8279.84	3487.44	68.384	2.414	69.516	21.77	11.077	142.9

Рисунок 1.3 – Вантажна шкала

Draught (m)	Displc. s.w.	Deadweight (t)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPC (t/cm)	TKM (m)	MTC (tm/cm)
4.500	8301.86	3509.46	68.387	2.420	69.514	21.78	11.067	143.1
4.510	8323.90	3531.50	68.390	2.425	69.512	21.79	11.057	143.3
4.520	8345.94	3553.54	68.393	2.430	69.510	21.80	11.047	143.4
4.530	8368.00	3575.60	68.396	2.436	69.508	21.82	11.038	143.6
4.540	8390.07	3597.67	68.399	2.441	69.506	21.83	11.028	143.8
4.550	8412.15	3619.75	68.402	2.447	69.504	21.84	11.019	143.9
4.560	8434.25	3641.85	68.405	2.452	69.502	21.85	11.010	144.1
4.570	8456.35	3663.95	68.408	2.458	69.500	21.87	11.001	144.3
4.580	8478.47	3686.07	68.411	2.463	69.497	21.88	10.991	144.5
4.590	8500.60	3708.20	68.414	2.469	69.495	21.89	10.983	144.6
4.600	8522.75	3730.35	68.417	2.474	69.492	21.90	10.973	144.8
4.610	8544.90	3752.50	68.420	2.480	69.490	21.91	10.965	145.0
4.620	8567.07	3774.67	68.423	2.485	69.487	21.93	10.956	145.2
4.630	8589.25	3796.85	68.426	2.491	69.485	21.94	10.947	145.3
4.640	8611.44	3819.04	68.428	2.496	69.482	21.95	10.938	145.5
4.650	8633.64	3841.24	68.431	2.502	69.479	21.96	10.930	145.7
4.660	8655.86	3863.46	68.434	2.507	69.476	21.97	10.921	145.9
4.670	8678.10	3885.70	68.437	2.513	69.473	21.99	10.913	146.0
4.680	8700.34	3907.94	68.439	2.518	69.470	22.00	10.904	146.2
4.690	8722.59	3930.19	68.442	2.524	69.467	22.01	10.896	146.4
4.700	8744.86	3952.46	68.445	2.529	69.464	22.02	10.887	146.6
4.710	8767.15	3974.75	68.447	2.535	69.461	22.03	10.879	146.7
4.720	8789.44	3997.04	68.450	2.540	69.458	22.05	10.870	146.9
4.730	8811.75	4019.35	68.453	2.546	69.454	22.06	10.863	147.1
4.740	8834.07	4041.67	68.455	2.551	69.451	22.07	10.854	147.3
4.750	8856.41	4064.01	68.458	2.557	69.448	22.08	10.846	147.4
4.760	8878.75	4086.35	68.460	2.562	69.444	22.09	10.838	147.6
4.770	8901.12	4108.72	68.463	2.568	69.441	22.11	10.830	147.8
4.780	8923.48	4131.08	68.466	2.573	69.437	22.12	10.822	148.0
4.790	8945.88	4153.48	68.468	2.579	69.434	22.13	10.814	148.1
4.800	8968.27	4175.87	68.471	2.584	69.430	22.14	10.806	148.3
4.810	8990.69	4198.29	68.473	2.590	69.426	22.16	10.799	148.5
4.820	9013.12	4220.72	68.476	2.595	69.423	22.17	10.791	148.6
4.830	9035.55	4243.15	68.478	2.601	69.419	22.18	10.784	148.8
4.840	9058.00	4265.60	68.480	2.606	69.415	22.19	10.776	149.0
4.850	9080.47	4288.07	68.483	2.612	69.412	22.20	10.769	149.2
4.860	9102.94	4310.54	68.485	2.617	69.408	22.22	10.761	149.3
4.870	9125.43	4333.03	68.488	2.623	69.404	22.23	10.754	149.5
4.880	9147.94	4355.54	68.490	2.628	69.400	22.24	10.746	149.7
4.890	9170.44	4378.04	68.492	2.634	69.396	22.25	10.739	149.9
4.900	9192.97	4400.57	68.495	2.639	69.392	22.26	10.732	150.0
4.910	9215.51	4423.11	68.497	2.645	69.388	22.28	10.725	150.2
4.920	9238.06	4445.66	68.499	2.650	69.384	22.29	10.718	150.4
4.930	9260.62	4468.22	68.501	2.656	69.380	22.30	10.711	150.5
4.940	9283.20	4490.80	68.504	2.661	69.376	22.31	10.704	150.7
4.950	9305.80	4513.40	68.506	2.667	69.371	22.32	10.698	150.9
4.960	9328.40	4536.00	68.508	2.672	69.367	22.34	10.690	151.1
4.970	9351.02	4558.62	68.510	2.678	69.363	22.35	10.684	151.2
4.980	9373.64	4581.24	68.512	2.683	69.358	22.36	10.677	151.4
4.990	9396.28	4603.88	68.515	2.689	69.354	22.37	10.671	151.6

Рисунок 1.3 – Вантажна шкала

Draught (m)	Displc. s.w.	Deadweight (t)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPC (t/cm)	TKM (m)	MTC (tm/cm)
5.500	10567.82	5775.42	68.591	2.971	68.975	23.00	10.399	161.0
5.510	10591.12	5798.72	68.592	2.976	68.964	23.02	10.395	161.2
5.520	10614.43	5822.03	68.593	2.982	68.954	23.03	10.391	161.4
5.530	10637.76	5845.36	68.594	2.987	68.943	23.04	10.386	161.6
5.540	10661.10	5868.70	68.595	2.993	68.932	23.05	10.383	161.8
5.550	10684.45	5892.05	68.595	2.999	68.920	23.07	10.379	162.0
5.560	10707.81	5915.41	68.596	3.004	68.909	23.08	10.375	162.2
5.570	10731.19	5938.79	68.597	3.010	68.897	23.09	10.371	162.4
5.580	10754.58	5962.18	68.597	3.015	68.886	23.10	10.367	162.6
5.590	10777.98	5985.58	68.598	3.021	68.874	23.12	10.363	162.8
5.600	10801.39	6008.99	68.599	3.026	68.861	23.13	10.359	163.0
5.610	10824.83	6032.43	68.599	3.032	68.849	23.14	10.356	163.2
5.620	10848.27	6055.87	68.600	3.037	68.837	23.16	10.351	163.4
5.630	10871.72	6079.32	68.600	3.043	68.824	23.17	10.348	163.6
5.640	10895.18	6102.78	68.601	3.049	68.811	23.18	10.345	163.8
5.650	10918.65	6126.25	68.601	3.054	68.798	23.19	10.341	164.0
5.660	10942.15	6149.75	68.601	3.060	68.785	23.21	10.337	164.2
5.670	10965.64	6173.24	68.602	3.065	68.771	23.22	10.333	164.4
5.680	10989.15	6196.75	68.602	3.071	68.757	23.23	10.330	164.6
5.690	11012.68	6220.28	68.602	3.076	68.744	23.25	10.326	164.7
5.700	11036.22	6243.82	68.603	3.082	68.730	23.26	10.323	164.9
5.710	11059.78	6267.38	68.603	3.087	68.715	23.27	10.319	165.1
5.720	11083.33	6290.93	68.603	3.093	68.701	23.28	10.316	165.3
5.730	11106.91	6314.51	68.604	3.099	68.686	23.30	10.313	165.5
5.740	11130.50	6338.10	68.604	3.104	68.672	23.31	10.309	165.7
5.750	11154.10	6361.70	68.604	3.110	68.657	23.32	10.307	165.9
5.760	11177.71	6385.31	68.604	3.115	68.642	23.34	10.303	166.1
5.770	11201.34	6408.94	68.604	3.121	68.627	23.35	10.300	166.3
5.780	11224.98	6432.58	68.604	3.126	68.611	23.36	10.296	166.5
5.790	11248.62	6456.22	68.604	3.132	68.596	23.37	10.294	166.7
5.800	11272.29	6479.89	68.604	3.137	68.580	23.39	10.290	166.9
5.810	11295.97	6503.57	68.605	3.143	68.564	23.40	10.287	167.1
5.820	11319.65	6527.25	68.604	3.149	68.549	23.41	10.285	167.3
5.830	11343.35	6550.95	68.604	3.154	68.532	23.43	10.281	167.5
5.840	11367.07	6574.67	68.604	3.160	68.516	23.44	10.279	167.7
5.850	11390.79	6598.39	68.604	3.165	68.500	23.45	10.275	167.9
5.860	11414.53	6622.13	68.604	3.171	68.483	23.47	10.273	168.2
5.870	11438.29	6645.89	68.604	3.176	68.467	23.48	10.270	168.4
5.880	11462.05	6669.65	68.604	3.182	68.450	23.49	10.267	168.6
5.890	11485.83	6693.43	68.604	3.188	68.433	23.50	10.265	168.8
5.900	11509.62	6717.22	68.603	3.193	68.416	23.52	10.262	169.0
5.910	11533.43	6741.03	68.603	3.199	68.399	23.53	10.259	169.2
5.920	11557.24	6764.84	68.603	3.204	68.382	23.54	10.256	169.4
5.930	11581.07	6788.67	68.602	3.210	68.365	23.56	10.254	169.6
5.940	11604.91	6812.51	68.602	3.215	68.347	23.57	10.251	169.8
5.950	11628.77	6836.37	68.602	3.221	68.330	23.58	10.249	170.1
5.960	11652.64	6860.24	68.601	3.227	68.312	23.60	10.247	170.3
5.970	11676.52	6884.12	68.601	3.232	68.294	23.61	10.244	170.5
5.980	11700.42	6908.02	68.600	3.236	68.276	23.63	10.242	170.7
5.990	11724.32	6931.92	68.599	3.243	68.259	23.64	10.239	170.9

Рисунок 1.3 – Вантажна шкала

Draught (m)	Displc. s.w.	Deadweight (t)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPC (t/cm)	TKM (m)	MTC (tm/cm)
6.000	11748.25	6955.85	68.599	3.249	68.240	23.65	10.237	171.2
6.010	11772.18	6979.78	68.598	3.254	68.222	23.67	10.234	171.4
6.020	11796.14	7003.74	68.598	3.260	68.204	23.68	10.232	171.6
6.030	11820.09	7027.69	68.597	3.266	68.186	23.69	10.230	171.8
6.040	11844.06	7051.66	68.596	3.271	68.167	23.71	10.228	172.1
6.050	11868.06	7075.66	68.595	3.277	68.149	23.72	10.226	172.3
6.060	11892.06	7099.66	68.595	3.282	68.131	23.74	10.223	172.5
6.070	11916.06	7123.66	68.594	3.288	68.112	23.75	10.221	172.8
6.080	11940.08	7147.68	68.593	3.293	68.094	23.77	10.219	173.0
6.090	11964.10	7171.70	68.592	3.299	68.076	23.78	10.217	173.3
6.100	11988.13	7195.73	68.591	3.305	68.057	23.79	10.216	173.5
6.110	12012.18	7219.78	68.590	3.310	68.039	23.81	10.213	173.8
6.120	12036.22	7243.82	68.589	3.316	68.021	23.82	10.212	174.0
6.130	12060.29	7267.89	68.588	3.321	68.003	23.84	10.209	174.2
6.140	12084.37	7291.97	68.588	3.327	67.985	23.85	10.208	174.5
6.150	12108.44	7316.04	68.587	3.332	67.966	23.87	10.205	174.8
6.160	12132.54	7340.14	68.586	3.338	67.948	23.88	10.204	175.0
6.170	12156.65	7364.25	68.585	3.344	67.930	23.90	10.203	175.3
6.180	12180.77	7388.37	68.583	3.349	67.911	23.91	10.200	175.5
6.190	12204.91	7412.51	68.582	3.355	67.893	23.93	10.199	175.8
6.200	12229.04	7436.64	68.581	3.360	67.874	23.94	10.197	176.0
6.210	12253.20	7460.80	68.580	3.366	67.855	23.95	10.196	176.3
6.220	12277.38	7484.98	68.579	3.372	67.836	23.97	10.195	176.6
6.230	12301.56	7509.16	68.578	3.377	67.817	23.98	10.193	176.8
6.240	12325.77	7533.37	68.576	3.383	67.798	24.00	10.192	177.1
6.250	12349.98	7557.58	68.575	3.388	67.778	24.01	10.190	177.4
6.260	12374.22	7581.82	68.574	3.394	67.758	24.03	10.189	177.6
6.270	12398.47	7606.07	68.572	3.399	67.738	24.04	10.187	177.9
6.280	12422.73	7630.33	68.571	3.405	67.718	24.06	10.186	178.2
6.290	12447.01	7654.61	68.569	3.411	67.698	24.08	10.185	178.4
6.300	12471.30	7678.90	68.568	3.416	67.677	24.09	10.183	178.7
6.310	12495.62	7703.22	68.566	3.422	67.656	24.11	10.182	179.0
6.320	12519.95	7727.55	68.565	3.427	67.635	24.12	10.180	179.3
6.330	12544.29	7751.89	68.563	3.433	67.613	24.14	10.180	179.5
6.340	12568.67	7776.27	68.561	3.439	67.591	24.15	10.179	179.8
6.350	12593.05	7800.65	68.559	3.444	67.569	24.17	10.177	180.1
6.360	12617.46	7825.06	68.558	3.450	67.546	24.18	10.177	180.4
6.370	12641.88	7849.48	68.556	3.455	67.523	24.20	10.175	180.7
6.380	12666.32	7873.92	68.554	3.461	67.500	24.21	10.174	181.0
6.390	12690.79	7898.39	68.552	3.467	67.476	24.23	10.174	181.2
6.400	12715.27	7922.87	68.550	3.472	67.451	24.25	10.172	181.5
6.410	12739.78	7947.38	68.548	3.478	67.427	24.26	10.172	181.8
6.420	12764.31	7971.91	68.545	3.483	67.401	24.28	10.170	182.1
6.430	12788.86	7996.46	68.543	3.489	67.376	24.29	10.170	182.4
6.440	12813.43	8021.03	68.541	3.495	67.350	24.31	10.169	182.7
6.450	12838.02	8045.62	68.538	3.500	67.323	24.33	10.168	183.0
6.460	12862.64	8070.24	68.536	3.506	67.296	24.34	10.168	183.3
6.470	12887.28	8094.88	68.533	3.512	67.268	24.36	10.167	183.5
6.480	12911.93	8119.53	68.531	3.517	67.240	24.38	10.166	183.8
6.490	12936.61	8144.21	68.528	3.523	67.210	24.39	10.166	184.1

Рисунок 1.3 – Вантажна шкала

Draught (m)	Displc. s.w.	Deadweight (t)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPC (t/cm)	TKM (m)	MTC (tm/cm)
7.000	14218.41	9426.01	68.328	3.812	65.453	25.29	10.172	200.4
7.010	14243.92	9451.52	68.322	3.818	65.423	25.30	10.173	200.7
7.020	14269.44	9477.04	68.317	3.824	65.392	25.32	10.173	200.9
7.030	14294.98	9502.58	68.312	3.829	65.362	25.33	10.173	201.2
7.040	14320.54	9528.14	68.307	3.835	65.332	25.35	10.174	201.5
7.050	14346.11	9553.71	68.302	3.841	65.302	25.37	10.174	201.8
7.060	14371.69	9579.29	68.297	3.846	65.272	25.38	10.174	202.1
7.070	14397.30	9604.90	68.291	3.852	65.242	25.40	10.175	202.4
7.080	14422.92	9630.52	68.286	3.858	65.213	25.41	10.176	202.7
7.090	14448.56	9656.16	68.281	3.863	65.183	25.43	10.175	203.0
7.100	14474.21	9681.81	68.275	3.869	65.154	25.45	10.176	203.3
7.110	14499.89	9707.49	68.270	3.875	65.125	25.46	10.177	203.6
7.120	14525.58	9733.18	68.264	3.881	65.096	25.48	10.178	203.9
7.130	14551.28	9758.88	68.259	3.886	65.067	25.50	10.177	204.2
7.140	14577.01	9784.61	68.253	3.892	65.038	25.51	10.178	204.5
7.150	14602.76	9810.36	68.248	3.898	65.009	25.53	10.179	204.9
7.160	14628.53	9836.13	68.242	3.903	64.980	25.54	10.179	205.2
7.170	14654.31	9861.91	68.236	3.909	64.952	25.56	10.180	205.5
7.180	14680.12	9887.72	68.231	3.915	64.923	25.58	10.181	205.8
7.190	14705.94	9913.54	68.225	3.921	64.895	25.59	10.181	206.1
7.200	14731.79	9939.39	68.219	3.926	64.867	25.61	10.181	206.4
7.210	14757.65	9965.25	68.213	3.932	64.839	25.63	10.182	206.7
7.220	14783.54	9991.14	68.208	3.938	64.811	25.64	10.183	207.1
7.230	14809.44	10017.04	68.202	3.943	64.783	25.66	10.183	207.4
7.240	14835.37	10042.97	68.196	3.949	64.755	25.68	10.184	207.7
7.250	14861.32	10068.92	68.190	3.955	64.728	25.69	10.185	208.1
7.260	14887.29	10094.89	68.184	3.961	64.700	25.71	10.186	208.4
7.270	14913.28	10120.88	68.178	3.966	64.673	25.73	10.186	208.8
7.280	14939.31	10146.91	68.172	3.972	64.645	25.75	10.187	209.1
7.290	14965.34	10172.94	68.166	3.978	64.618	25.76	10.188	209.5
7.300	14991.41	10199.01	68.160	3.984	64.591	25.78	10.190	209.8
7.310	15017.50	10225.10	68.154	3.989	64.564	25.80	10.190	210.2
7.320	15043.61	10251.21	68.147	3.995	64.537	25.82	10.191	210.5
7.330	15069.74	10277.34	68.141	4.001	64.510	25.83	10.192	210.9
7.340	15095.90	10303.50	68.135	4.007	64.483	25.85	10.193	211.3
7.350	15122.08	10329.68	68.129	4.012	64.456	25.87	10.193	211.7
7.360	15148.28	10355.88	68.122	4.018	64.429	25.89	10.195	212.1
7.370	15174.51	10382.11	68.116	4.024	64.402	25.91	10.196	212.5
7.380	15200.75	10408.35	68.109	4.030	64.375	25.93	10.197	212.9
7.390	15227.01	10434.61	68.103	4.035	64.348	25.95	10.198	213.3
7.400	15253.30	10460.90	68.096	4.041	64.321	25.96	10.199	213.7
7.410	15279.60	10487.20	68.090	4.047	64.294	25.98	10.200	214.1
7.420	15305.93	10513.53	68.083	4.053	64.268	26.00	10.202	214.5
7.430	15332.27	10539.87	68.076	4.058	64.241	26.02	10.202	215.0
7.440	15358.65	10566.25	68.069	4.064	64.214	26.04	10.204	215.4
7.450	15385.03	10592.63	68.063	4.070	64.188	26.06	10.205	215.8
7.460	15411.44	10619.04	68.056	4.076	64.162	26.08	10.206	216.3
7.470	15437.87	10645.47	68.049	4.082	64.135	26.10	10.208	216.7
7.480	15464.31	10671.91	68.042	4.087	64.109	26.12	10.208	217.1
7.490	15490.78	10698.38	68.035	4.093	64.083	26.14	10.210	217.6

Рисунок 1.3 – Вантажна шкала

Draught (m)	Displc. s.w.	Deadweight (t)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPC (t/cm)	TKM (m)	MTC (tm/cm)
8.000	16862.86	12070.46	67.666	4.389	63.105	27.03	10.287	237.5
8.010	16890.19	12097.79	67.659	4.395	63.093	27.04	10.289	237.9
8.020	16917.53	12125.13	67.651	4.401	63.081	27.06	10.290	238.2
8.030	16944.89	12152.49	67.644	4.407	63.069	27.07	10.292	238.5
8.040	16972.25	12179.85	67.636	4.412	63.057	27.09	10.293	238.8
8.050	16999.64	12207.24	67.629	4.418	63.045	27.10	10.295	239.2
8.060	17027.04	12234.64	67.622	4.424	63.034	27.12	10.297	239.5
8.070	17054.45	12262.05	67.614	4.430	63.022	27.13	10.299	239.8
8.080	17081.88	12289.48	67.607	4.436	63.011	27.15	10.301	240.1
8.090	17109.32	12316.92	67.599	4.442	63.000	27.16	10.302	240.4
8.100	17136.77	12344.37	67.592	4.447	62.989	27.17	10.303	240.7
8.110	17164.24	12371.84	67.585	4.453	62.979	27.19	10.305	241.1
8.120	17191.72	12399.32	67.577	4.459	62.968	27.20	10.307	241.4
8.130	17219.21	12426.81	67.570	4.465	62.958	27.22	10.309	241.7
8.140	17246.72	12454.32	67.563	4.471	62.947	27.23	10.310	242.0
8.150	17274.24	12481.84	67.556	4.477	62.937	27.25	10.312	242.3
8.160	17301.77	12509.37	67.548	4.482	62.927	27.26	10.313	242.6
8.170	17329.32	12536.92	67.541	4.488	62.918	27.27	10.315	242.9
8.180	17356.88	12564.48	67.534	4.494	62.908	27.29	10.316	243.2
8.190	17384.47	12592.07	67.527	4.500	62.899	27.30	10.318	243.5
8.200	17412.07	12619.67	67.519	4.506	62.890	27.31	10.320	243.8
8.210	17439.68	12647.28	67.512	4.512	62.882	27.33	10.322	244.1
8.220	17467.32	12674.92	67.505	4.517	62.873	27.34	10.322	244.4
8.230	17494.97	12702.57	67.498	4.523	62.865	27.35	10.324	244.7
8.240	17522.64	12730.24	67.491	4.529	62.857	27.37	10.326	245.0
8.250	17550.32	12757.92	67.483	4.535	62.850	27.38	10.328	245.3
8.260	17578.02	12785.62	67.476	4.541	62.842	27.39	10.330	245.5
8.270	17605.73	12813.33	67.469	4.547	62.835	27.41	10.331	245.8
8.280	17633.46	12841.06	67.462	4.553	62.828	27.42	10.333	246.1
8.290	17661.21	12868.81	67.455	4.558	62.821	27.43	10.334	246.4
8.300	17688.96	12896.56	67.447	4.564	62.814	27.44	10.336	246.7
8.310	17716.74	12924.34	67.440	4.570	62.808	27.46	10.337	246.9
8.320	17744.53	12952.13	67.433	4.576	62.802	27.47	10.339	247.2
8.330	17772.33	12979.93	67.426	4.582	62.795	27.48	10.341	247.5
8.340	17800.15	13007.75	67.419	4.588	62.790	27.49	10.343	247.7
8.350	17827.97	13035.57	67.411	4.593	62.784	27.51	10.343	248.0
8.360	17855.81	13063.41	67.404	4.599	62.778	27.52	10.345	248.3
8.370	17883.67	13091.27	67.397	4.605	62.773	27.53	10.347	248.5
8.380	17911.54	13119.14	67.390	4.611	62.767	27.54	10.348	248.8
8.390	17939.42	13147.02	67.383	4.617	62.762	27.55	10.350	249.1
8.400	17967.31	13174.91	67.376	4.623	62.757	27.57	10.352	249.3
8.410	17995.22	13202.82	67.369	4.628	62.752	27.58	10.353	249.6
8.420	18023.13	13230.73	67.362	4.634	62.747	27.59	10.354	249.8
8.430	18051.07	13258.67	67.355	4.640	62.743	27.60	10.356	250.1
8.440	18079.01	13286.61	67.347	4.646	62.738	27.61	10.358	250.4
8.450	18106.97	13314.57	67.340	4.652	62.734	27.63	10.360	250.6
8.460	18134.93	13342.53	67.333	4.658	62.729	27.64	10.361	250.9
8.470	18162.90	13370.50	67.326	4.664	62.725	27.65	10.363	251.1
8.480	18190.90	13398.50	67.319	4.669	62.721	27.66	10.364	251.4
8.490	18218.90	13426.50	67.312	4.675	62.716	27.67	10.365	251.6

Рисунок 1.3 – Вантажна шкала

Draught (m)	Displc. s.w.	Deadweight (t)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPC (t/cm)	TKM (m)	MTC (tm/cm)
8.500	18246.90	13454.50	67.305	4.681	62.712	27.68	10.367	251.9
8.510	18274.93	13482.53	67.298	4.687	62.708	27.69	10.369	252.1
8.520	18302.95	13510.55	67.291	4.693	62.704	27.71	10.371	252.4
8.530	18330.98	13538.58	67.284	4.699	62.700	27.72	10.372	252.6
8.540	18359.04	13566.64	67.277	4.704	62.697	27.73	10.373	252.9
8.550	18387.09	13594.69	67.271	4.710	62.693	27.74	10.375	253.2
8.560	18415.17	13622.77	67.264	4.716	62.689	27.75	10.376	253.4
8.570	18443.24	13650.84	67.257	4.722	62.685	27.76	10.378	253.7
8.580	18471.33	13678.93	67.250	4.728	62.681	27.78	10.380	253.9
8.590	18499.42	13707.02	67.243	4.734	62.678	27.79	10.381	254.2
8.600	18527.54	13735.14	67.236	4.740	62.674	27.80	10.383	254.4
8.610	18555.66	13763.26	67.229	4.745	62.671	27.81	10.384	254.7
8.620	18583.80	13791.40	67.223	4.751	62.668	27.82	10.385	254.9
8.630	18611.96	13819.56	67.216	4.757	62.665	27.83	10.387	255.2
8.640	18640.11	13847.71	67.209	4.763	62.662	27.84	10.389	255.4
8.650	18668.29	13875.89	67.202	4.769	62.659	27.85	10.390	255.7
8.660	18696.49	13904.09	67.195	4.775	62.656	27.86	10.392	255.9
8.670	18724.68	13932.28	67.189	4.780	62.654	27.87	10.392	256.1
8.680	18752.90	13960.50	67.182	4.786	62.651	27.89	10.394	256.4
8.690	18781.13	13988.73	67.175	4.792	62.649	27.90	10.396	256.6
8.700	18809.37	14016.97	67.168	4.798	62.647	27.91	10.397	256.9
8.710	18837.62	14045.22	67.162	4.804	62.645	27.92	10.399	257.1
8.720	18865.89	14073.49	67.155	4.810	62.643	27.93	10.400	257.4
8.730	18894.16	14101.76	67.148	4.815	62.641	27.94	10.401	257.6
8.740	18922.45	14130.05	67.141	4.821	62.639	27.95	10.403	257.8
8.750	18950.75	14158.35	67.135	4.827	62.638	27.96	10.404	258.1
8.760	18979.05	14186.65	67.128	4.833	62.636	27.97	10.406	258.3
8.770	19007.37	14214.97	67.121	4.839	62.635	27.98	10.407	258.5
8.780	19035.70	14243.30	67.115	4.845	62.633	27.99	10.409	258.8
8.790	19064.04	14271.64	67.108	4.850	62.632	28.00	10.410	259.0
8.800	19092.39	14299.99	67.101	4.856	62.631	28.01	10.411	259.3
8.810	19120.76	14328.36	67.095	4.862	62.629	28.02	10.413	259.5
8.820	19149.13	14356.73	67.088	4.868	62.628	28.03	10.414	259.7
8.830	19177.51	14385.11	67.082	4.874	62.627	28.04	10.416	259.9
8.840	19205.90	14413.50	67.075	4.880	62.626	28.05	10.418	260.2
8.850	19234.30	14441.90	67.069	4.885	62.625	28.06	10.418	260.4
8.860	19262.72	14470.32	67.062	4.891	62.624	28.07	10.420	260.6
8.870	19291.14	14498.74	67.056	4.897	62.623	28.08	10.421	260.9
8.880	19319.57	14527.17	67.049	4.903	62.623	28.09	10.423	261.1
8.890	19348.01	14555.61	67.043	4.909	62.622	28.10	10.425	261.3
8.900	19376.46	14584.06	67.036	4.915	62.621	28.11	10.426	261.6
8.910	19404.92	14612.52	67.030	4.920	62.620	28.12	10.427	261.8
8.920	19433.39	14640.99	67.023	4.926	62.620	28.13	10.429	262.0
8.930	19461.86	14669.46	67.017	4.932	62.619	28.14	10.430	262.2
8.940	19490.34	14697.94	67.010	4.938	62.618	28.15	10.432	262.5
8.950	19518.83	14726.43	67.004	4.944	62.618	28.16	10.434	262.7
8.960	19547.34	14754.94	66.998	4.950	62.617	28.17	10.435	262.9
8.970	19575.84	14783.44	66.991	4.955	62.616	28.18	10.436	263.2
8.980	19604.36	14811.96	66.985	4.961	62.616	28.19	10.438	263.4
8.990	19632.89	14840.49	66.979	4.967	62.615	28.20	10.439	263.6
9.000	19661.41	14869.01	66.972	4.973	62.614	28.21	10.441	263.8

Рисунок 1.3 – Вантажна шкала

1.3 Маневрені характеристики

Дані про маневрені характеристики, дані по якірному ланцюгу, по роботі рульового пристрою, збільшення осідання, дані про діаметр повороту і так далі представлені на Рис. 1.4-1.6 складених згідно з рекомендаціями ІМО.

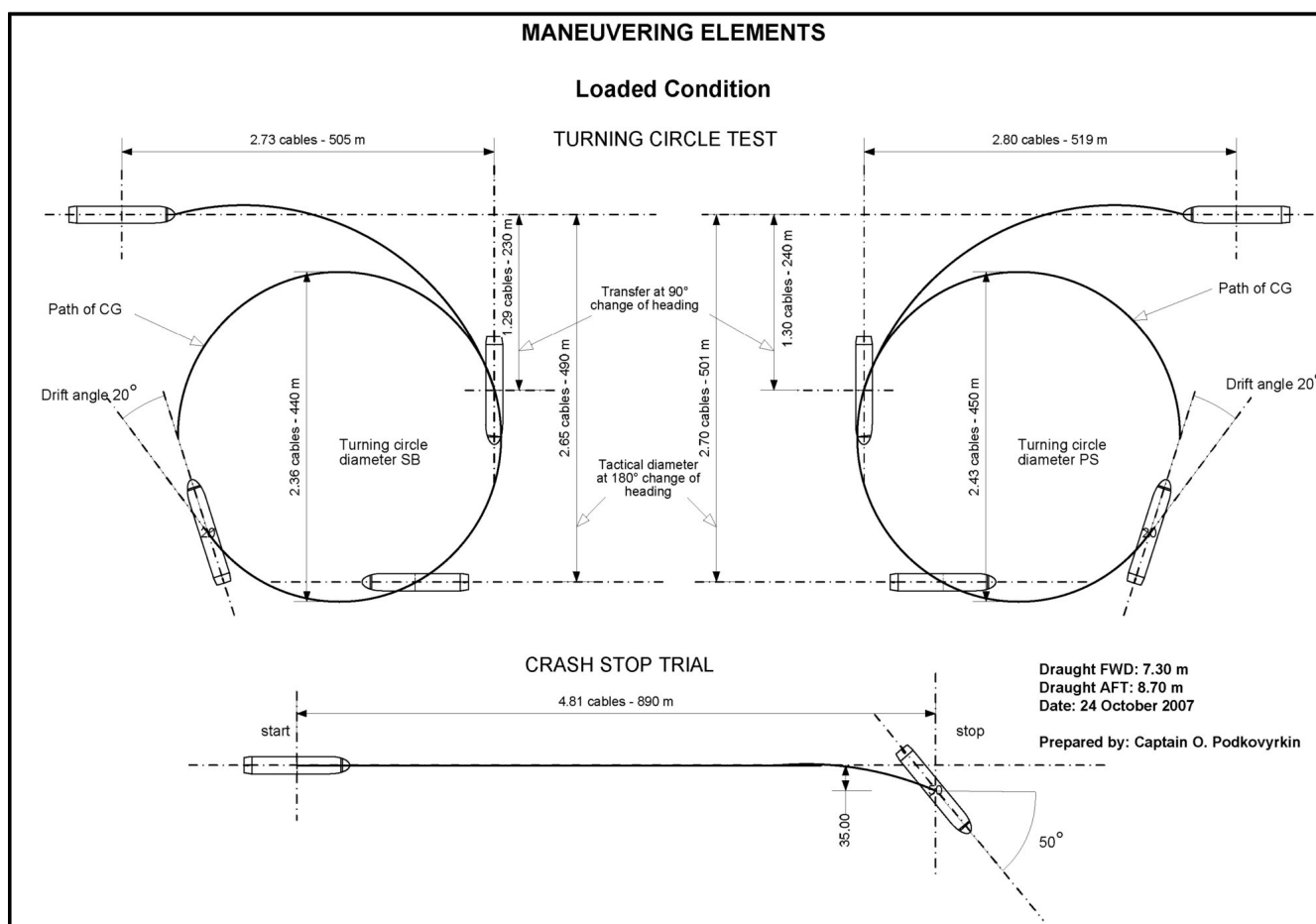


Рисунок 1.4 – Маневрені характеристики

WHEELHOUSE POSTER

Ballast*	*CONDITION
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44
45	45
46	46
47	47
48	48
49	49
50	50
51	51
52	52
53	53
54	54
55	55
56	56
57	57
58	58
59	59
60	60
61	61
62	62
63	63
64	64
65	65
66	66
67	67
68	68
69	69
70	70
71	71
72	72
73	73
74	74
75	75
76	76
77	77
78	78
79	79
80	80
81	81
82	82
83	83
84	84
85	85
86	86
87	87
88	88
89	89
90	90
91	91
92	92
93	93
94	94
95	95
96	96
97	97
98	98
99	99
100	100

CONDITION

4703

9528

Net tonnage

Gross tonnage

Call Sign _____

0.679

tonnes, and Block coefficient

00671

tonnes, and Block coefficient

Ship's name

17292

Max. displacement 11,232 tonnes, an

Draught at which the manoeuvring data were obtained	Loaded	Ballast
	Trial	
	7.30 m forward	3.85 m forward
	7.30 m aft	5.95 m aft

STEERING PARTICULARS	
type of rudder(s)	Balance
Maximum rudder angle	40 °
Time hard over to hard over with one power unit (with rudder angle 35 °)	28 sec
two power units	14 sec
Minimum speed to maintain course propeller stopped	2 knots
Rudder angle for neutral effect	0.3 ° SB

ANCHOR CHAIN		
	No. of shackles	Normal Rate of heaving (min/shackle)
Port	10	1'28
Starboard	11	1'28
Stern	-	-
1 shackle = 27.5 m		

		PROPULSION PARTIAL	
type of engine	9730	kW, Type of pr	
Engine order	Pitch Setting		load
Full sea speed	100%		18.8
Full ahead	90%		18.1
Half ahead	50%		11.1
Slow ahead	25%		6.6
Dead slow ahead	15%		1.9
Dead slow astern	15%		Critical rev Minimum RP
Slow astern	25%		Time limit a Time limit a Emergency l
Half astern	50%		Stop to full Astern powe
Full astern	100%		Max. no. of

UJARS	
eller	C.P.P.
speed (knots)	
d	Ballast
	20.0
	19.3
	12.2
	7.7
	3.0

utions	---	rpm
M	---	knots
astern	---	min.
it min. revs.	---	min.sec.
ull ahead to full astern	54	sec.
astern	---	sec.
r	70	% ahead

consecutive starts

THRUSTER EFFECT at trail condition					
Thruster	KW(HP)	Time delay for full thrust	Turning rate at zero speed	Time delay to reverse full thrust	Not effective above speed
Bow	600	45 sec.	12.53 °/min	0 min 45 sec.	3 knots
Stern	--	-- sec.	-- °/min	-- min -- sec.	-- knots
Combined	--	-- sec.	-- °/min	-- min -- sec.	-- knots

DRAUGHT		INCREASE (LOADED)	
Estimated Squat Effect		Heel effect	
Under keel clearance	Ship's speed (knots)	Max. bow squat estimated (m)	Heel angle (degree)
2 m	5	0.07	2
	10	0.29	4
	15	1.10	8
5 m	10	0.24	12
	15	0.54	16

Рисунок 1.5 - Wheelhouse poster

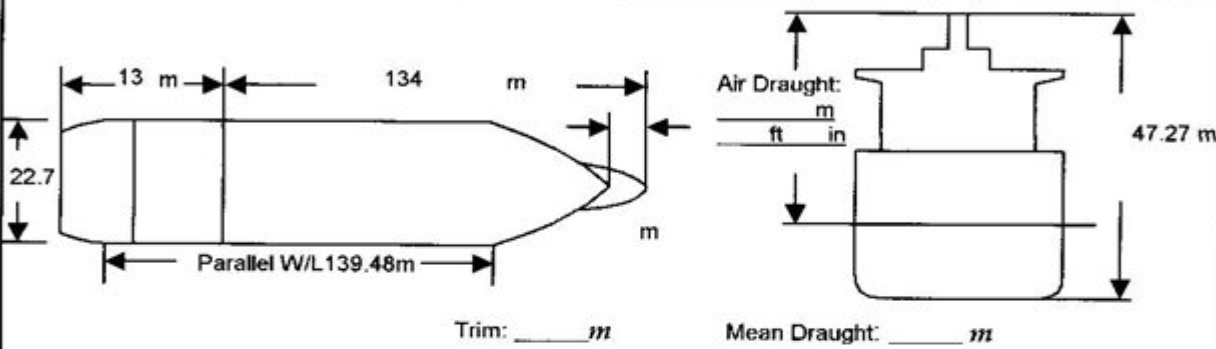
Pilot Information Card			
Vessel's Name:		Call Sign:	Year Built: 2004
Arr	Dep	Port:	Date: 2009 Voyage No: 093
Vessel's Particulars (Additional information is available on form Fo-GO-11a and can be attached to this card if required.)			
Displacement:	17292 mt	Deadweight:	12500 mt
Gross Tonnage:	9528 grt	Bulbous Bow:	Yes
Length overall:	146.43 m	Breadth:	22.70 m
Draught Fwd:		Draught Mid:	
Draught Aft:			
Stb. Anchor:	11 shackles	Port Anchor:	10 shackles
1 shackle = 27.5m/ 15 fathoms			
			
Engine			
Type of Engine: Man B & W Diesel		Max. Power:	9730 kw 13048 HP
Manoeuvring Information	RPM/ Pitch	Loaded Speed	Ballast Speed
Full Ahead	100%	18.8	20.0
Half Ahead	50%	11.1	12.2
Slow Ahead	25%	6.6	7.7
Dead Slow Ahead	15%	1.9	3.0
Dead Slow Astern	15%	Engine Critical RPM -	
Slow Astern	25%	Max. RPM/ Min. RPM -	
Half Astern	50%	Max. No of Consecutive Starts -	
Full Astern	100%	Time Full Ahead to Full Astern 54 sec	
Astern Power	70% Ahead Power	Time Limit Astern -	
Steering			
Type of Rudder: Balance C.P.P.		Max. Rudder Angle: 40°	
Time Hard-Over to Hard-Over: 14 sec		Rudder Angle for Neutral Effect: 0°	
Type of Propeller: Variable left handed		Direction of Turn: left/right Contr. Pitch: yes/no	
Bow/Stern Thruster: Yes	Bow Thruster Power: 600 kw/HP	Stern Thruster Power kw/HP	
Navigational Aids (Equipment operational and ready is indicated with yes.)			
L-Band Radar ☒ yes/ ☐ no	Anchors ☒ yes/ ☐ no	Steering Gear ☒ yes/ ☐ no	
S-Band Radar ☒ yes/ ☐ no	Whistle ☒ yes/ ☐ no	No. of Power Units operating:	
ARPA ☒ yes/ ☐ no	Echo Sounder ☒ yes/ ☐ no	Rudder Indic ☒ yes/ ☐ no	
Speed Log ☒ yes/ ☐ no	Position Fixing ☒ yes/ ☐ no	RPM Indicator ☒ yes/ ☐ no	
Dop. Log fitted ☐ yes/ ☒ no	Fixing Type: GPS	ROT Indicator ☐ yes/ ☒ no	
Log Indication Water	Compass ☒ yes/ ☐ no	VHF Systems ☒ yes/ ☐ no	
Log Axis Single	Gyro Error ☒ yes/ ☐ no	Engine Telegr. ☒ yes/ ☐ no	
Date:		Name of Pilot:	
		Signature:	

Рисунок 1.6- Лоцманська картка

1.4 Навігаційне обладнання

Дані усіх технічних засобів навігації (ТЗН) судна (електронавігаційні прилади і системи) представлені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Технічні засоби навігації

Прилад, система	Тип, марка	К-ть
Магнітний компас	CASSENS & PLATH A130027	1
Радіолокатор X-band	ATLAS-1000 SN795	1
Радіолокатор S-Band	ATLAS-1000 SN795	1
Електронна карта	NAVI SAILOR	1
GPS/DGPS Receiver	Furuno Waas, 3465-6136	1
GPS/DGPS Receiver	DEBEG, 00804016	1
Ехолот	ATLAS-9205	1
Лаг	DEBEG 4675 EMLOG	1
Гірокомпас	ANSCHUETZ, STANDART-20	1
Авторульовий	PILOTSTAR D	1
AIS	SAAB, 700108050	1

Виконана в масштабі, схема розташування ТЗН і пультів на ходовому містку (вигляд зверху), представлена на Рис. 1.7

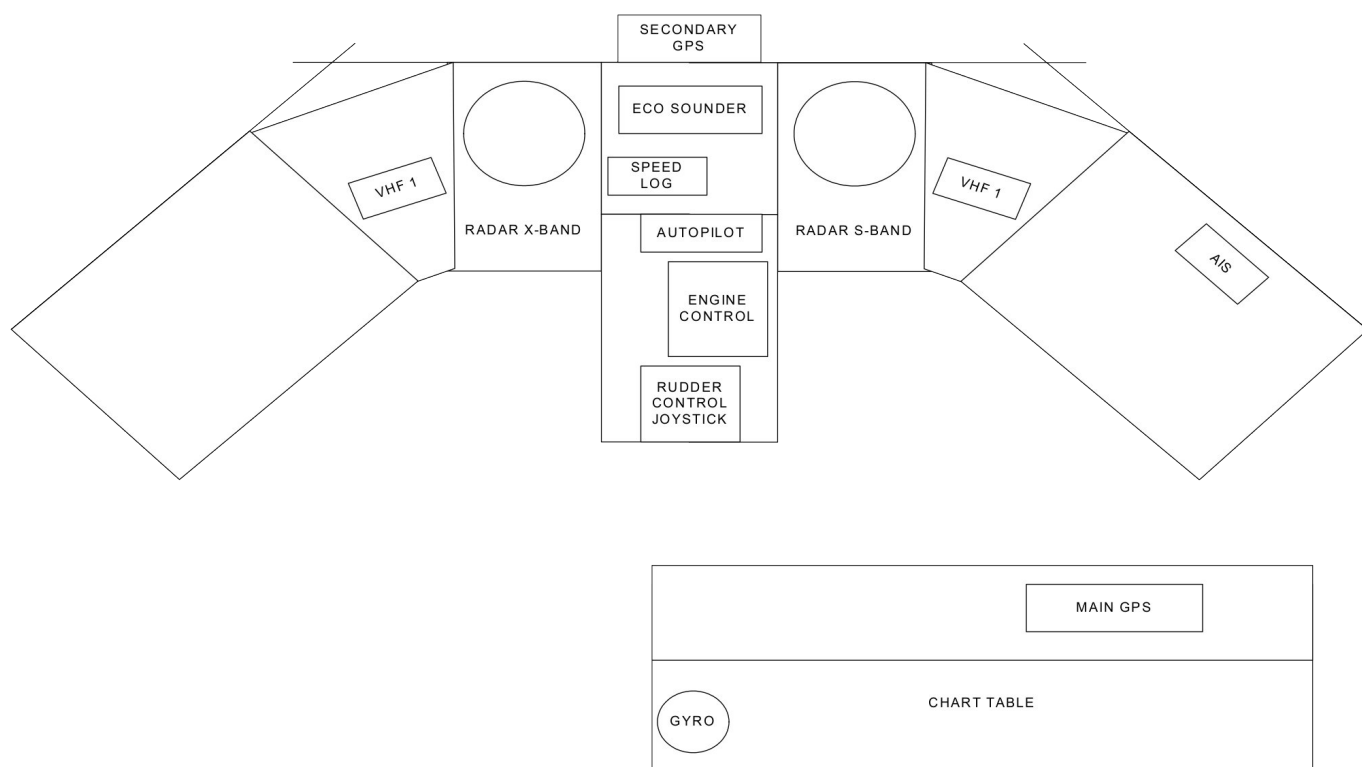


Рисунок 1.7 - Розташування ТЗН і пультів на ходовому містку

Точностні характеристики наявних на судні ТЗН представлені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4. - Точностні характеристики ТЗН

Тип Марка ТСН	Умови	Вимірювані Навігаційні параметри	Середня квадратична погрішність одного вимірювання	Модуль градієнта параметра
Радіолокатор X-band ATLAS-1000 SN795	Електронний візир Шкали до 3 миль Шкали більш 3 миль	Пеленг Дистанція Дистанція	0,3° 0,07 кб. 0,1 кб.	57,3./D 1 1

Продовження таблиці 1.4

Радіолокатор S-Band ATLAS-1000 SN795	Електронний візир Шкали до 4 миль Шкали більш 4 миль	Пеленг Дистанція Дистанція	0,4° 0,09 кб. 0,2 кб.	57,3./D 1 1
Ехолот ATLAS-9205	Глибина до 2 м Глибина 5 м Глибина 5-20 м Глибина більш 20 м.	Глибина Глибина Глибина Глибина	0,02 м. 0,05 м. 0,09 м. 0,3 м.	-
Лог DEBEG 4675 EMLOG	-	Швидкість	0,03 вуз.	-
Гірокомпас ANSCHUETZ, STANDART- 20	Рухоме судно	Курс/пеленг	0,02°/0,01°	57,3./D

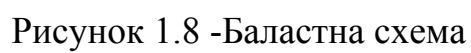
1.5 Забезпечення непотоплюваності

Осушувальна система призначена для видалення з приміщення води, яка скупчилася в результаті пропусків з'єднань труб, запотівання, обмивання приміщень і інших причин.

Система обслуговується 2 осушувальними насосами "HAMWORTHY" по 500 м³/година кожен.

На судні є 2 баластних насоса: продуктивність 300м³г; обороти 1780Rbm; потужність 31,3kW; тип NISM 125-250/01 U3.1D-W18-AELD-45-V; вихідний тиск 6 – 7 bar.

Баластна схема представлена на Рис. 1.8.



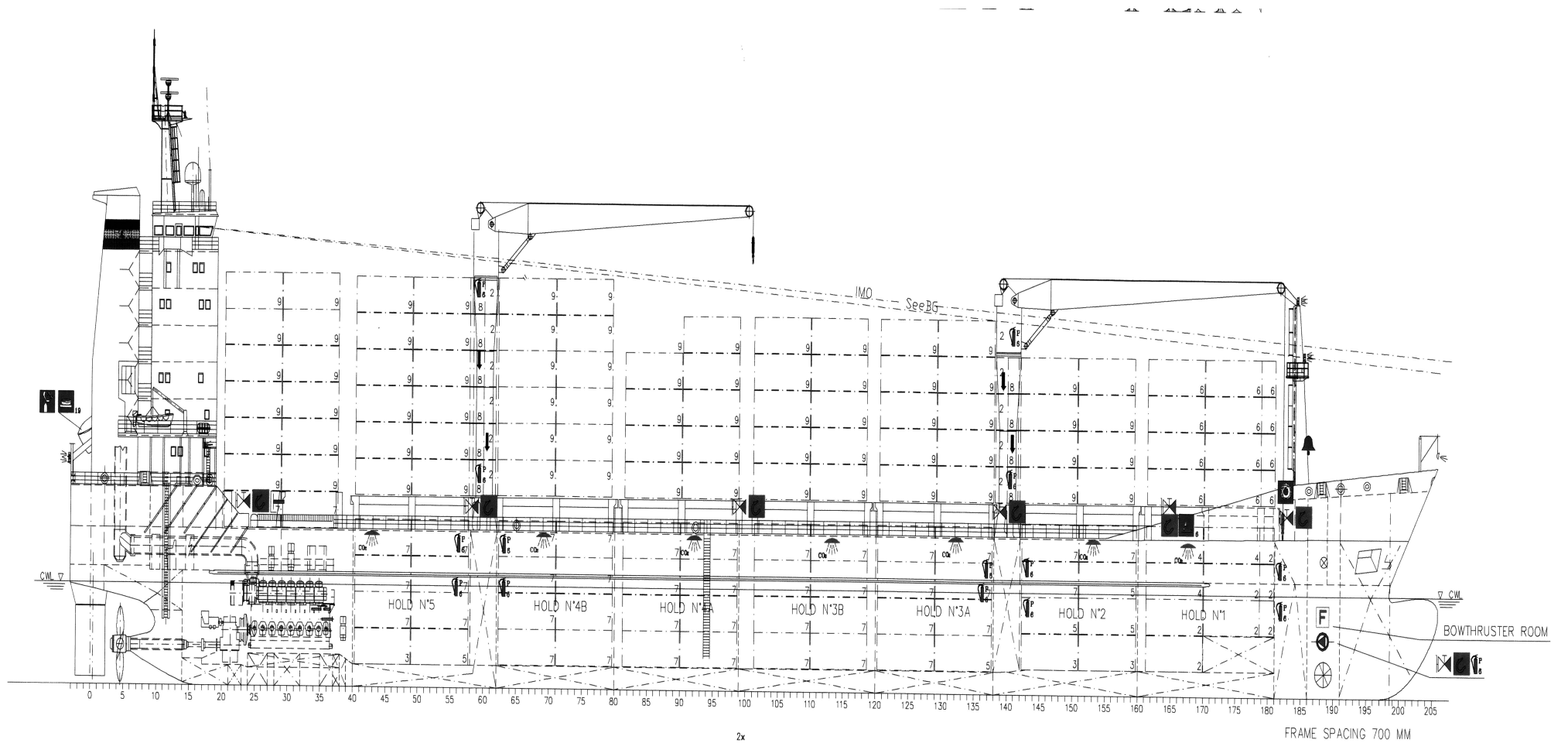


Рисунок 1.1 – Схематичне креслення бічного виду судна

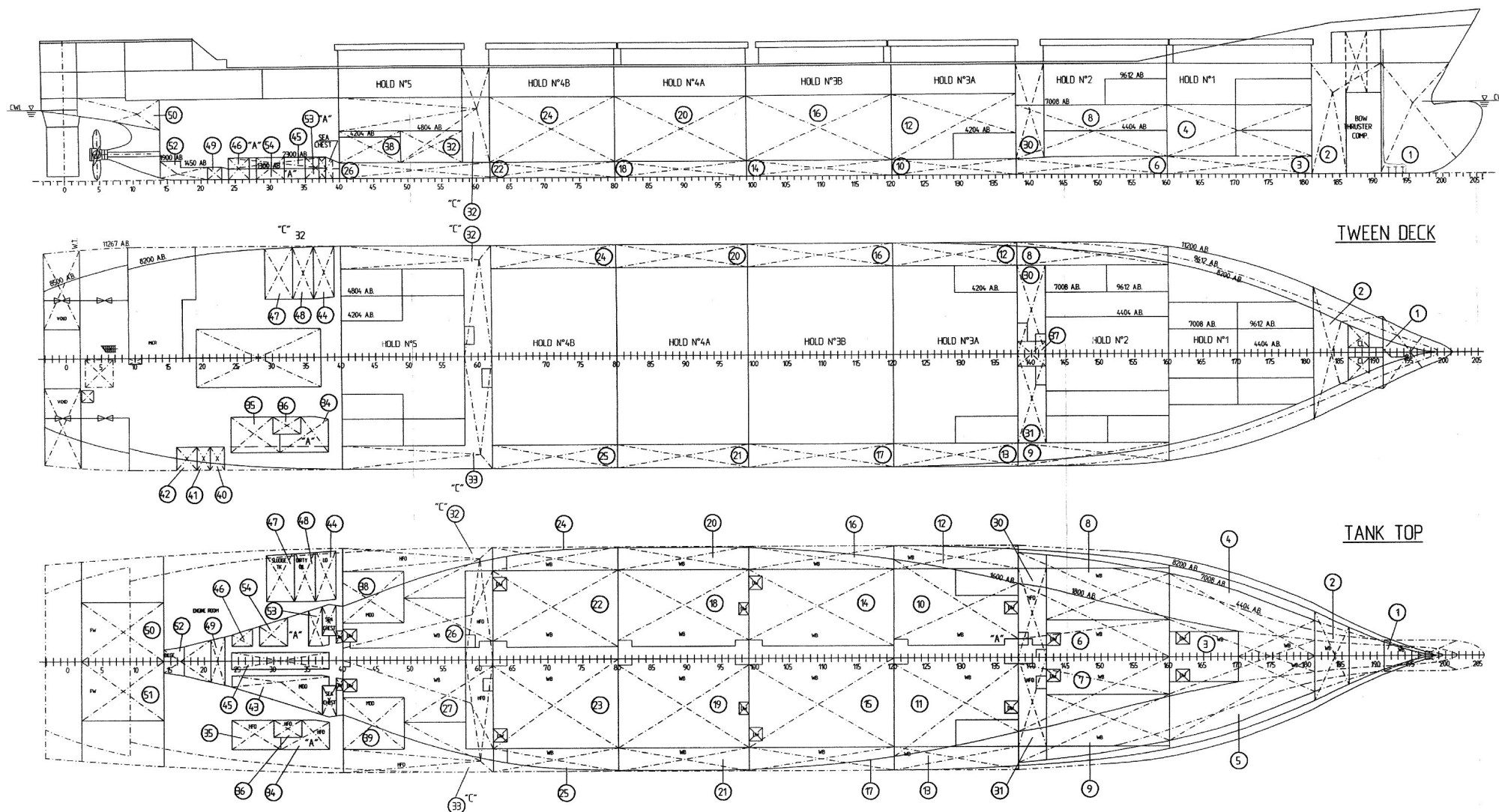


Рисунок 1.2 - План верхньої палуби з вказівками розмірів вантажних люків

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

Загальні вимоги та рекомендації щодо планування переходу містяться в таких документах як:

- Міжнародна Конвенція з охорони людського життя на морі 1974 р. (SOLAS-74), Розділ V «Безпека мореплавства»;
- Конвенція та кодекс з підготовки і дипломування моряків та несення вахти (STCW-78 з поправками), Розділ VIII;
- Резолюція ІМО А.893(21) – 1999 р. «Руководство по плануванню ресу»;
- Рекомендації по організації штурманської служби на морських судах України – 1998 р.;
- Bridge Procedures Guide, 5th Edition, 2016;
- Bridge Team Management, 2nd Edition, 2004.

Існують чотири стадії планування безпечного переходу:

- I. Appraisal (Оцінка).
- II. Planning (Планування).
- III. Execution (Виконання).
- IV. Monitoring (Контроль).

Ці стадії повинні виконуватись одна за одною у порядку, викладеному вище.

2.2 Оцінка запланованого переходу

Приведемо конкретну інформацію, що відноситься до опрацьовуваного переходу, що відповідає етапу "Passage Plan Appraisal". Для цього проведемо підбір навігаційних і допоміжних карт, посібників і публікацій на заданий перехід по Каталогі Адміралтейських карт і публікацій (Catalogue of Admiralty Charts and Publications) щорічно видаваних Гідрографією Великобританії [6].

Відомості про підібрані карти і книги зведені в таблиці 2.1 і 2.2.

Таблиця 2.1 – Перелік карт на перехід

Тип карти	Cell No.	Назва карти	Дата випуску
Генеральні карти	4302	Mediterranean Sea Eastern Part	May 2023
	183	Ras At Tin to Iskanderun	Jan 2021
	1439	Sicilia to Nisos Kriti	Feb. 2021
Путьові, часні карти и плани	2101	Mersin Limani	Apr 2022
	2632	Anamur Burnu to Al Ladhiqiyah incl. Northern Cyprus	Aug. 2020
	237	Taslik Burnu to Anamur Burnu	Aug. 2019
	1941	Capo Passero to Capo Colonne	Apr. 2022
	1018	Approaches to Stretto di Messina	May. 2024
	917	Stretto di Messina incl Villa San Giovanni and Reggio	May 2023
	1976	Capo di Bonifati to Capo San Vito	Sept 2024
	1992	Porto Vecchio to Arbatax incl Bonifacio Strait	May 2021
	1999	Livorno to Civitavecchia incl Northern Corse	Aug 2020
	119	Approaches to Livorno Livorno	Sept 2023

Продовження таблиці 2.1

Допоміжні карти	5102	Mooring and Manoeuvring Board	2005
	D.6083	The World - Load Line Regulations - Zones, Areas and Seasonal Periods	2011
	5006	The World - Time Zone Chart	2016
	5307	The World - Main Ocean Routes : Power Vessels	2015
	5310	The World - General Surface Current Distribution	2015
	5000	Azimuth Diagram - modified Weir(Lat. 0° to 65°)	Oct. 2010

Таблиця 2.2 – Перелік публікацій на перехід

NP No	TITLE
SAILING DIRECTIONS	
46	Mediterranean Pilot Vol.2
49	Mediterranean Pilot Vol 5
ADMIRALTY LIST OF LIGHTS AND FOG SIGNALS	
78	Volume E Mediterrenian, Black and Red Seas
ADMIRALTY LIST OF RADIO SIGNALS	
281(1)	Part 1, Maritime Radio Stations : Europe, Africa and Asia
282	Volume 2 – Radio Navigational Aids, Electronic Position Fixing Systems and Radio Time Signals
283(1)	Part 1, Maritime Safety Information Services : Europe, Africa and Asia
284	Meteorological Observation Stations
285	Global Maritime Distress and Safety System(GMDSS)
286(3)	Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations : Mediterranean and Africa
288	Satellite Navigation Systems
ADMIRALTY TIDE TABLES	

Продовження таблиці 2.2

202	Europe(excluding UK and Ireland), Mediterranean Sea and Atlantic Ocean
ASTRONOMICAL PUBLICATIONS	
314-00	Nautical Almanac
303 (4)	Sight Reduction Forms (H.494)
323	Star Finder and Identifier
MISCELLANEOUS PUBLICATIONS	
100	The Mariners Handbook - Containing Information on Admiralty Charts and Navigational Publications, General Navigation, General Meteorology and Ice(7th Edition, 1999)
136	Ocean Passages for the World(4th Edition, 1987)
131	Catalogue of Admiralty Charts and Publications
735	IALA Maritime Buoyage System, Edition 5 1994
5011	Symbols and Abbreviations used on Admiralty Charts, Edition 2 1998
Fairplay 2010 - World Shipping Encyclopedia	
Ports Guide 2017	

2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

Необхідно проаналізувати, описати та систематизувати навігаційну інформацію, що передається за допомогою GMDSS та факсимільних гідро-метеорологічних карт.

За допомогою посібника ALRS 283 використовуємо інформацію щодо факсимільних карт погоди та зводимо її до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

N з/п	Радіо станція	Позначення і межі карти	Зміст передачі	Час передачі
1	Athinai (Greece)	A. 1: 15 000 000 49°N 23°W 45°N 42°E	A. A surface Analysis 24 hour Surface Prognosis	0845(06) 0857(06)
		23°N 7°W 21°N 35°E	48 hour Surface Prognosis	0909(06)
		B. 1: 15 000 000 54°N 3°W 40°N 44°E	B. 30, 36, 42, 48 hour Wave Height Prognosis(Mediterranean Sea)	0921(12)
		33°N 3°W 25°N 31°E		
		C. 1: 15 000 000 42°N 23°W 38°N 32°E	C. 30, 36, 42, 48 hour Wave Height Prognosis(Aegean Sea)	1009(12)
		36°N 20°W 32°N 28°E		

Для прийому текстової інформації про погоду - прогноз, аналіз, метеопопереджень, - зазвичай не підбирають спеціальних станцій, оскільки випуски NAVAREA і NAVTEX містять її в достатній кількості. З посібника ALRS 285 вибираємо інформацію про райони NAVAREA і станціях NAVTEX по маршруту переходу. Дані зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 - Райони NAVAREA, станції NAVTEX на переході

N з/п	Ділянка переходу	Район NAVAREA	Станції NAVTEX	Координатор NAVAREA
1	Mediterranean Sea	III	Roma [R] Alexandria [N] Limnos [L] Cyprus [M]	Spain

За допомогою посібника ALRS 286 визначаємо наявність по маршруту контрольних постів, районів, де здійснюється управління рухом суден постами СУРС (Reporting Areas), вирішуємо питання про зв'язок з контрольними станціями і постами - терміни, форми і способи подачі інформації. З'ясовуємо деталі зв'язку з лоцманськими станціями і операторами терміналів в портах. Отримані відомості зводимо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 - Зв'язок на переході

N з/п	Станція	Спосіб зв'язку	Канали частоти	Примітка
1	Mersin Pilots and Port	VHF	16; 12; 13; 09	Call sign, name of ship, IMO number, Next port of Call, ETA, LOA, Draught
2	Livorno Pilots Port	VHF	16, 69, 72 16, 18A, 66A, 79A	Approach, berthing, unberthing. Cargo Operations Ch16 H24

Таблиця 2.6 – СУРС по маршруту переходу

№	Traffic separation scheme	Station	VHF	Reporting point description
1	Messina Strait	Messina Vessel Traffic Service	11; 14; 16; 71	RP, Call sign, name of ship, IMO number, Last/Next Port of Call, Cargo;

На підставі аналізу підібраних і відкоригованих матеріалів робимо висновок про те, що інформаційного забезпечення для безпечного плавання на переході досить.

2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

Аналіз гідрометеорологічних умов по маршруту плавання виконується за період (місяць) переходу, що проробляється. Для цього використовуються середні багаторічні дані, які наведені в Атласах океанів, кліматологічних, гідрографічних і океанографічних посібниках, Pilot Chart (Інтернет-сайт www.passageweather.com). Для опису гідрометеорологічних умов необхідно перехід розбити на ділянки (три і більше) в залежності від відстані між портами. Необхідні дані вносимо в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 - Метеорологічна таблиця.

Метеорологічні елементи		Мерсін	Мессіна	Ліворно
Повторюваність вітру, %	N	23	18	26
	NE	23	16	13
	E	3	10	8
	SE	1	8	11
	S	0	10	15
	SW	5	6	9
	W	5	9	2
	NW	40	21	14
	штиль	0	2	2
Середня швидкість вітру, м/с		3	4	6
Число днів з туманом		0	0	1
Середня хмарність, бали		2	2	3
Число ясних днів(0-2 бали)		27	17	15
Число похмурих днів(8-10 балів)		1	1	7

Середня к-ть опадів, мм	10	12	21
Макс. к-ть опадів за добу, мм	0	5	8
Число днів з опадами	0	1	2
Число днів з грозою	0	1	-
Середня температура повітря	31	26	20
Відносна вологість повітря, %	73	71	74

2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні

Порт Мерсін (36°48' N, 34°39 'E), один з найбільш значних турецьких портів на Середземному морі, знаходиться у міста Мерсін у вершині Мерсінської затоки (Mersin Limani).

Порт складається з Внутрішньої гавані, утвореної Східним і Південним молами, і відкритого рейду. У північно-східній частині Внутрішньої гавані знаходиться Військова і Рибна гавані. Прилегла до Внутрішньої гавані частина рейду називається Зовнішньою гаванню. У східній частині порту знаходяться невелика гавань і гавань-притулок для риболовних суден.

У порту обробляються як експортні, так і транзитні вантажі. У нім є причальні споруди: для пасажирських суден; суден, що перевозять генеральні вантажі; контейнеровозів; ролкерів; суден, перевозящих навалювальні вантажі, і танкерів.

Глибини на підходах до головних причальних споруд від 11,3 до 12 м.

Берег в районі порту Мерсін між містом Мерсін і розташованим в 3 милях до Е від нього селенієм Карадивар покритий низькими піщаними пагорбами. У 1 милі до Е від селенію Карадивар в морі впадає широкий струмок Деличай (DeIy Tehay). В околицях міста Мерсін розташовані бавовняні поля.

Межі порту. Акваторія порту Мерсін обмежена лініями, проведеними від мису, на якому встановлений маяк Мерсін. спочатку на 2 милі до SE, а потім на NE до берега.

При підході до порту Мерсін з S і SE примітний монумент з сріблястим куполом, споруджений приблизно в 5 милях до NE від порту.

Глибини і ґрунт. Глибини в Зовнішній гавані 8 — 17 м, а у внутрішній гавані переважні 8-12 м, але є і мілководі ділянки. Ґрунт в основному мул.

На підході до порту з E у відстані до 2 миль від берега є глибини 5-9 м.

Гідрометеорологічні відомості. Влітку в районі порту Мерсін переважає південно-західний вітер, розводящий на рейді значне хвилювання. Штормові вітри найбільш вірогідні в жовтні — грудні.

Південні і південно-західні вітри підвищують рівень води в порту, а північні і східні — знижують його; величина коливань рівня досягає 0,6 м.

Засоби навігаційного устаткування забезпечують плавання суден на підходах до порту Мерсін і в ньому самому у будь-який час доби.

По внутрішньому фарватеру для танкерів у Внутрішній гавані веде створ вогнів. Фарватер, що веде у Внутрішню гавань. Захищається буями, що світять. На краях і вигинах молів, пірсів і на причалах виставлені знаки, що світять, і вогні.

Режим плавання. Райони, заборонені для якірної стоянки, знаходяться в північній частині Зовнішньої гавані; західний з цих районів розташований безпосередньо біля входу у Внутрішню гавань.

Лоцманська служба. Лоцманська проводка для суден валовою місткістю більше 1415 м³ (500 рег. т) обов'язкова. Судна повинні сообщати про передбачуваний час прибуття за 48 і 24 ч.

Лоцман зустрічає судна в 9,4 кбт до SE від краю Південного молу. Зв'язок з лоцманською станцією здійснюється на УКВ. канали 16 і 12.

Портові засоби і устаткування. У порту споруджені пірси для обробки суден з генеральними вантажами. На середньому пірсі є устаткування, що дозволяє робити вантаження зерна із швидкістю 800 т/г, а вивантаження із швидкістю 200 т/г.

На причалах порту встановлені стаціонарні крани вантажопідйомністю до 35 т і пересувні крани вантажопідйомністю до 70 т; є плавучий кран вантажопідйомністю 60 т. До причалів підведені залізничні колії. Є буксири і ліхтери.

Ремонт. Дрібний ремонт суднових механізмів можна зробити в залізничних майстернях міста.

Постачання. Рідке паливо набирають з цистерн. Вода підведена до причалів; на судна, стоячі у нафтового пірсу Аташ, вона доставляється Водоліями.

У місті Мерсін можна придбати продовольство.

Сигнальна станція знаходиться у Внутрішній гавані порту поблизу краю пірсу, спорудженого в 2 милях до NE від гирла річки Мюфту.

Маяк Мерсін (Mersin) встановлений на низькому мисі поблизу південно-західної околиці міста Мерсін. Маяк погано помітний з півдня на тлі вогнів міста.

Зовнішня гавань знаходиться до SE від Східного молу і є частиною рейду порту Мерсин. Вона відкрита вітрам від ESE до SW, і навіть при помірних вітрах з моря в ній утворюється віл-нення, утрудняюче сполучення з берегом. У гавані часто спостерігається слабка течія, що йде на E.

Фарватер зовнішній шириною 300 м веде у Внутрішню гавань порту; він призначений для танкерів з осіданням до 11 м. Найменша глибина на фарватері 12,2 м. Судна слідують по фарватеру курсом 316,5°, маючи прямо по носу південний мінарет в місті Мерсін.

Два буї, що світять, захищають вхід на фарватер, виставляються в 7,6 кбт до SE від краю Східного молу.

Банка з глибиною 9,4 м знаходиться в 4,7 кбт до SSE від краю Східного молу.

Район звалища ґрунту знаходиться безпосередньо до SSE від основи Східного молу. У районі звалища ґрунту і безпосередньо поблизу рябо можуть бути глибини менш показаних на картах.

Внутрішня гавань розташована біля берега проти міста Мерсін безпосередньо до NW від Зовнішньої гавані. Внутрішня гавань захищена двома молами — Південним і Східним; ширина входу між їх краями приблизно 245 м. У північній частині гавані побудовані пірси, у яких обладнані причали для різних судів. У південно-західному кутку гавані знаходиться невеликий басейн для яхт, а в се-верно-восточном — Рибна і Військова гавані. На 6 кбт до NE від основи Південного молу тягнеться набережна. До причалів Внутрішньої гавані можуть швартуватися судна завдовжки до 250 м.

Документи на прихід:

Crew List - 12 шт

Store List/Crew Declaration - 2 шт кожного

Dangerous Cargo - 3 шт

Nil List - 3 шт

Vaccination List - 3 шт

Previous 10 ports of call with Departure dates - 3 шт

Ship Trading/Class Certificate

Crew Seamans Books/Passports

Cargo Documents

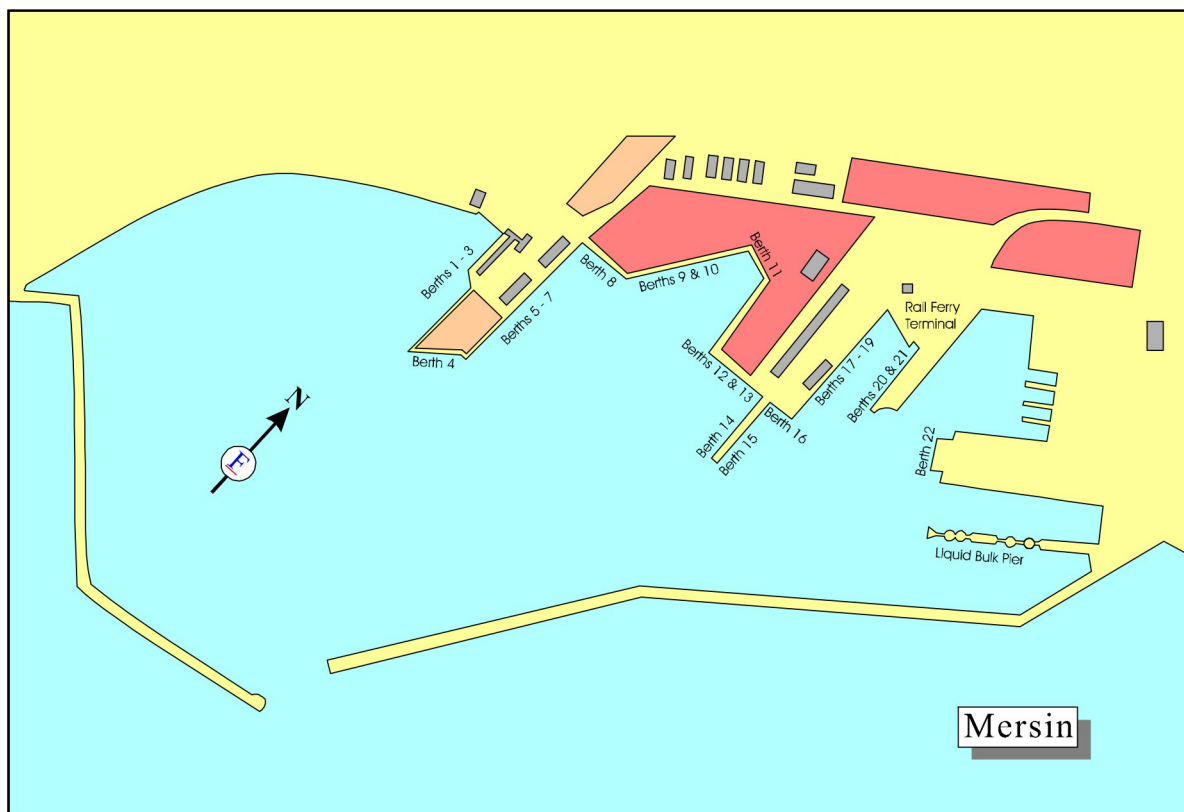


Рисунок 2.1 - План порту Мерсін .

Ліворно знаходиться в 8,2 милі до NNW від мису Фортулліно. Порт захищений з S хвилеломом Вельяя, розташованим до W від мису Кавалледжери (шир. $43^{\circ}32' N$, довг $10^{\circ}18' E$), з W — хвилеломом Дига-Курвилинеа і його продовженням — хвилеломом Мелорія, і з N — молотом Мардзокко. У порту періодично проводяться днопоглиблювальні роботи. Усі проходи в порт Ліворно і входи у басейни захищаються світлящими буями. На краях молів і хвилеломів встановлені світлячі знаки і вогні. До W від порту між ним і банкою Мелорія розташований рейд Ліворно

Примітні пункти При підході до порту Ліворно вдень орієнтирами є: вершина гори Монтеперо, на якій видно вежа монастиря; дві щогли, що стоять до S від будівлі військово-морської академії; чотиригранна дзвіниця собору, що височіє в центрі міста Ліворно в 1,3 милі до N від будівлі військово-морської академії; біла висотна будівля в центрі міста Ліворно; елеватор, що стоїть в 4,5 кбт. до WNW від дзвіниці собору; церква монастиря, нахочаюся в 3 кбт. до N від

дзвіниці собору; біла шестигранна вежа Мардзокко (Marzocco), що стоїть на березі поблизу основи молу Мардзокко; вузька біла вежа заввишки 56 м, розташована в 1,1 милі до NE від основи молу Мардзокко; дві вежі, що знаходяться в 1,8 милі до N від основи молу Мардзокко; вежа з годинником, розташована в 2 кбт. до N від вказаних веж; водонапірна вежа, що стоїть в 2,1 милі до N від основи молу Мардзокко; біла будівля, розташована в 2,4 милі до N від основи молу Мардзокко; п'ять фортів, що знаходяться в 3,1 милі до N від основи молу Мардзокко; нафтоочисний завод, розташований на північній стороні міста Ливорно.

При підході до порту Ливорно вночі з SW, W і N відкривається декілька постійних зелених вогнів, що знаходяться в промисловому районі міста Ливорно, розташованому на піднесеності до N від порту. У дуже темну ніч ці вогні іноді відкриваються навіть раніше, ніж вогонь маяка Ливорно.

Гідрометеорологічні відомості. Влітку дмуть переважно західні і північно-західні вітри, а взимку — північно-східні, восточ-ные і дещо рідше західні і південно-західні вітри. Південно-західні вітри зазвичай тривають три дні, посилюються на другій і спадають на третій. Під час дії вітрів і після їх спаду в порту виникає великі мертві брижі, які іноді не дають можливості більшим судам увійти до порту. Південно-східним вітрам передують появлення хмар над горою Монтенеро і островом Горгона. При південно-східних і південно-західних вітрах рівень води в порту підвищується на 0,8-0,9 м.

Влітку при тривалих північно-західних вітрах в аванпорті утворюється сильна течія, що йде на S.

Лоцмана. Для входу в порт Ливорно і виходу з нього лоцманська проводка обов'язкова. Звільняються від лоцманської проводки тільки італійські і іноземні військові кораблі, торгові судна водоізміщенням менше 500 т, буксирні судна і місцеві риболовецькі, каботажні і допоміжні судна. Лоцмана можна прийняти на борт в 1 милі від входу в порт.

Портові засоби і устаткування. Порт Ліворно добре обладнован навантажувально-розвантажувальними засобами. У набережних обладнані причали, на яких встановлені крани. У порту є декілька плавучих кранів і буксири; чотири з наявних буксирів обладнані рятувальними засобами.

Ремонт. Ремонт корпусу і суднових механізмів може бути зроблений на суднобудівельній верфі в Новому басейні, де є сухий док і декілька сліпів; вантажопідйомність найбільшого із сліпів 1000 т.

Постачання. У порту є запаси палива і дизельної олії. Запаси прісної води можна поповнити з водопроводів, підведених до деяких причалів.

Дератизація. У порту можна зробити дератизація судна і отримати про це свідоцтво.

Перелік документів, необхідних для оформлення на прихід(відхід) :

Crew List - 7 шт.

Passenger List - 7 шт.

Stores List(deck, engine, galley) - 1 шт.

Provisions List - 3 шт.

Customs Declaration - 1 шт.

Cargo List - 2 шт.

Maritime Declaration of Health - 1 шт

Bill of Lading - 4 шт.

Stowage Plan - 7 шт.

Last Port Clearance - 1 шт.

Ports of Call List - 2 шт.

Narcotics List - 1 шт.

Arms & Ammunition List - 1 шт.

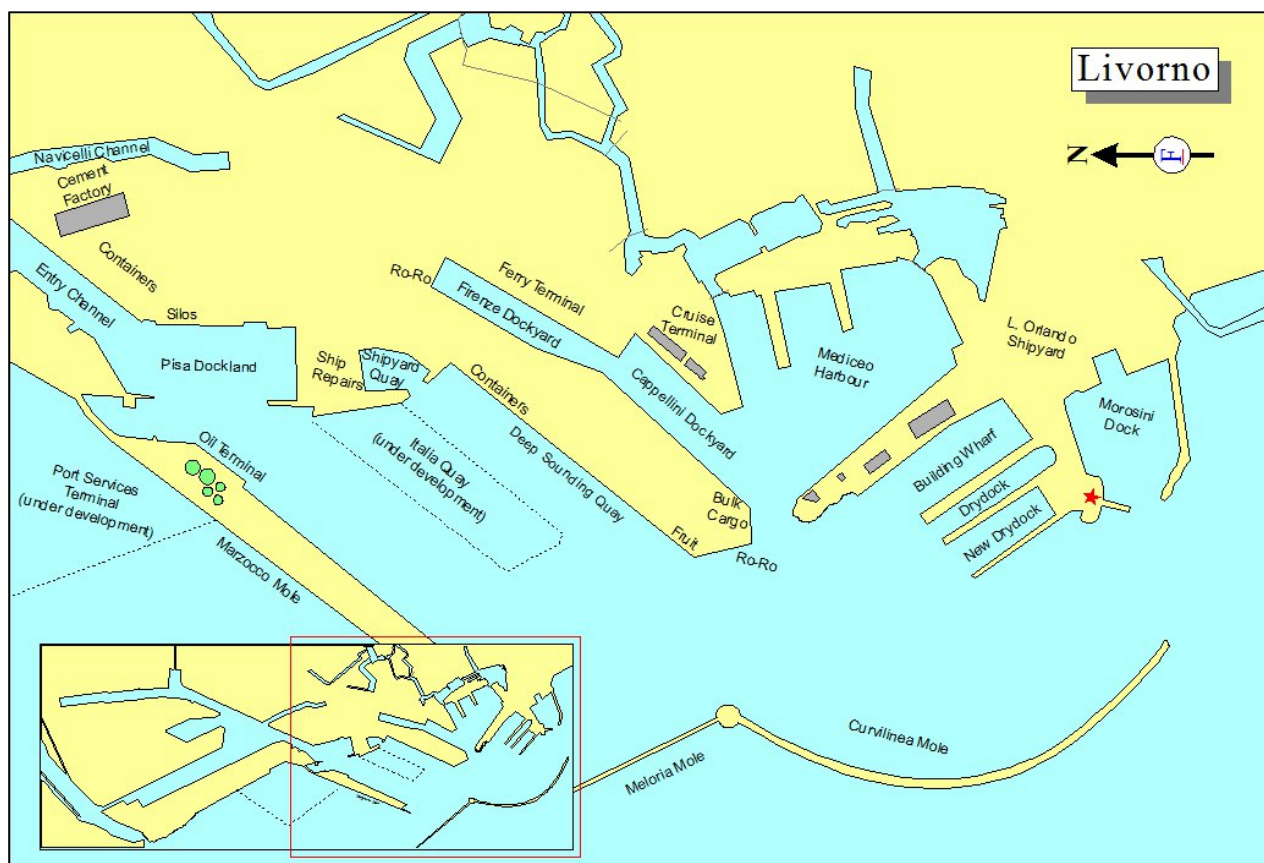


Рисунок 2.2 - План порту Ліворно

Таблиця 2.8 - Засоби навігаційного обладнання

N з/ п	Назва	Координати j(N) l(E)	Д-ть Вид-ті милі	Харак- тери- стики
1	Mersin	36°47,5' 34°37,1'	15	FL(2) 10s
2	C del Armi	37°57,1' 15°40,7'	17	Fl(2) 20s
3	Pta Pezzo	38°13,9' 15°38,3'	14	Fl(2) 12s
4	Pta Polveraja	42°47,6' 10°06,3'	12	Fl20s
5	Livorno	43°32,6' 10°17,7'	12	Fl(3) 10s

2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1 Розрахунок ортодромії

Коли траса майбутнього плавання включає океанський перехід, вплив погоди і стан моря набувають особливо важливого і нерідко основного значення при виборі найвигідного шляху судна. При здійсненні такого вибору виникає потреба задовольнити найрізноманітніші запити : перехід має бути для судна безпечним, економічним, протікати у бажані терміни і за найбільш сприятливих зовнішніх умов, сприяючих підлягаючому зберіганню перевезенню вантажів, комфорту пасажирів і екіпажа, мінімальній витраті палива і мастильних матеріалів і т. д. Усі подібні умови перерахувати нелегко, але навіть якщо обмежуватися приведеними вище і вважати їх рівнозначними, то за певних умов погоди і стану моря взагалі неможливо буде знайти той шлях, наслідуючи які судно буде в змозі виконати поставлені завдання. Тому при виборі найвигідного шляху обмежуються завданням якого-небудь одного або декількох найбільш важливих для цього рейсу умов. Маршрут, що якнайкраще задовольняє таким умовам, називають оптимальним шляхом морського судна.

Керівництво «Океанські шляхи світу», Керівництво призначене для полегшення рішення задачі по виборі шляху морського судна між найбільш важливими пунктами Світового океану з урахуванням сезонних змін гідрометеорологічних умов плавання і експлуатаційних якостей судна. На переході генеральну карту укладають в окремий ящик. Суднові номери картам не привласнюють.

При виборі трансокеанського переходу необхідно розрахувати плавання по ортодромії. Існує декілька способів такого розрахунку, перший з них аналітичний.

Для того, щоб нанести ортодромію на Меркаторську проекцію, необхідно знати параметри ортодромії, а по них розрахувати координати проміжних точок.

Параметрами ортодромії є: l_0 - довгота точки перетину з екватором, k_0 - курс в цій точці.

$$\operatorname{tg} \frac{j_n - l_k}{2} - l_0 = \operatorname{tg} \frac{l_n - l_k}{2} \cdot \sin(j_n + j_k) \cdot \operatorname{cosec}(j_n - j_k) \quad (2.1)$$

де: $(l_n - l_k)$ и $(j_n + j_k)$ - координати точок приходу і відходу.

Курс обчислюється за формулою:

$$\operatorname{ctg} k_0 = \operatorname{tg} j_n \cdot \operatorname{cosec}(l_n - l_0) \quad (2.2)$$

Знаючи параметри, розрахунок проміжних точок ортодромії можна виконати таким чином: оскільки в нашому випадку ортодромія близька у напрямку до паралелі, то доцільно задавати довготи проміжних точок через 10° і розраховувати їх широти по формулі:

$$\operatorname{tg} i = \sin(l_i - l_0) \cdot \operatorname{ctg} k_0 \quad (2.3)$$

Другий спосіб розрахунку плавання по ортодромії полягає в наступному: використовуються карти гномонічної проєкції (штурманський спосіб). Вони дозволяють прокласти курс між початковою і кінцевою точками шляху, а також визначити початкові курси для плавання через інтервали відповідні різниці довгот 5 і 20° .

У третьому випадку, використовуючи ортодромічну поправку, плавання по ортодромії замінити плаванням по хордах завдовжки 200-300 миль, а координати точок повороту розрахувати по формулах письмового числення.

Цей рейс не містить трансокеанський перехід, тому розрахунок ортодромії можна не робити.

Наведу приклад розрахунку.

$$S = \frac{P_{III}}{\cos K} \quad (2.4)$$

$$\operatorname{tg} K = \frac{P_D}{P_{MЧ}} \quad (2.5)$$

$$\cos D = \sin j_1 \cdot \sin j_2 + \cos j_1 \cdot \cos j_2 \cdot \cos(l_2 - l_1) \quad (2.6)$$

Розрахуємо довжину локсодромії та ортодромії між крапками:

$$j_n = 45^\circ 35'N \quad j_k = 36^\circ 00'N$$

$$l_H = 56^\circ 15' W \quad l_K = 07^\circ 00' W$$

Розрахунки наведемо у вигляді таблиць.

Таблиця 2.9 – Розрахунок локсодромії

фк	36°00.0'N	λк	007°00.0'W	РМЧ	- 762
фн	45°35.0'N	λн	056°15.0'W	К	104,4°
РШ	- 575	РД	2955	S	2304

Таблиця 2.10 -Розрахунок ортодромії

$\sin j_1 \times \sin j_2$	+	0,421935
$\cos j_1 \times \cos j_2 \times \cos(l_2 - l_1)$	+	0,371447
$\cos D$		0,7919
D		37,9° = 2274'

$$\Delta = S - D = 2304 - 2274 = 30.0 \text{ миль}$$

Висновок: різниця становить 30.0 миль, тому не має сенсу проводити плавання по дузі великого кола.

Розрахунок параметрів ортодромії:

$$l_o = \frac{(l_K + l_H)}{2} - \arctan \frac{\sin(j_K - j_H)}{\cos(j_K + j_H) \times \operatorname{cosec}(j_K - j_H)} \quad (2.7)$$

$$\operatorname{ctg} K_o = \operatorname{tg} \varphi_K \operatorname{cosec}(\lambda_K - \lambda_o) \quad (2.8)$$

Таблиця 2.11 – Курси і відстані при плаванні по ортодромії

N	Широта	Довгота	Курс	Відстань
1	45° 39.0N	050° 00.0 W	89	262
2	45° 04.0 N	040° 00.0 W	95	423
3	45° 33.0 N	030° 00.0 W	102	439
4	41° 02.0 N	020° 00.0 W	109	469
5	37° 21.0 N	010° 00.0 W	115	514
6	36° 00.0 N	007° 00.0 W	119	166

2.3.2 Складання маршрутних листів

Відповідно до рекомендацій ІМО, при плануванні рейсу необхідно скласти маршрутні листи, які повинні лежати на штурманському столі. Безумовно, протягом рейсу в маршрутні листи вносяться необхідні зміни. Маршрутний лист приведено на Рис.2.3.

2.3.3 Графічний план переходу

Результати навігаційного планування переходу оформляють у вигляді графічного плану переходу. На графічному плані наноситься наступна інформація: курс судна (ортодромія чи локсодромія), назви портів відходу/заходу, основні течії, рози вітрів.

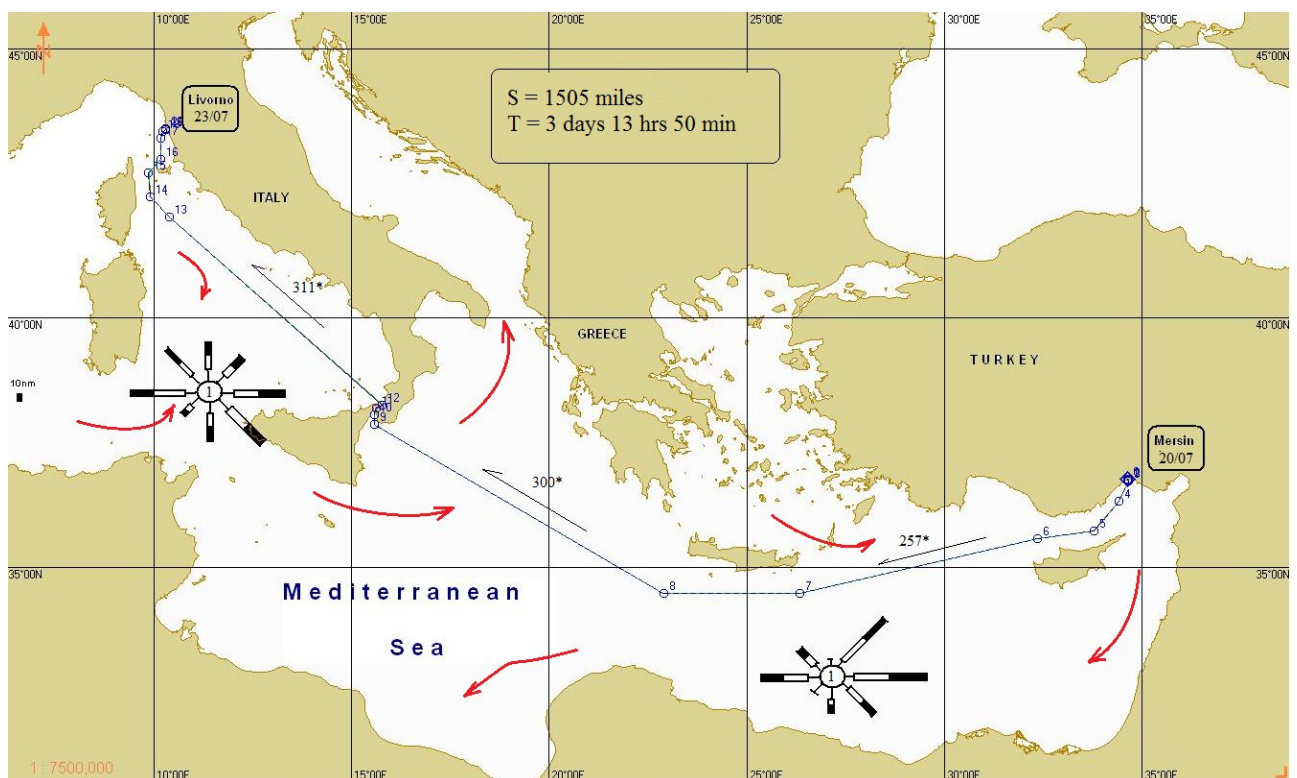


Рисунок 2.4 – Графічний план переходу

2.3.4 Розрахунок природної освітленості

Розрахунки освітленості виконують двома послідовними наближеннями:

- за широтою φ і датою запланованого плавання виберемо з Nautical Almanac без інтерполяції моменти місцевого середнього часу (LMT) сходу і заходу Сонця і Місяця.

- по довготі λ передбачуваного місця на полудень кожної доби переводять моменти в судновий час (ZT) та на кожний такий момент знаходять прокладенням наперед координати j і l місця судна.

Далі розраховуються по Nautical Almanac моменти (ZT) явищ, характеризуючих освітленість (користуючись для інтерполяції таблицями: "Conversion of ARC to Time" і "Tables for Interpolating Sunrise, Moonrise, etc". Результати вносять в таблицю.

По широті місця судна j і схиленню Сонця d на моменти його сходу і заходу по формулі **tg A** розрахуємо азимути Сонця (Z) при сході і заході, які також внесемо до таблиці 2.12.

Для отримання місцевого часу явища (Correct LMT) треба у табличний час ввести дві поправки:

$$\text{Correct LMT} = \text{LMT for Lat} + \text{Lat correction} + \text{Long correction}. \quad (2.9)$$

Місцевий час явища переводять у Грінвічний:

$$\text{GMT} = \text{Correct LMT} \pm \text{Longitude}.$$

Грінвічний час явища переводять в судновий:

$$\text{ZT} = \text{GMT} \pm \text{ZD}.$$

У таблиці 2.12 приведено елементи освітленості на початок, середину та кінець рейсу.

Таблиця 2.12 – Елементи освітленості

Дата	Початок нав. сутінків	Сонце				Кінець Нав. сутінків	Місяць		
		Схід		Захід			Схід Тс	Рік	Захід Тс
		Тс	А	Тс	А				
20/07	03.36	04.47	62	19.25	298	20.36	16.11	10	01.08
23/07	03.28	04.42	63	19.28	297	20.42	19.10	13	03.32

2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

Під приливними явищами у Світовому океані розуміють динамічні і фізико-хімічні процеси у водах морів і океанів, викликані приливообразуючими силами. Приливами називають приливні коливання рівня моря — висота поверхні моря, вільна від впливу вітрових хвиль і брижів і вимірюваною відносно умовного горизонту(нуль урівненого поста).

Рівень моря в цей фізичний момент називають миттєвим рівнем моря. Найнижчий рівень моря, що спостерігався в цьому місці за певний інтервал часу, називають мінімальним рівнем моря, а найвищий — максимальним рівнем моря. Величина, отримана в результаті усереднювання спостережуваних значень рівня за певний інтервал часу, називається середнім рівнем моря(CPM). Вірогідність того, що рівень моря рівний або перевищує задане значення, називається забезпеченістю рівня моря. Рівень моря заданої забезпеченості є розрахунковим, рівень моря.

Різниця між найбільшим і найменшим значеннями рівня моря за певний інтервал часу, наприклад за добу, називається величиною коливання рівня моря, що нерідко невірно називається як амплітуда коливань рівня моря.

У будь-якому пункті Землі рівень моря постійно змінюється. Причини впускених коливань можуть бути короткочасними і позовними. Останні обумовлю-

ються, головним чином, підйомами і опусканнями суші; вони незначні за величиною і прямого стосунку до безпеки мореплавання не мають. Короточасні коливання рівня моря можуть носити регулярний(періодичний) і випадковий(неперіодичний) характер. Регулярні коливання рівня викликаються: приливообразуючими силами Місяця і Сонця(приливні коливання); вітрами, що періодично змінюються; річним ходом опадів; випаром; стоком континентальних вод(сезонні коливання) та ін. Випадкові коливання рівня відбуваються під впливом вітру, що неперіодично змінюється, від різкої зміни атмосферного тиску.

Таблиці приливів містять зведення про час настання і висоти повних і малих вод. Таким чином необхідно вибрати з таблиць приливів часи настання і висоти вод. Але в моєму переході коливання моря в порту відходу і приходу незначні, тому приливи можна не розраховувати.

2.4 Висновки

Перехід з порту Мерсін до порту Ліворно проходить через Середземне море проходячи Мессінську протоку. У процесі опрацювання навігаційного переходу були обрані безпечні курси плавання відповідно до пори року. Загальна протяжність переходу склала 1505 миль; час виходу з порту Мерсін 20/07 о 08:00 за місцевим часом; час приходу в порт Ліворно 23/07 о 20:50. Тривалість переходу 3 доби 14 годин.

При плаванні поблизу берегів найбільш точними способами визначення місця судна є визначення за допомогою РЛС, візуально, а так само комбінованим способом. Резервний спосіб обсервації - GPS і астрономічний.

Запропонований шлях судна є економічним і безпечним з точки зору навігації маршрутом для даного переходу.

Route: <Мерсін - Ліворно>

WP	Lat	Lon	Distance	Course	Total Distance	Time Zone	ETA	ETD	TTG	Total Time	Speed	Bearing	Dist	Mark
Pilot boards the ship. Check all systems. Unmooring from the pier and proceed to the Mediterranean Sea. BACH # 2101, 2632														
0	36° 47.633' N	034° 38.097' E	XXXX	XXXX	XXXX	02:00 E	XXXX	7/20/2025 8:00	XXXX	XXXX	XXXX	237	0.9	Mersin
1	36° 47.209' N	034° 38.285' E	0.45 nm	160.4 °	0.45 nm	02:00 E	7/20/2025 8:03	7/20/2025 8:03	00d 00h 03m	00d 00h 03m	7.0 kt	268	0.9	Mersin
2	36° 47.127' N	034° 39.344' E	0.85 nm	095.5 °	1.30 nm	02:00 E	7/20/2025 8:11	7/20/2025 8:11	00d 00h 07m	00d 00h 11m	7.0 kt	272	1.7	Mersin
3	36° 46.005' N	034° 39.623' E	1.14 nm	168.7 °	2.45 nm	02:00 E	7/20/2025 8:18	7/20/2025 8:18	00d 00h 06m	00d 00h 18m	10.0 kt	300	3.3	Mersin
After pilot disembarcation Main Engine changed status from Man. to FSA and proceed to Mediterranean Sea. Keep sharp look out. BACH # 4302, 183, 1439, 237, 1941														
4	36° 21.343' N	034° 24.968' E	27.31 nm	205.6 °	29.76 nm	02:00 E	7/20/2025 9:49	7/20/2025 9:49	00d 01h 31m	00d 01h 49m	18.0 kt	-	-	GPS
5	35° 45.204' N	033° 47.405' E	47.22 nm	220.2 °	76.98 nm	02:00 E	7/20/2025 12:26	7/20/2025 12:26	00d 02h 37m	00d 04h 26m	18.0 kt	-	-	GPS
6	35° 35.305' N	032° 21.581' E	70.62 nm	262.0 °	147.60 nm	02:00 E	7/20/2025 16:21	7/20/2025 16:21	00d 03h 55m	00d 08h 21m	18.0 kt	-	-	GPS
7	34° 26.892' N	026° 20.469' E	304.35 nm	257.0 °	451.95 nm	02:00 E	7/21/2025 9:16	7/21/2025 9:16	00d 16h 54m	01d 01h 16m	18.0 kt	-	-	GPS
8	34° 26.893' N	022° 54.116' E	170.65 nm	270.0 °	622.61 nm	02:00 E	7/21/2025 18:45	7/21/2025 18:45	00d 09h 28m	01d 10h 45m	18.0 kt	-	-	GPS
9	37° 54.030' N	015° 35.192' E	411.08 nm	300.2 °	1033.69 nm	01:00 E	7/22/2025 16:35	7/22/2025 16:35	00d 22h 50m	02d 09h 35m	18.0 kt	53	5.4	C del Armi
Messina Strait. Proceeding through the channel system. Keep sharp look out. VTS VHF CH: 16, 71 BACH # 1018, 917														
10	38° 05.855' N	015° 35.304' E	11.81 nm	000.4 °	1045.50 nm	01:00 E	7/22/2025 17:46	7/22/2025 17:46	00d 01h 10m	02d 10h 46m	10.0 kt	82	2.1	Pta Calamiza
11	38° 13.938' N	015° 36.947' E	8.18 nm	009.1 °	1053.68 nm	01:00 E	7/22/2025 18:35	7/22/2025 18:35	00d 00h 49m	02d 11h 35m	10.0 kt	98	0.9	Pta Pezzo
12	38° 17.129' N	015° 46.323' E	8.04 nm	066.7 °	1061.72 nm	01:00 E	7/22/2025 19:23	7/22/2025 19:23	00d 00h 48m	02d 12h 23m	10.0 kt	-	-	GPS
Messina strait passed, changing RPMs of ME. Mediterranean Sea. Astronomical position observations as alternative ship position fixing. BACH# 1976, 1992														
13	41° 54.572' N	010° 23.418' E	329.49 nm	311.3 °	1391.21 nm	01:00 E	7/23/2025 13:42	7/23/2025 13:42	00d 18h 18m	03d 06h 42m	18.0 kt	-	-	GPS
14	42° 17.728' N	009° 54.799' E	31.46 nm	317.4 °	1422.67 nm	01:00 E	7/23/2025 15:26	7/23/2025 15:26	00d 01h 44m	03d 08h 26m	18.0 kt	-	-	GPS
15	42° 44.084' N	009° 52.012' E	26.43 nm	355.5 °	1449.10 nm	01:00 E	7/23/2025 16:54	7/23/2025 16:54	00d 01h 28m	03d 09h 54m	18.0 kt	73	11.4	Pta Palveraja
16	42° 58.989' N	010° 09.906' E	19.88 nm	041.5 °	1468.98 nm	01:00 E	7/23/2025 18:01	7/23/2025 18:01	00d 01h 06m	03d 11h 01m	18.0 kt	-	-	GPS
17	43° 22.226' N	010° 10.068' E	23.23 nm	000.3 °	1492.21 nm	01:00 E	7/23/2025 19:18	7/23/2025 19:18	00d 01h 17m	03d 12h 18m	18.0 kt	-	-	GPS
End of Sea Passage. Pilot boarding & proceeding to the port. Pilotage. BACH# 1999, 119														
18	43° 29.902' N	010° 13.421' E	8.05 nm	017.7 °	1500.26 nm	01:00 E	7/23/2025 20:06	7/23/2025 20:06	00d 00h 48m	03d 13h 06m	10.0 kt	-	-	GPS
19	43° 32.176' N	010° 17.696' E	3.85 nm	053.8 °	1504.12 nm	01:00 E	7/23/2025 20:40	7/23/2025 20:40	00d 00h 33m	03d 13h 40m	7.0 kt	3	0.4	Livorno
20	43° 32.809' N	010° 17.405' E	0.67 nm	341.5 °	1504.78 nm	01:00 E	7/23/2025 20:45	7/23/2025 20:45	00d 00h 05m	03d 13h 45m	7.0 kt	133	0.3	Livorno
21	43° 33.339' N	010° 17.610' E	0.55 nm	015.7 °	1505.33 nm	01:00 E	7/23/2025 20:50	XXXX	00d 00h 04m	03d 13h 50m	7.0 kt	173	0.7	Livorno

COMMENTS

During pilotage a position on the chart every 6 min and before course alteration.
All depths less than 10 m are highlighted

Reporting Points and Notes are marked on the charts.

PUBLICATIONS

1. ALRS - NP 281(1), 283(1), 285, 286(3), 288
2. NP 202 - Tidal Tables,
3. NP 78 - Light List
4. NP 49, 46 - Sailing Directions

РОЗДІЛ 3

ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ

3.1 Транспортні характеристики вантажів

Одним з важливих етапів складання оптимального вантажного плану є детальне вивчення транспортних характеристик та фізико-хімічних якостей вантажів, що пред'являються для перевезення.

Контейнер — стандартизована багатооборотна тара, призначена для перевезення вантажів автомобільним, залізничним, морським і повітряним транспортом і пристосована для механізованого перевантаження з одного транспортного засобу на інший. Може бути виконаний з різних матеріалів і мати різноманітні форми. На транспорті найбільше застосування отримали так звані універсальні контейнери. Стандарти ISO на контейнери з'явилися в 1968-1970 роки. Основні правила перевезення контейнерів містяться в наступних документах:

- CSC 72;
- IMDG Code, CFR 49(у американських портах);
- CSS code;
- Cargo Security Manual>Loading Plan);
- SOLAS Ch.6,7.

У 1972 році з'явилася угода «The International Convention for Safe Containers», яка зажадала від контейнерів, використовуваних на міжнародних перевезеннях, наявності «CSC-Plate».

Контейнери класифікують:

- по роду вантажів(універсальні - для різних вантажів, спеціалізовані — для певних вантажів), що перевозяться;
- по масі бруто {малотоннажні — до 2,5 т, середньотоннажні — 3-5 т, великотоннажні, — 10 т і більше);

- по виду транспорту, який їх перевозить(уніфіцировані-для перевезень на будь-якому виді транспорту, для певних видів транспорту — автомобільні, авіаційні).

Twenty — foot Equivalent Unit — одиниця виміру, рівна об'єму, займаному стандартним 20-футовим контейнером. Використовується в підрахунку місткості контейнеровозів або місця зберігання контейнерів.

Fourty — foot Equivalent Unit — одиниця виміру, рівна об'єму, займаному стандартним 40-футовим контейнером. Один 40-футовий контейнер FEU рівний двом 20-футовим TEU.

До перевезення представлені 20-ти футові і 40-ка футові контейнери. Усі контейнери закриті і опечатані, їх вміст не відомий.

Документи, що містять транспортні характеристики вантажів на судні : 1) Cargo Manifest; 2) Container loading plan; 3) Container cargo declaration.

На кришках люків контейнери кріплять штиковим фітингом і іншим кріпленням. Використовують фіксатори (одинарні і подвійні, такі, що є пластини з двома шпильками (один згори, інший знизу), які ставлять в прорізі фітингу верхнього і нижнього контейнерів; спеціальні трубки для з'єднання двох сусідніх контейнерів за фітинг згори; ланцюги із скобами і спеціальними крюками для фітингу. Контейнери в штабелях встановлюють впритул один до одного.

Після того, як штабелю сформовані, їх закріплюють похилими затягуваннями з ланцюгів і сталевих канатів за допомогою талрепов для запобігання як поперечному, так і подовжньому зміщенню. Оптимальним кріпленням є розташування затягувань під кутом 45° до основи штабелю навхрест.

Небезпечних вантажів в контейнерах не заявлено.

Основні транспортні характеристики вантажів, що перевозяться, представимо в табличній формі.

Таблиця 3.1 - Основні характеристики вантажів

Найменування вантажів і їх упаковка	Кількість, шт	Маса партії вантажу, т	Валові норми вантажних робіт шт/доба	
			Навантаження	Розвантаження
Контейнери 20'	628	7771,6	1200	1000
Контейнери 40'	96	1783,1		
Всього	724	9554,7		

3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та документальне оформлення морського перевезення

Номенклатура, властивості вантажів, характеристики вантажних приміщень і умови майбутнього рейсу зумовлюють підготовку судна.

Усі вантажні облаштування судна мають бути повністю підготовлені до прийому вантажу, обумовленого в договорі морського перевезення.

Взаємна інформація судна і порту призначення про час прибуття і про вантаж дозволить скоротити стоянку судна в порту і своєчасно підготувати вантажні облаштування судна і причал порту до вантажних операцій.

У попередній інформації Капітан повинен повідомити про осідання судна, кількість вантажу і розподіл його по трюмах або танках, наявності палубного вантажу або важкоатлетів з ука-заним їх маси, найменування вантажоодержувачів, справності судо-вых перевантажувальних засобів, а також про усі потреби судна в паливі, воді, продуктах, необхідному ремонті і інших потребах судна, задоволення яких входить в обов'язки порту.

Приведення трюмів, в те, що відповідає для цього вантажу состоя-ние розпочинається з очищення залишків вантажу, що раніше перевозиться, видалення сепарації і прокладення матеріалів, прибирання сміття. Далі підготовка ведеться залежно від особливостей вантажу, підготовленого до перевезення.

Трюмні льяла необхідно розкривати і очищати після кожного вивантаження, оскільки в них скупчується вода, що стікає з трюмів і містить домішки вантажів, які можуть розкладатися.

До огляду і перевірки вантажних приміщень палубна команда судна робить відповідні роботи залежно від роду вантажу і його особливих властивостей.

Особлива увага при підготовці до прийому будь-якого роду вантажу необхідно приділяти надійності водовідливної і протипожежної систем, які слід перевіряти у дії.

Нещільно закриті кришки горловини подвійного дна нерідко були причиною псування або повної втрати вантажів. Якщо при підготовці трюму виникла необхідність розкриття горловини паливної, балластних танків або танків з прісною водою, слід після закінчення робіт задріти їх і оглянути щільність прилягання кришок до горловини, переконатися в правильній установці прокладень і наявності гайок.

Перед початком вантажних операцій верхня палуба має бути звільнена від всяких сторонніх предметів, що перешкоджають вантажним роботам або розміщенню вантажу на палубі; стріли, крани, лебідки мають бути перевірені і приведені в робочий стан; вантажні люки відкривають, якщо немає атмосферних опадів; верхня палуба, трюми і місця вантажних робіт мають бути добре освітлені палубними і переносними вогнями(люстрами)

Після закінчення підготовки судна до вантажних робіт капітан подає на ім'я начальника порту або на адресу вантажовідправника Сповіднення капітана, яким він формально фіксує фактичну готовність судна до вантаження. У Сповідненні капітана повідомляють про дату, часу готовності судна до прийому(здачі) вантажу через відповідні люки трюмів, вантажопідйомності суднових вантажних засобів, часі прийому палива і води і інших потребах судна.

До початку вантаження факт готовності вантажних приміщень оформляють актом.

Передача контейнерів на судно здійснюється Оператором на підставі доручення на відвантаження експортного вантажу, що оформленого Замовником і має дозвільні відмітки митниці. Доручення, належним чином оформлене в митному органі, приймається Оператором не пізніше, ніж за 24 години до прибуття судна.

Факт прийому контейнерів судном підтверджується розпискою адміністрації судна в дорученні на відвантаження експортних контейнерів. Агент повинен забезпечити підписання вказаних документів по пред'явленню їх Оператором з вказівкою фактичної кількості занурених на судно контейнерів і дати прийому впродовж 24 годин з моменту закінчення вантаження судна.

Вантаж в контейнерах перевозиться на палубі суден без згоди вантажовідправника. Вантажовідправник може зажадати перевезення контейнера під палубою письмово. Вантажі в контейнерах приймаються до морського перевезення і здаються перевізником за масою і пломбами вантажовідправника, його експедитора, агента перевізника, іншого виду транспорту. Контейнер приймається і здається по зовнішньому огляду з перевіркою відповідності індексів і номерів(відбитків) пломб із записами в перевізних документах(коносаментах - морських накладних, накладних, навантажувальних ордерах).

Не приймаються до перевезення контейнери з доступом до вмісту, з невідповідністю фактичних індексів і номерів контейнерів, відбитків пломб з вказаними в документах, з ушкодженнями, що перешкоджають використанню перевантажувальних засобів. Не допускаються до перевезення контейнери з ушкодженнями або невідповідністю нанесених на них знаків і написів, які можуть викликати утруднення в прочитанні цих знаків або написів з метою ідентифікації контейнерів. Маркіровка, що наноситься на контейнери, повинна відповідати вимогам морського реєстра.

Контейнери, завантажені небезпечними вантажами або вантажі, що містять, класифіковані як забрудники моря, або що містять небезпечний вантаж, що перевозиться з маркіровкою "ПІДВИЩЕНА ТЕМПЕРАТУРА", повинні мати

маркіровку збільшеними знаками небезпеки(попереджувальними знаками) з розміром сторони знаку не менше 250 мм. Вид знаків встановлений IMDG Code.

Прийом і перевезення вантажів судном оформляється документами, які виконують певні функції впродовж усього транспортного процесу або на окремих його етапах. Дані у вантажних документах потрібні для правильного складання каргоплана, своєчасної і підлягаючої зберіганню доставки вантажів за призначенням. Крім того вони фіксують кількість і стан вантажів, що приймаються перевізником на свою відповідальність, а дати підписання цих документів визначають момент прийняття вантажів на борт судна і момент видачі вантажу одержувачеві.

На кожен пред'явлений до перевезення контейнер посилач складає навантажувальний ордер (доручення, наряд, накладну) відповідно до Правил оформлення документів на перевезення каботажних, експортних, транзитних вантажів і вантажів прямого водного і прямого змішаного сполучення, перевезень, що діють для відповідних видів.

У навантажувальному ордері (дорученні, наряді, накладній) обов'язково вказуються номер контейнера, тип контейнера, маса брутто контейнера, маса нетто контейнера, маса нетто вантажу, його найменування, відбитки пломб.

Завантаження вантажів в контейнери і вивантаження їх з контейнерів поза територією порту робиться турботами і за рахунок вантажовідправника або вантажоодержувача відповідно. В окремих випадках за узгодженням з портом ці операції можуть робитися в порту як самим вантажовласником, так і силами і засобами порту за дорученням і за рахунок вантажовласника.

У кожен контейнер може бути занурена партія вантажу призначенням в один пункт, на адресу одного одержувача. На прийнятий до перевезення контейнер видається коносамент (морська накладна), накладна, в яку вносяться усі реквізити вантажу і контейнера, а також відмітка "Вміст контейнера за заявою посилача".

Допускається вантаження в один контейнер декількох партій вантажу одного або декількох вантажовідправників на адресу одного або декількох

вантажодержувачів, причому на кожен партію має бути виданий коносамент, в якому вказуються усі реквізити вантажу і контейнера. Такі збірні контейнери формуються агентом перевізника або портом, опломбуються перевізником або його агентом і розформовуються в порту призначення. У коносаментах на вантажі в таких контейнерах робиться відмітка LCL/LCL.

По одному коносаменту може перевозитися декілька контейнерів з однаковим вантажем, завантажених одним вантажовідправником на адресу одного вантажодержувача. При цьому в коносаменті має бути вказана кількість контейнерів і вид контейнерів, їх загальна вага нетто і брутто, найменування і кількість вантажу. Крім того, вказуються номери контейнерів і номери пломб, кількість вантажу в кожному контейнері, вага нетто і брутто. Якщо відомості по контейнерах не поміщаються на лицьовій стороні коносамента, то до нього додається список контейнерів з вищезгаданими відомостями і робиться на лицьовій стороні коносамента відмітка, що додається список і кількість листів.

Вантажовідправник зобов'язаний вкласти всередину кожного контейнера в легкодоступне місце 1 екземпляр специфікації на занурений вантаж з вказівкою в ній найменування і кількості місць, переліку предметів в кожному місці і їх вартості. Специфікація завіряється підписом і друком вантажовідправника(експедитора). Про місцезнаходження специфікації робиться відмітка в документах, що підлягають пред'явленню митниці.

Перевізник може перевірити правильність відомостей, вказаних вантажовідправником в перевізних документах, а також зробити перевірку контейнерів по вантажопідйомності і вантажомісткості шляхом вибіркового зважування або перевірки утримуваного контейнера, його розкриття з оформленням відповідного акту. При цьому здача контейнера в порту

На вимогу митних, карантинних або інших контролюючих органів перевізник або порт робить за рахунок вантажовласника розтин контейнерів із зовнішньоторговельними вантажами для догляду.

Зняття пломб і розкриття контейнера робляться у присутності представника відповідного органу, що здійснює догляд, перевізника або його

агента, вантажовласника (посилача / одержувача) або його експедитора. Виробництво догляду упевняється актом, що складається не менше чим в 3-х екземплярах, в якому мають бути відбиті технічний стан контейнера, кількість і стан знятих пломб, їх номери, результати перевірки. Акт підписується усіма учасниками догляду. Один екземпляр акту вкладається в контейнер, інший прикладається до перевізного документу, в якому робиться про це відповідна відмітка з вказівкою номера акту, третій залишається у перевізника. Після закінчення догляду контейнер опломбується вантажовласником або його експедитором і органом, що робив догляд.

При передачі з одного виду транспорту на інший, незалежно від виду повідомлення, контейнери (навантажені або порожні) мають бути в справному стані. Не допускається передача контейнерів з несправностями, загрозливими безпеці обслуговуючого персоналу, безпеки перевезення, переробки контейнерів і збереження вантажів, а також що створюють можливість доступу до вантажу або проникнення атмосферних опадів і води.

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

Повна розрахункова водотоннажність судна $\Delta_{\text{р}}$, яке служить початковою величиною при визначенні його чистої вантажопідйомності $\Delta_{\text{ч}}$ на рейс, залежить від вантажних марок в портах вантаження і вивантаження і вантажних марок і обмежень опади на трасі переходу.

Для визначення $\Delta_{\text{р}}$ потрібне по карті зон і сезонних районів визначити діючі вантажні марки відповідно до пори року.

Перехід Мерсін - Ліворно проходить у в зоні дії літньої вантажної марки. За розрахункову водотоннажність приймаємо, встановлене для зони дії літньої вантажної марки.

Повна водотоннажність з ТЕХ судна :

$$\Delta_{\text{р}} = 17722,3 \text{ т.}$$

Після знаходження розрахункової водотоннажності судна визначають повну вантажопідйомність(дедвейт) судна :

$$\Delta W = \Delta p - \Delta_0, \quad (3.1)$$

де Δ_0 - водотоннажність судна порожньому, т.

$$\Delta W = 17722,3 - 4792,4 = 12929,9 \text{ т}$$

Ходовий час визначається по формулі:

$$t_p = S/(V_s \cdot 24) + t_{зп}, \quad (3.2)$$

де V_s - швидкість судна;

S - протяжність траси переходу, милі;

$t_{зп}$ - час затримок судна в дорозі, доба.

$$t_x = 1505/(24 \cdot 18) + 0,1 = 3,6 \text{ доби.}$$

Нормативна тривалість часу стоянки розраховується по формулі:

$$t_{ст} = \frac{a \cdot Q_i}{M}, \quad (3.3)$$

де Q_i - кількість контейнерів, шт;

M - валова норма вантажних робіт, шт/доба.

$$t_{ст} = 724/1000 = 0,7 \text{ доби}$$

Кількість вантажу, яка може прийняти судно, залежить від величини запасів. Зазвичай немає необхідності враховувати запаси стоянок, що витрачаються в порту вантаження, оскільки до моменту закінчення вантаження запаси стоянок, передбачені на час вантаження будуть витрачені. Тому загальна кількість рейсових запасів $P_{зап}$ розраховується як сума ходових запасів $P_{хзап}$ і необхідних для порту вивантаження запасів стоянок $P_{стзап}$:

$$P_{зап} = P_{зап}^x + P_{зап}^{ст}; \quad (3.4)$$

Кількість ходових запасів складає суму:

$$P_{зап}^x = P_T^x + P_B^x + P_{см}^x; \quad (3.5)$$

де P_T^x , P_B^x , $P_{см}^x$ - відповідно кількість палива, води і мастильної олії необхідне на перехід від порту вантаження до порту вивантаження з урахуванням коефіцієнта штормового запасу $k_{шт}$ (прийmemo 10%).

$$P^x_T = q^x_T \cdot t_x \cdot k_{шт}; \quad (3.6)$$

$$P^x_B = q^x_B \cdot t_x \cdot k_{шт}; \quad (3.7)$$

$$P^x_{см} = q^x_M \cdot t_x \cdot k_{шт}; \quad (3.8)$$

де q^x_T, q^x_B, q^x_M - добова норма витрачання палива, води і олії на ходу судна відповідно, т/доба.

$$P^x_T = 46,982 \cdot 3,6 \cdot 1,1 = 186 \text{ т}$$

$$P^x_B = 4 \cdot 3,6 \cdot 1,1 = 15,8 \text{ т}$$

$$P^x_{см} = 0,3 \cdot 3,6 \cdot 1,1 = 1,2 \text{ т}$$

$$P^x_{зап} = 186 + 15,8 + 1,2 = 203 \text{ т}$$

Аналогічно знаходять кількість запасів на стоянці :

$$P^{ст}_{зап} = P^{ст}_T + P^{ст}_B + P^{ст}_{см}; \quad (3.9)$$

$$P^{ст}_T = q^{ст}_T \cdot t_{ст}; \quad (3.10)$$

$$P^{ст}_B = q^{ст}_B \cdot t_{ст}; \quad (3.11)$$

$$P^{ст}_{см} = q^{ст}_M \cdot t_{ст}; \quad (3.12)$$

де $q^{ст}_T, q^{ст}_B, q^{ст}_M$ - добова норма витрачання палива, води і олії на стоянці судна відповідно, т/доба.

$$P^{ст}_T = 0,216 \cdot 0,7 = 0,2 \text{ т}$$

$$P^{ст}_B = 4 \cdot 0,7 = 2,8 \text{ т}$$

$$P^{ст}_{см} = 0,03 \cdot 0,7 = 0,02 \text{ т}$$

$$P^{ст}_{зап} = 0,2 + 2,8 + 0,02 = 3,02 \text{ т}$$

$$P_{зап} = 203 + 3,02 = 206,02 \text{ т}$$

Розрахувавши загальну кількість рейсових запасів, приступають до визначення чистої вантажопідйомності судна ($\Delta_{ч}$) на рейс:

$$\Delta_{ч} = \Delta_W - (P_{зап} + P_{ек});$$

де $P_{ек}$ - екіпаж, постачання та ін.

$$\Delta_{ч} = 12929,9 - (206,02 + 180) = 12543,9 \text{ т}$$

Значення чистої вантажопідйомності судна визначає максимальну кількість вантажу, яке судно може прийняти до перевезення на даний рейс.

Оскільки рейс фактичний, то кількість запасів прийнятих на судно відрізняється від розрахованого.

3.4 Складання вантажного плану

Від якості складеного вантажного плану залежать безпека мореплавання, збереженість вантажів, комерційні результати роботи судна.

При складанні вантажного плану для генеральних, навалювальних і зернових вантажів на практиці використовується принцип розподілу вагового навантаження по довжині судна пропорційно об'єму вантажних приміщень за допомогою коефіцієнту співвідношення вантажомісткості кожного вантажного приміщення (k_{ci}), що визначається за формулою:

$$K_i = \frac{W_i}{W_c}, \quad (i = 1, 2, \dots, n); \quad (3.14)$$

де W_i – вантажомісткість i -го вантажного приміщення, m^3 ;

W_c – вантажомісткість судна, m^3 ;

i – номер вантажного приміщення ($i=1, 2, \dots, n$).

Значення розподіленої маси для i -го вантажного приміщення (Q_i) визначається як добуток коефіцієнту співвідношення вантажомісткості i -го вантажного приміщення (k_{ci}) на розраховану загальну масу вантажів, що приймається на даний рейс ($Q_{общ}$):

$$Q_i = k_{ci} \times Q_{общ}$$

Підсумкові дані по кожному трюму і усьому судну в цілому, відповідно до результатів розподілу вантажів, представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Розподіл вантажів

Бей №	Тип №	Кількість, шт	Маса т
1	2	3	4
01	04	2	37

	06	2	56,8
	08	4	46,9
	82	6	51,2
	84	6	54,6
03	02	2	37,0
	04	2	37,0
	06	4	56,8
	08	4	46,9
	82	6	50,1
	84	6	59,9
	86	4	32,5
05	02	3	56,7
	04	5	87,5
	06	5	93,1
	08	7	86,5

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4
	82	9	81,1
	84	9	78,1
	86	7	66,5
07	02	3	56,7
	04	5	87,5
	06	7	128,1
	08	7	92,5
	82	9	99,6
	84	9	80,7
	86	7	54,3
11	02	5	95,0
	04	7	130,4
	06	7	107,8
	08	7	86,8
	82	9	90,9
	84	9	70,6
	86	9	76,1
	88	6	44,4
13	02	7	133,0
	04	7	128,7
	06	7	110,8
	08	7	93,1
	82	9	90,9
	84	9	96,9
	86	9	76,5
	88	5	37,0
15	02	7	150,5
	04	7	124,5
	06	7	119,5
	08	7	94,0
	82	9	90,4
	84	9	71,9

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4
	86	9	78,7
	88	5	34,5
17	02	7	156,4
	04	7	124,5
	06	7	121,0
	08	7	94,0
	82	9	94,0
	84	9	76,5
	86	9	80,1
	88	4	28,6
23	02	7	152,7
	04	7	126,0
	06	7	98,9
	08	7	93,7
25	02	7	150,5
	04	7	123,5
	06	7	102,9
	08	7	91,4
29	02	5	114,5
	04	7	126,0
	06	7	91,0
	08	7	80,3
	82	9	89,1
	84	9	77,4
	86	9	84,1
	88	5	35,3
31	02	3	68,7
	04	7	127,1
	06	7	93,1
	08	7	86,9
	82	9	91,8
	84	9	80,0

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4
	86	9	79,1
	88	7	50,1
33	80	7	71,4
	82	9	96,4
	84	9	86,7
	86	9	65,7
	88	5	38,9
35	80	7	74,1
	82	9	90,2
	84	9	87,1
	86	9	87,3
	88	5	36,1
Всього 20'		628	7771,6
20	02	7	249,2
	04	7	199,2
	06	7	170,8
	08	7	140,7
	82	9	166,2
	84	9	157,2
	86	9	128,1
	88	7	73,5
24	82	9	167,7
	84	9	141,1
	86	9	114,7
	88	7	74,7
Всього 40'		96	1783,1
ВСЬОГО		724	9554,7

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

Рейс здійснювався з порту Мерсін в порт Ліворно в липні місяці. Протяжність переходу 1505 милі. Гідрометеорологічні умови плавання описані в 2 главі. Короткий опис портів і їх технічні можливості опишемо нижче.

Порт Мерсін (36°48' N, 34°39 'E), один з найбільш значних турецьких портів на Середземному морі, знаходиться у міста Мерсін у вершині Мерсінського затоки (Mersin Limani).

Порт складається з Внутрішньої гавані, утвореної Східним і Південним молами, і відкритого рейду. У північно-східній частині Внутрішньої гавані знаходиться Військова і Рибна гавані. Прилегла до Внутрішньої гавані частина рейду називається Зовнішньою гаванню. У східній частині порту знаходяться невелика гавань і гавань-притулок для риболовних суден.

У порту обробляються як експортні, так і транзитні вантажі. У ній є причальні споруди: для пасажирських суден; суден, що перевозять генеральні вантажі; контейнеровозів; ролкерів; суден, перевозящих навалювальні вантажі, і танкерів.

Портові засоби і устаткування. У порту споруджені пірси для обробки суден з генеральними вантажами. На середньому пірсі є устаткування, що дозволяє робити вантаження зерна із швидкістю 800 т/г, а вивантаження із швидкістю 200 т/г.

На причалах порту встановлені стаціонарні крани вантажопідйомністю до 35 т і пересувні крани вантажопідйомністю до 70 т; є плавучий кран вантажопідйомністю 60 т. До причалів підведені залізничні колії. Є буксири і ліхтери.

Ремонт. Дрібний ремонт суднових механізмів можна зробити в залізничних майстернях міста.

Постачання. Рідке паливо набирають з цистерн. Вода підведена до причалів; на судна, стоячі у нафтового пірсу Аташ, вона доставляється Водоліями.

Ліворно знаходиться в 8,2 милі до NNW від мису Фортуллино. Порт захищений з S хвилеломом Велья, розташованим до W від мису Кавалледжери (шир. $43^{\circ}32' N$, довг $10^{\circ}18' E$), з W — хвилеломом Дига-Курвилинеа і його продовженням — хвилеломом Мелорія, і з N — молом Мардзокко. У порту періодично проводяться днопоглиблювальні роботи. Усі проходи в порт Ліворно і входи у басейни захищаються світящими буями. На краях молів і хвилеломів встановлені світящі знаки і вогні. До W від порту між ним і банкою Мелорія розташований рейд Ліворно.

Портові засоби і устаткування. Порт Ліворно добре обладнаний навантажувально-розвантажувальними засобами. У набережних обладнані причали, на яких встановлені крани. У порту є декілька плавучих кранів і буксири; чотири з наявних буксирів обладнані рятувальними засобами.

Ремонт. Ремонт корпусу і суднових механізмів може бути зроблений на суднобудівельній верфі в Новому басейні, де є сухий док і декілька сліпів; вантажопідйомність найбільшого із сліпів 1000 т.

Постачання. У порту є запаси палива і дизельної олії. Запаси прісної води можна поповнити з водопроводів, підведених до деяких причалів.

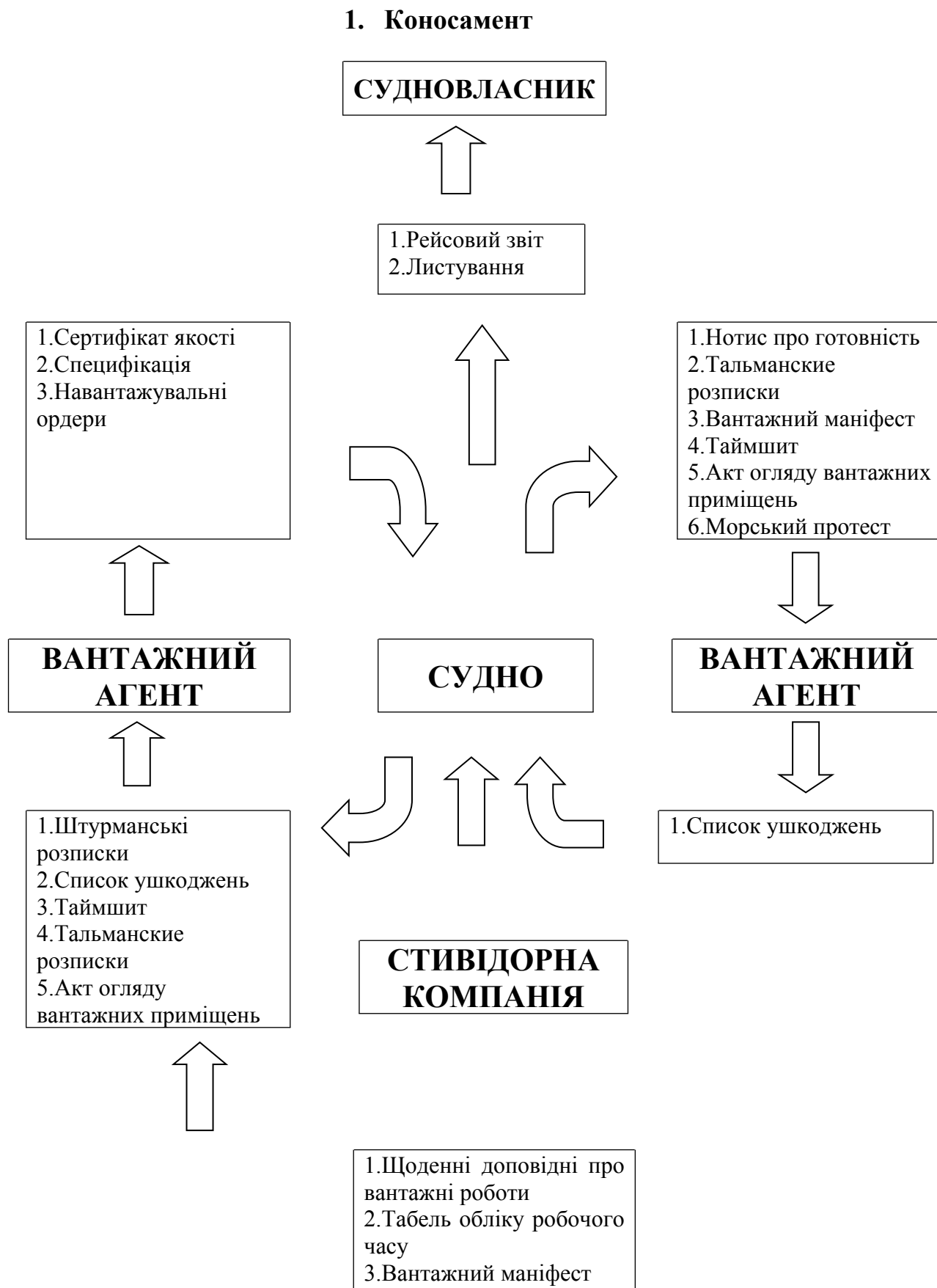


Рисунок 3.1 - Загальна схема документообігу перевезення вантажів морем

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1. Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

Розподіл запасів на судні на відхід і прихід представлений в таблиці.4.1 і таблиця.4.2

Таблиця 4.1 – Розподіл запасів на відхід

Найменування цистерн	Місткість т	На відхід				
		Маса т	Плечі, м		Моменти, тм	
			Від к.п.	Z _V	Від к.п.	M _z
<i>Моторне паливо</i>						
Танк запасу ЛБ 138 - 142	188,94	180	98,014	6,361	17643	1145
Танк запасу ПРБ 138 - 142	199,0	180	97,931	6,353	17628	1144
Танк відстоювання ПРБ 31 – 38	55,82	55	24,613	8,304	1354	457
Танк відстоювання ПРБ 24 – 31	56,78	55	19,136	8,673	1052	477
Танк відстоювання ПРБ 30 – 34	22,06	21	22,423	8,198	471	172
Всього моторного палива		491			38148	3395
<i>Дизельне паливо</i>						
Танк запасу ЛБ 40 – 49	93,64	50	31,410	2,864	1571	143
Танк запасу ПРБ 40 – 49	93,74	50	31,410	2,864	1571	143
Танк відстоювання ПРБ 21 – 23	7,33	7	15,406	9,413	108	66
Танк відстоювання ПРБ 19 – 21	6,89	6,5	14,008	9,413	91	61
Танк витрати ПРБ 16 – 19	9,4	9	12,272	9,460	110	85
Танк витрати ПРБ 11 – 16	9,07	9	9,537	9,690	86	87
Всього дизельного палива		131,5			3537	585
<i>Масило</i>						
Танк запасу ЛБ 36 – 39	34,40	24,5	26,280	6,197	644	152
Танк витрати 24 – 38	17,19	12,4	21,700	1,800	269	22
Танк трансмісійного мастила 24–27	2,41	2,1	17,975	1,678	38	4
Танк запасу мастила ЛБ -3 – -1	2,06	1,5	-1,580	6,197	-2	9
Танк запасу мастила ПРБ -3 – -1	2,06	1,5	-1,580	6,197	-2	9
Всього мастила		42			947	196

Продовження таблиці 4.1.

1	2	3	4	5	6	7
<i>Вода</i>						
Ахтерпik ЛБ 2 – 14	80,99	70	5,976	7,483	418	524
Ахтерпik ПРБ 2 – 14	80,99	70	5,976	7,483	418	524
Всього води		140			836	1048
<i>Інше</i>						
Танк відстою ЛБ 29 – 33	31,47	12,5	21,832	6,794	273	85
Танк брудного мастила ЛБ 33 – 36	27,75	8,4	24,192	6,427	203	54
Танк термічного мастила 21 – 23	4,97	2,7	15,419	0,862	42	2
Донний танк 14 – 21	13,65	4,4	12,319	0,999	54	4
Танк збору води ЛБ 35 – 38	8,56	4,1	25,391	1,406	104	6
Танк відстою 28 – 32	7,30	2,5	21,131	1,553	53	4
Всього		34,6			729	155
РАЗОМ ЗАПАСІВ:		839,1	52,67	6,41	44197	5379

Таблиця 4.2 – Розподіл запасів на прихід

Найменування цистерн	Місткість т	На прихід				
		Маса т	Плечі, м		Моменти, тм	
			Від к.п.	Z _V	Від к.п.	M _Z
1	2	3	4	5	6	7
<i>Моторне паливо</i>						
Танк запасу ЛБ 138 - 142	188,94	100	98,014	6,361	9801	636
Танк запасу ПРБ 138 - 142	199,0	100	97,931	6,353	9793	635
Танк відстоювання ПРБ 31 – 38	55,82	55	24,613	8,304	1354	457
Танк відстоювання ПРБ 24 – 31	56,78	55	19,136	8,673	1052	477
Танк відстоювання ПРБ 30 – 34	22,06	20,9	22,423	8,198	469	171
Всього моторного палива		330,9			22469	2376
<i>Дизельне паливо</i>						
Танк запасу ЛБ 40 – 49	93,64	46	31,410	2,864	1445	132
Танк запасу ПРБ 40 – 49	93,74	45	31,410	2,864	1413	129
Танк відстоювання ПРБ 21 – 23	7,33	7	15,406	9,413	108	66
Танк відстоювання ПРБ 19 – 21	6,89	6,5	14,008	9,413	91	61
Танк витрати ПРБ 16 – 19	9,4	9	12,272	9,460	110	85

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7
Танк витрати ПРБ 11 – 16	9,07	9	9,537	9,690	86	87
Всього дизельного палива		122,5			3253	560
<i>Мастило</i>						
Танк запасу ЛБ 36 – 39	34,40	23,4	26,280	6,197	615	145
Танк витрати 24 – 38	17,19	12,4	21,700	1,800	269	22
Танк трансмісійного мастила 24–27	2,41	2,1	17,975	1,678	38	4
Танк запасу мастила ЛБ -3 – -1	2,06	1,5	-1,580	6,197	-2	9
Танк запасу мастила ПРБ -3 – -1	2,06	1,5	-1,580	6,197	-2	9
Всього мастила		40,9			918	189
<i>Вода</i>						
Ахтерпик ЛБ 2 – 14	80,99	63	5,976	7,483	376	471
Ахтерпик ПРБ 2 – 14	80,99	62,6	5,976	7,483	374	468
Всього води		125,6			750	939
<i>Інше</i>						
Танк відстою ЛБ 29 – 33	31,47	12,5	21,832	6,794	273	85
Танк брудного мастила ЛБ 33 – 36	27,75	8,4	24,192	6,427	203	54
Танк термічного мастила 21 – 23	4,97	2,7	15,419	0,862	42	2
Донний танк 14 – 21	13,65	4,4	12,319	0,999	54	4
Танк збору води ЛБ 35 – 38	8,56	4,1	25,391	1,406	104	6
Танк відстою 28 – 32	7,30	2,5	21,131	1,553	53	4
Всього		34,6			729	155
РАЗОМ ЗАПАСІВ:		654,5	42,96	6,45	28119	4219

Розподіл баласту приведений в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3.– Розміщення баласту

Найменування цистерн	Місткість, т	Маса т	Плечі, м		Моменти, тм	
			Від к.п.	Z _v	Від к.п.	M _z
1	2	3	4	5	6	7
Форпик	205.13	205	137,656	5,73	28219	1175
Танк подвійного дна	83.97	83	117,935	1,086	9789	90
Бортовий танк ЛБ	198.80	198	118,5	4,675	23463	926
Бортовий танк ПРБ	198.80	198	118,5	4,675	23463	926

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4	5	6	7
Танк подвійного дна ЛБ	113.46	113	103,735	0,991	11722	112
Танк подвійного дна ПРБ	119.26	119	103,457	0,983	12311	117
Танк подвійного дна ЛБ	125.31	125	89,798	0,851	11225	106
Танк подвійного дна ПРБ	150.16	150	89,881	0,842	13482	126
Танк подвійного дна ЛБ	174.74	174	76,712	0,802	13348	140
Танк подвійного дна ПРБ	203.76	203	76,703	0,801	15571	163
Танк подвійного дна ЛБ	157.63	157	62,611	0,797	9830	125
Танк подвійного дна ПРБ	183.89	183	62,616	0,797	11459	146
Танк подвійного дна ЛБ	149.29	149	49,826	0,802	7424	119
Танк подвійного дна ПРБ	174.17	174	49,808	0,801	8667	139
РАЗОМ БАЛАСТУ:		2231	89,63	1,98	199973	4410

Розподіл вантажів представлений в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4– Розподіл вантажів

Бей №	Тир №	Кількість, шт	Маса т	Плечі, м		Моменти, тм	
				X_v	Z_v	M_x	M_z
1	2	3	4	5	6	7	8
01	04	2	37	121,999	5,690	4514	211
	06	2	56,8	121,999	8,284	6930	471
	08	4	46,9	121,999	10,875	5722	510
	82	6	51,2	122,196	15,013	6256	769
	84	6	54,6	122,196	17,604	6672	961
03	02	2	37,0	115,865	3,100	4287	115
	04	2	37,0	115,865	5,690	4287	211
	06	4	56,8	115,865	8,284	6581	471
	08	4	46,9	115,865	10,875	5434	510
	82	6	50,1	116,062	15,013	5815	752
	84	6	59,9	116,062	17,604	6952	1054
	86	4	32,5	116,062	20,195	3772	656
05	02	3	56,7	108,761	3,100	6167	176
	04	5	87,5	108,761	5,690	9517	498
	06	5	93,1	108,761	8,284	10126	771
	08	7	86,5	108,761	10,875	9408	941

Продовження таблиці 4.4

1	2	3	4	5	6	7	8
	82	9	81,1	108,622	15,013	8809	1218
	84	9	78,1	108,622	17,604	8483	1375
	86	7	66,5	108,622	20,195	7223	1343
07	02	3	56,7	102,627	3,100	5819	176
	04	5	87,5	102,627	5,690	8980	498
	06	7	128,1	102,627	8,284	13147	1061
	08	7	92,5	102,627	10,875	9493	1006
	82	9	99,6	102,488	15,013	10208	1495
	84	9	80,7	102,488	17,604	8271	1421
	86	7	54,3	102,488	20,195	5565	1097
11	02	5	95,0	93,361	2,802	8869	266
	04	7	130,4	93,361	5,393	12174	703
	06	7	107,8	93,361	7,984	10064	861
	08	7	86,8	93,361	10,575	8104	918
	82	9	90,9	93,496	15,013	8499	1365
	84	9	70,6	93,496	17,604	6601	1243
	86	9	76,1	93,496	20,195	7115	1537
	88	6	44,4	93,496	22,786	4151	1012
13	02	7	133,0	87,227	2,802	11601	373
	04	7	128,7	87,227	5,393	11226	694
	06	7	110,8	87,227	7,984	9665	885
	08	7	93,1	87,227	10,575	8121	985
	82	9	90,9	87,362	15,013	7941	1365
	84	9	96,9	87,362	17,604	8465	1706
	86	9	76,5	87,362	20,195	6683	1545
	88	5	37,0	87,362	22,786	3232	843
15	02	7	150,5	80,061	2,802	12049	422
	04	7	124,5	80,061	5,393	9968	671
	06	7	119,5	80,061	7,984	9567	954
	08	7	94,0	80,061	10,575	7526	994
	82	9	90,4	79,922	15,013	7225	1357
	84	9	71,9	79,922	17,604	5746	1266

Продовження таблиці 4.4

1	2	3	4	5	6	7	8
	86	9	78,7	79,922	20,195	6290	1589
	88	5	34,5	79,922	22,786	2757	786
17	02	7	156,4	73,297	2,802	11464	438
	04	7	124,5	73,297	5,393	9125	671
	06	7	121,0	73,297	7,984	8869	966
	08	7	94,0	73,297	10,575	6890	994
	82	9	94,0	73,788	15,013	6936	1411
	84	9	76,5	73,788	17,604	5645	1347
	86	9	80,1	73,788	20,195	5910	1618
	88	4	28,6	73,788	22,786	2110	652
23	02	7	152,7	52,773	2,802	8058	428
	04	7	126,0	52,773	5,393	6649	680
	06	7	98,9	52,773	7,984	5219	790
	08	7	93,7	52,773	10,575	4945	991
25	02	7	150,5	46,639	2,802	7019	422
	04	7	123,5	46,639	5,393	5760	666
	06	7	102,9	46,639	7,984	4799	822
	08	7	91,4	46,639	10,575	4263	967
29	02	5	114,5	37,373	2,802	4279	321
	04	7	126,0	37,373	5,393	4709	680
	06	7	91,0	37,373	7,984	3401	727
	08	7	80,3	37,373	10,575	3001	849
	82	9	89,1	37,511	15,013	3342	1338
	84	9	77,4	37,511	17,604	2903	1363
	86	9	84,1	37,511	20,195	3155	1698
	88	5	35,3	37,511	22,786	1324	804
31	02	3	68,7	31,239	2,802	2146	192
	04	7	127,1	31,239	5,393	3970	685
	06	7	93,1	31,239	7,984	2908	743
	08	7	86,9	31,239	10,575	2715	919
	82	9	91,8	31,377	15,013	2880	1378
	84	9	80,0	31,377	17,604	2510	1408

Продовження таблиці 4.4

1	2	3	4	5	6	7	8
	86	9	79,1	31,377	20,195	2482	1597
	88	7	50,1	31,377	22,786	1572	1142
33	80	7	71,4	23,061	13,495	1647	964
	82	9	96,4	23,061	16,086	2223	1551
	84	9	86,7	23,061	18,677	1999	1619
	86	9	65,7	23,061	21,268	1515	1397
	88	5	38,9	23,061	23,859	897	928
35	80	7	74,1	16,927	13,495	1254	1000
	82	9	90,2	16,927	16,086	1527	1451
	84	9	87,1	16,927	18,677	1474	1627
	86	9	87,3	16,927	21,268	1478	1857
	88	5	36,1	16,927	23,859	611	861
Всього 20'		628	7771,6	70,470	11,200	547660	87069
20	02	7	249,2	63,006	2,802	15701	698
	04	7	199,2	63,006	5,393	12551	1074
	06	7	170,8	63,006	7,984	10761	1364
	08	7	140,7	63,006	10,575	8865	1488
	82	9	166,2	63,144	15,013	10495	2495
	84	9	157,2	63,144	17,604	9926	2767
	86	9	128,1	63,144	20,195	8089	2587
	88	7	73,5	63,144	22,786	4641	1675
24	82	9	167,7	49,570	15,013	8313	2518
	84	9	141,1	49,570	17,604	6994	2484
	86	9	114,7	49,570	20,195	5686	2316
	88	7	74,7	49,570	22,786	3703	1702
Всього 40'		96	1783,1	59,293	12,993	105725	23168
ВСЬОГО		724	9554,7	68,384	11,537	653385	110237

На підставі виконаних розподілів вантажу, баласту і запасів складемо таблицю звідних даних і розрахунку водотоннажності з вказівкою координат центру тяжіння судна.

Таблиця 4.5 – Звідні дані і розрахунок водотоннажності

Найменування статей навантаження	На відхід				
	Маса т	Плечі, м		Моменти, тм	
		Від к.п.	Z_V	Від к.п.	M_z
Судно порожньому	4792,4	57,33	9,41	274748	45096
Константа (екіпаж, пров. і ін.)	180	32,65	8,85	5877	1593
Суднові запаси	839,1	52,67	6,41	44197	5379
Вантаж	9554,7	68,384	11,537	653385	110237
Баласт	2231	89,63	1,98	199973	4410
РАЗОМ ВОДОТОННАЖНІСТЬ:	17597,2	66,95	9,47	1178180	166715

Продовження таблиці 4.5.

Найменування статей навантаження	На прихід				
	Маса т	Плечі, м		Моменти, тм	
		Від к.п.	Z_V	Від к.п.	M_z
Судно порожньому	4792,4	57,33	9,41	274748	45096
Константа (екіпаж, пров. і ін.)	180	32,65	8,85	5877	1593
Суднові запаси	654,5	42,96	6,45	28119	4219
Вантаж	9554,7	68,384	11,537	653385	110237
Баласт	2231	89,63	1,98	199973	4410
РАЗОМ ВОДОТОННАЖНІСТЬ:	17412,6	66,74	9,51	1162102	165555

Схематично розподіл вантажу представлений на бей-плані.

4.2. Розрахунки посадки і початкової остійності

Розрахунок посадки судна на відходь на прихід виконується з використанням вантажної шкали (Cargo Scale) і гідростатичних кривих (Hydrostatic Curves).

Таблиця 4.6 – Розрахунок посадки судна на відхід і на прихід

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
Водотоннажність масова, т	D	17597,2	17412,6
Абсциса центру тяжіння судна, м	x_g от КП	66,95	66,74
Водотоннажність об'ємна, м ³	$V = D / \rho$	17168	16988
Щільність забортної води, т/м ³	ρ	1,025	1,025
Осідання судна, м	T	8,27	8,20
Момент диферентуючий на 1 см, тм/м	M_1	245,8	243,8
Абсциса центру величини судна, м	x_c от КП	67,469	67,519
Абсциса ц.Т. площі ватерлінії, м	x_f от КП	62,835	62,89
Апліката поперечного метacentру, м	z_m	10,33	10,32
Коефіцієнт загальної повноти	∇	0,656	0,654
Диферент судна, м	$d = D(x_g - x_c)/(100M_1)$	-0,37	-0,56
Осідання судна носом, м	$T_n = T + (L + x_f) d/L$	8,07	7,89
Осідання судна кормою, м	$T_k = T_n - d$	8,44	8,45

Для виконання розрахунків і контролю остійності судна необхідно визначити поправки на вплив вільної поверхні рідких вантажів (запасів) до метacentричної висоти і плечей статичної остійності. Поправочні моменти $\sum m_h$ вибираються з таблиці даних по судових цистернах, що приводиться в Інформації.

Таблиця 4.7 – Поправки на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	$\sum m_h$, тм
Танк запасу ЛБ 138 - 142	925
Танк запасу ПРБ 138 - 142	924
Танк запасу ЛБ 40 – 49	92
Танк запасу ПРБ 40 – 49	92
Ахтерпик ЛБ 2 – 14	50
Ахтерпик ПРБ 2 – 14	50
Танк брудного мастила ЛБ 33 – 36	54
Сума: $\sum m_h$	2187

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
Водотоннажність масова, т	D	17597,2	17412,6
Невиправлена апліката Ц.Т.судна, м	z'_g	9,47	9,51
Апліката поперечного метацентру, м	z_m	10,33	10,32
Невиправлена висота МТЦ, м	$h_0 = z_m - z'_g$	0,86	0,81
Поправка до МТЦ висоті, м	$\Delta z_g = \Delta z_m \cdot m_h / D$	0,12	0,13
Виправлена висота МТЦ, м	$h = h_0 - \Delta z_g$	0,74	0,68
Виправлена апліката Ц.Т. судна, м	$z_g = z'_g + \Delta z_g$	9,59	9,64

4.3. Контроль остійності по матеріалах Інформації

Кожне судно повинне бути забезпечене Інформацією про остійність (Stability Booklet, Trim & Stability Book), затверджену класифікаційним суспільством і що містить достатню інформацію для перевірки відповідності остійності судна вимогам цього класифікаційного суспільства або ІМО.

Перевірка остійності по матеріалах Інформації виконується по граничних статичних моментах, або по допустимих метацентричних висотах, або по критичному піднесенню центру тяжіння судна (залежно від того, який графік або таблиця є в Інформації).

Перевірку остійності по матеріалах Інформації виконаємо по критичному піднесенню ЦТ судна

Таблиця 4.9– Перевірки остійності по критичному піднесенню ЦТ судна

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	17597,2	17412,6
Апліката Ц.Т. судна, м	z'_g	9,47	9,51
Поправка до аплікати Ц.Т. судна, м	$\Delta z_g = \Delta z_m \cdot m_h / D$	0,12	0,13
Виправлена апліката Ц.Т. судна, м	$z_g = z'_g + \Delta z_g$	9,59	9,64
Максимальна гранична апліката Ц.Т., м	$z_g^{\max}$	10,18	10,17

Оскільки $Z_g < Z_g^{\max}$, то остійність задовольняє всім вимогам.

4.4. Розрахунок і побудова діаграм остійності

За допомогою пантокарен виконаємо розрахунок плечей статичної і динамічної остійності.

Таблиця 4.10 - Розрахунок плечей статичної і динамічної остійності

Н а в і д х і д (D = 17597 т)						
Кути крену φ , °	10	20	30	40	50	60
Плече остійності. форми l_{ϕ} , м	1,797	3,564	5,28	6,804	8,047	8,859
Плече остійності ваги l_{θ} , м	1,665	3,280	4,795	6,164	7,346	8,305
Плече стат.остійності l , м	0,132	0,284	0,485	0,640	0,701	0,554
Напівсуми плечей попарно, м	0,066	0,208	0,385	0,563	0,671	0,628
Крок кута крену, рад	0,175	0,175	0,175	0,175	0,175	0,175
Твір si , м рад	0,012	0,036	0,067	0,099	0,117	0,110
Плече дин.остійності. l_d , м рад	0,012	0,048	0,115	0,214	0,331	0,441

Продовження таблиці 4.10

Н а п р и х і д (D = 17412 т)						
Кути крену φ , °	10	20	30	40	50	60
Плече остійності форми l_{ϕ} , м	1,795	3,567	5,29	6,814	8,057	8,869
Плече остійності ваги l_{θ} , м	1,674	3,297	4,820	6,196	7,384	8,348
Плече стат.остійності l , м	0,121	0,270	0,470	0,618	0,673	0,521
Напівсуми плечей попарно, м	0,061	0,196	0,370	0,544	0,646	0,597
Крок кута крену, рад	0,175	0,175	0,175	0,175	0,175	0,175
Твір si , м рад	0,011	0,034	0,065	0,095	0,113	0,104
Плече дин.остійності. l_d , м рад	0,011	0,045	0,110	0,205	0,318	0,422

За наслідками розрахунків будуюмо діаграми остійності на відхід (рис.4.2) і на прихід (рис.4.3).

4.5. Розрахунки нормованих параметрів остійності

Розрахунок нормованих параметрів остійності виконаний в таблиці 4.11.

Таблиця 4.11 Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	17597,2	17412,6
Осідання судна, м	T	8,27	8,20
Виправлена висота МТЦ, м	h	0,74	0,68
Площа парусності, м ²	A _v	2210	2220
Возвищення Ц.П. над ватерлінією, м	z	7,88	7,91
Возвищення Ц.П. над Ц.Б.С., м	$z_v = z + T/2$	12,02	12,01
Плече постійного вітру, що кренить, м	$l_{w1} = 0,504 A_v z_v / (g D)$	0,078	0,079
Плече пориву вітру, що кренить, м	$l_{w2} = 1,5 l_{w1}$	0,117	0,119
Відн. площа скуластих кілей, %	$100 A_k / (L B)$	1,788	
Коефіцієнт	k	0,910	
Аргумент	$\sqrt{h_0} / B$	0,041	0,040
Відносна ширина	B/T	2,74	2,77
Безрозмірний множник	X ₁	0,942	0,936
Коефіцієнт загальної повноти		0,656	0,654
Безрозмірний множник	X ₂	0,974	0,972
Інерційний коефіцієнт	$c = 0,373 + 0,023B/T - 0,043L/100$	0,376	0,377
Період хитавиці, с	$T_0 = 2 c B / \sqrt{h_0}$	18,4	19,0
Коефіцієнт	S	0,0374	0,0365
Коефіцієнт	$r = 0,73 + 0,6 (z_g - T) / T$	0,826	0,835
Амплітуда хитавиці с	$\varphi_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{r S}$	16,1	15,9
Кут заливки °	φ_f	-	-
Кут входу палуби у воду °	$\varphi_d = \arctg(2(H - T) / B)$	19,1	19,4
Кут крену від постійного вітру °	φ_0	6,0	6,6
Кут крену при хитавиці назустріч вітру °	$\varphi_1 = \varphi_{r \text{ IMO}} - \varphi_0$	10,0	9,2

Продовження таблиці 4.11

1	2	3	4
Плече динам.остійн. при куті α_1 , м-рад	d_1	0,0120	0,0095
Кут статич.крена, відпов. плечу l_{w2} , °	α_2	8,9	9,9
Плече динам.остійн. при куті α_2 , м-рад	d_2	0,0098	0,0108
Кут 2-ої точки перетину l_{w2} с ДСО, °	α_{w2}	>50	>50
Межа площ. “b” діаграми справа °	α_b	50	50
Плече динам.остійн. при α_b , м-рад	d_b	0,331	0,318
Площа “a” діаграми, м-рад	$a = d_1 + (\alpha_1 + \alpha_2) l_{w2} / 57,3 - d_2$	0,0408	0,0384
Площа “b” діаграми, м-рад	$b = d_b - (\alpha_b - \alpha_2) l_{w2} / 57,3 - d_2$	0,237	0,224
Критерій погоди	$K = b / a$	5,81	5,83
Невиправлена метацентрич. висота, м	h_0	0,86	0,81
Коефіцієнт	k_α	1,038	1,043
Розрахункове прискорення	$a_{расч} = 0,0105 h_0 / (c^2 B) k_\alpha$ α_r	0,047	0,044
Критерій прискорення	$K^* = 0,3 / a_{расч}$	6,38	6,82
Швидкість перед виходом на циркуляцію, вуз.	V_s	18	
Момент, що кренить на циркуляції, тм	$M_R = (0,037 D V_s^2) (z_g - T/2) / (gL)$	841	845
Плече моменту, що кренить, на цирк., м	$l_R = M_R / D$	0,048	0,049
Кут крену на циркуляції, градус	α_R	3,7	4,1

4.6. Перевірка виконання що рекомендуються ІМО критеріїв остійності

Виконаємо перевірку остійності по вимогах ІМО зіставляючи розраховані значення з нормативними.

Таблиця 4.13 – Перевірка виконання рекомендацій ІМО

Найменування величин	Визначення	Значення величин			Викон. (YES/NO)
		нормативне	відхід	прихід	
Загальні критерії:					
Площа діагр.стат.остійн. до 30°, м рад	A ₃₀	≥ 0,055	0,115	0,110	YES
Площа діагр.стат.остійн. до 40°, м рад	A ₄₀	≥ 0,09	0,214	0,205	YES
Площа діаграм. між 30° і 40°, м рад	A ₃₀₋₄₀	≥ 0,03	0,099	0,095	YES
Найбільш. плече діагр.стат.остійн., м	l ₃₀	≥ 0,20	0,485	0,470	YES
Кут крену, відпов. максимуму діагр., °	ϣ _m	≥ 25	48,8	48,1	YES
Виправлена метацентрич. висота, м	h	> 0,15	0,74	0,68	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	5,81	5,83	YES
Кут крену від постійного вітру °	ϣ ₀	≤ 15,3	6,0	6,6	YES

На відхід і на прихід остійність судна задовольняє всім вимогам ІМО.

4.7. Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу

Перевірку подовжньої міцності виконуємо по наближених формулах. Для розрахунку складової моменту, що вигинає, на міделі від сил дедвейту слід зробити розрахунок арифметичної суми моментів мас дедвейту (таблиця 4.14).

Таблиця 4.14 – Розрахунок арифметичної суми моментів сил дедвейту

Найменування приміщення	Плече /x _V /, м	На відхід		На прихід	
		m, т	/M _x /, тм	m, т	/M _x /, тм
1	2	3	4	5	6
Танк запасу ЛБ 138 - 142	28,274	180	5089	100	2827
Танк запасу ПРБ 138 - 142	28,191	180	5074	100	2819
Танк відстоювання ПРБ 31 – 38	45,127	55	2482	55	2482
Танк відстоювання ПРБ 24 – 31	50,604	55	2783	55	2783
Танк відстоювання ПРБ 30 – 34	47,317	21	994	20,9	989
Танк запасу ЛБ 40 – 49	38,33	50	1917	46	1763

Продовження таблиці 4.14

1	2	3	4	5	6
Танк запасу ПРБ 40 – 49	38,33	50	1917	45	1725
Танк відстоювання ПРБ 21 – 23	54,334	7	380	7	380
Танк відстоювання ПРБ 19 – 21	55,732	6,5	362	6,5	362
Танк витрати ПРБ 16 – 19	57,468	9	517	9	517
Танк витрати ПРБ 11 – 16	60,203	9	542	9	542
Танк запасу ЛБ 36 – 39	43,46	24,5	1065	23,4	1017
Танк витрати 24 – 38	48,04	12,4	596	12,4	596
Танк трансмісійного мастила 24–27	51,765	2,1	109	2,1	109
Танк запасу мастила ЛБ -3 – -1	71,32	1,5	107	1,5	107
Танк запасу мастила ПРБ -3 – -1	71,32	1,5	107	1,5	107
Ахтерпik ЛБ 2 – 14	63,764	70	4463	63	4017
Ахтерпik ПРБ 2 – 14	63,764	70	4463	62,6	3992
Танк відстою ЛБ 29 – 33	47,908	12,5	599	12,5	599
Танк брудного мастила ЛБ 33 – 36	45,548	8,4	383	8,4	383
Танк термічного мастила 21 – 23	54,321	2,7	147	2,7	147
Донний танк 14 – 21	57,421	4,4	253	4,4	253
Танк збору води ЛБ 35 – 38	44,349	4,1	182	4,1	182
Танк відстою 28 – 32	48,609	2,5	122	2,5	122
Форпik	67,916	205	13923	205	13923
Танк подвійного дна	48,195	83	4000	83	4000
Бортовий танк ЛБ	48,76	198	9654	198	9654
Бортовий танк ПРБ	48,76	198	9654	198	9654
Танк подвійного дна ЛБ	33,995	113	3841	113	3841
Танк подвійного дна ПРБ	33,717	119	4012	119	4012
Танк подвійного дна ЛБ	20,058	125	2507	125	2507
Танк подвійного дна ПРБ	20,141	150	3021	150	3021
Танк подвійного дна ЛБ	6,972	174	1213	174	1213
Танк подвійного дна ПРБ	6,963	203	1413	203	1413
Танк подвійного дна ЛБ	7,129	157	1119	157	1119
Танк подвійного дна ПРБ	7,124	183	1304	183	1304
Танк подвійного дна ЛБ	19,914	149	2967	149	2967
Танк подвійного дна ПРБ	19,932	174	3468	174	3468

Продовження таблиці 4.14

1	2	3	4	5	6
Бей 01	52,345	246,5	12903	246,5	12903
Бей 03	46,213	320,2	14797	320,2	14797
Бей 05	38,964	549,5	21411	549,5	21411
Бей 07	32,834	599,4	19681	599,4	19681
Бей 11	23,675	702	16620	702	16620
Бей 13	17,539	766,9	13451	766,9	13451
Бей 15	10,27	764	7846	764	7846
Бей 17	3,733	775,1	2893	775,1	2893
Бей 23	16,967	471,3	7997	471,3	7997
Бей 25	23,101	468,3	10818	468,3	10818
Бей 29	32,311	697,7	22543	697,7	22543
Бей 31	38,441	676,8	26017	676,8	26017
Бей 33	46,679	359,1	16762	359,1	16762
Бей 35	52,813	374,8	19794	374,8	19794
Бей 20	6,678	1284,9	8581	1284,9	8581
Бей 24	20,17	498,2	10049	498,2	10049
Екіпаж, постачання і ін.	37,09	180	6676	180	6676
СУМА:		12804,8	335588	12620,2	329755

Перевірка подовжньої міцності судна в рейсі з використанням наближених формул може бути представлена у формі таблиці 4.15.

Таблиця 4.15 - Перевірка загальної подовжньої міцності судна в рейсі

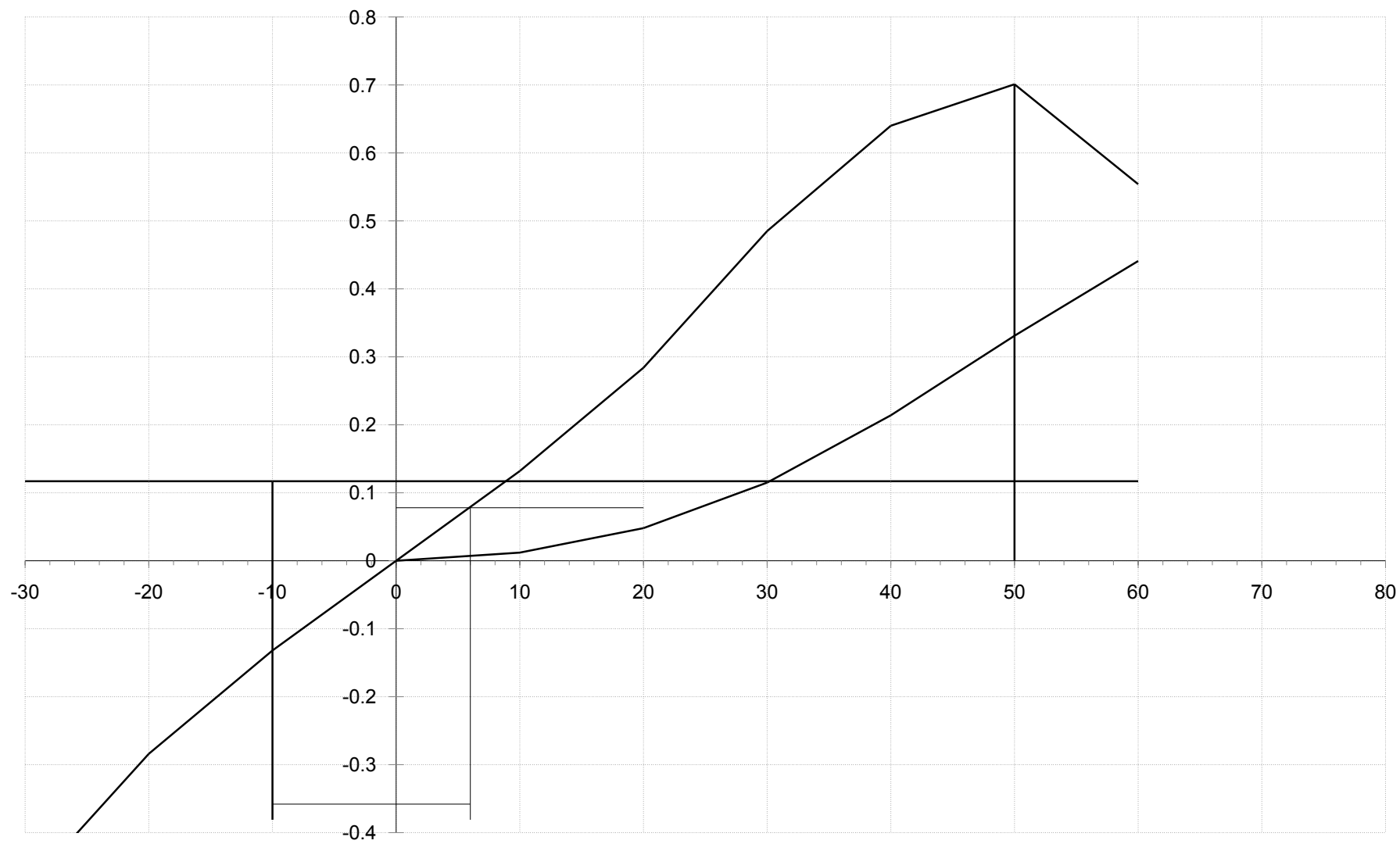
Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Числ.коефіцієнт для судна порожньому	k_{π}	0,126	
Ізг.мом. від ваги судна порожньому, кНм	$M_{\pi} = k_{\pi} D_0 L g$	826237	
Ізг.момент від сил дедвейту, кНм	$M_{DW} = 1/2 g \frac{D}{M_x}$	1646059	1617448
Коефіцієнт загальної повноти	μ	0,656	0,654
Числ.коефіцієнт для сил підтримки	$k_{сп} = 0,0895 \mu + 0,0315$	0,0902	0,0900
Ізг.момент від сил підтримки, кНм	$M_{сп} = - k_{сп} D L g$	-2171856	-2144308

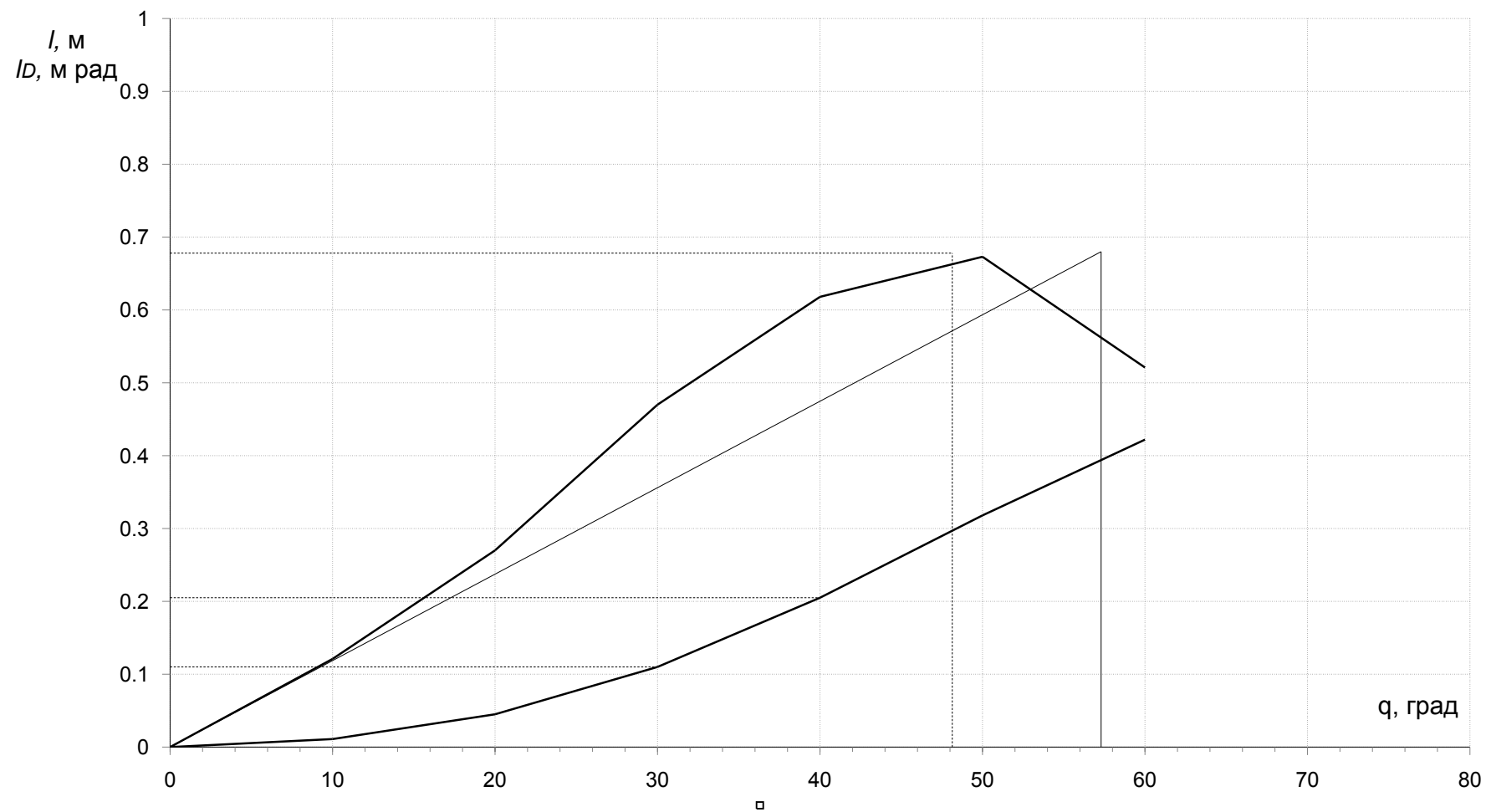
Продовження таблиці 4.15

1	2	3	4
Ізг.момент на тихій воді, кНм	$M_{изг}=M_{п} + M_{DW} + M_{сп}$	300440	299377
Вид деформації	(перегиб / прогиб)	перегин	перегин
Чисельний коефіцієнт	k_0	0,0205	0,0205
Ізг.мом, що допускається. на міделі, кНм	$M_{доп} = k_0 B L^{2,3} g$	390685	390685
Ізг. момент в % від того, що допускається	$100 M_{изг} / M_{доп}$	76,9	76,6

Протягом всього рейса загальна подовжня міцність забезпечена

Figure 1 displays a 6x6 grid of 36 small plots, each representing a different spatial scale (Bay 01 to Bay 36). Each plot shows a 5x5 grid of cells. The cells contain numerical values (e.g., 7.0, 8.5, 8.9, 9.4, 9.9) and error bars (represented by horizontal and vertical lines). The spatial patterns of values and error bars vary across the different spatial scales, illustrating the effect of spatial scale on the observed spatial pattern.





РОЗДІЛ 5

АЛГОРИТМ УПРАВЛІННЯ КУРСОМ СУДНА

Проводка судна з порту відходу в порт призначення відноситься до складних завдань управління. Її неординарність пояснюється: складністю судна як об'єкта управління і різноманітним впливом на нього зовнішнього середовища; необхідністю обробки великої кількості даних, як від внутрішніх, так і від зовнішніх джерел інформації; складністю навігаційної апаратури і силових засобів; обмеженим часом для прийняття рішень і рядом інших обставин.

Актуальність теми: в сучасних умовах плавання, вдосконалення методів водіння судна за маршрутом має дуже важливе значення, так як при швидко мінливих зовнішніх умовах плавання і нестачі часу для оцінки ситуації, недостатня стійкість судів може призвести до тяжких наслідків і навіть аварійних ситуацій. Навігаційна аварійність в світовому транспортному флоті становить близько 30.3% всіх видів аварій. Одним із способів її зниження є автоматичне рішення щодо нескладних завдань управління, таких як водіння судна по заданому маршруту, управління швидкістю ходу і виконання ряду інших операцій.

Вищесказане доводить актуальність теми даної роботи на сучасному етапі розвитку світового флоту.

Мета дослідження: вивчення і вдосконалення методів водіння судна за маршрутом.

В даній роботі розглядаються наступні методи визначення характеристик керованості: детально розглянуті алгоритми управління руху судна по курсу: стабілізація курсу, виконання поворотів, водіння по маршруту.

5.1. Стабілізація курсу

Принцип рішення задачі стабілізації курсу. Основне завдання АР в режимі «Автомат» - стабілізація курсу судна. Задають функції (3.1) в цьому завданні

мають вигляд

$$\omega_3(t)=0, K_3(t)=K_C. \quad (5.1)$$

Тобто задає функція $\omega_3(t)$ кутової швидкості повороту дорівнює нулю, а задає курс судна функція має якесь постійне значення K_C .

Стабілізація курсу полягає в підтримці поточних значень кутової швидкості і курсу рівними цих значень шляхом компенсації кермом відхилень від них, викликаних випадковими впливами. САУК при вирішенні цього завдання має:

- вимірювати і підтримувати з необхідною точністю задане значення курсу на маневрених швидкостях;
- виробляти мінімально можливу кількість включень РМ;
- забезпечувати мінімальне відхилення керма по амплітуді;
- працювати стійко без автоколивань.

При стабілізації курсу використовується принцип управління за відхиленням, який полягає у формуванні величини перекладки керма для утримання судна на курсі в залежності від помилок управління ε (Помилка кутової швидкості) і ψ (Помилка курсу).

Блок-схема САУК з АР в режимі стабілізації курсу наведена на рис. 5.1. На ній K_3 , K - заданий і поточний курс; ω_3 і ω - задана і поточна швидкість повороту. Так як $\omega_3 = 0$, то $\varepsilon = -\omega$. Відхилення від заданого курсу і швидкість повороту судна при стабілізації курсу називають також кутом і швидкістю нишпорення.

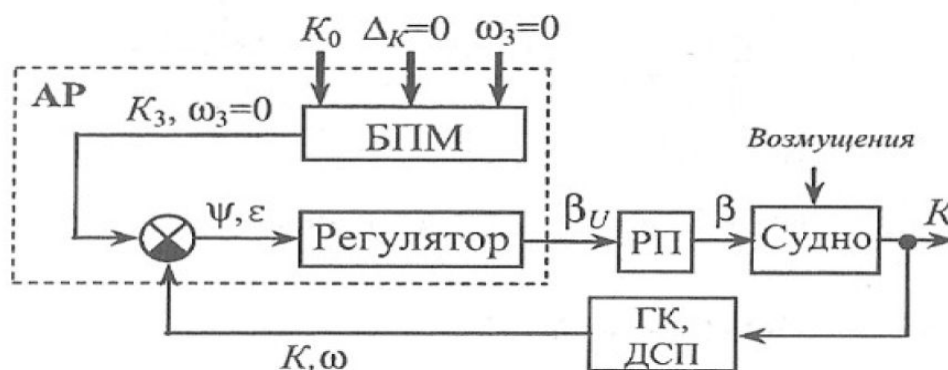


Рисунок 5.1. - САУК при стабілізації курсу

Вимірником курсу в системі є гірокомпас (ГК). Резервним датчиком курсу для середніх і великих суден (і основним для АР малих суден) може бути магнітний компас з дистанційним передаванням показань і флюкстейт компас (Fluxgate compass), на свідчення якого не впливають прискорення на хитавиці і при маневрах. Датчиком швидкості повороту (ДСП) зазвичай служить електронне або електромеханічне диференціююче курс пристрій або гіротахometr. Точність вимірювання кута і швидкості нищпорення повинна бути досить високою. Особливе значення точність вимірювання швидкості нищпорення має для нестійких на курсі судів, де від неї істотно залежить похибка стабілізації курсу. Тому на великотоннажних малостійких і нестійких на курсі суднах для вимірювання швидкості нищпорення застосовують високочутливі гіротахометри.

Блок-схема регулятора з РП представлена на рис. 5.2. У більшості знаходяться в експлуатації АР для стабілізації курсу застосовується ПІД-регулятор, який формує сигнал перекладки керма β_U по пропорційно-інтегрально-диференціальному закону

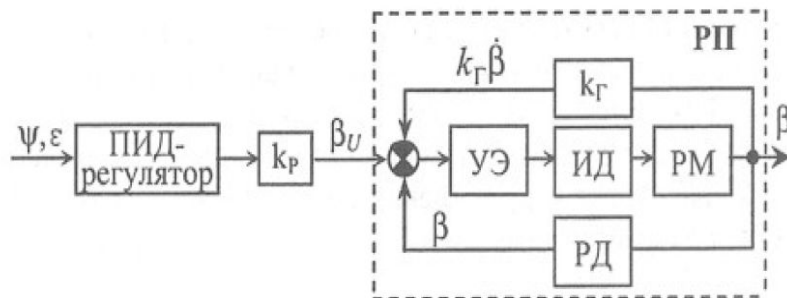


Рисунок 5.2 - ПІД-регулятор з РП

$$k_A \psi + k_D \dot{\psi} + k_I \int \psi \cdot dt, \quad \beta_U = k_p$$

(5.2)

де k_A, k_D, k_I - відповідно коефіцієнти пропорційного, диференціального й інтегрального управління; k_p - масштабний коефіцієнт, званий «Руль».

Відмітимо, що $\varepsilon = \{\dot{\psi} \cdot \ddot{i}$

В АР коефіцієнти k_A, k_H при експлуатації незмінні. Перший коефіцієнт встановлений рівним одиниці, а другий обирається при заводських випробуваннях з діапазону 0,01 - 0,04 і надалі не змінюється. Коефіцієнт «Руль» (Rudder) служить для настройки АР і вибирається в діапазоні 0,5 - 5,0. Для настройки АР використовується і зміна коефіцієнта k_D . Ця установка називається «Контрруль» (Counter rudder).

В РП в загальному випадку входять підсилювальні елементи (УЕ), виконавчий двигун (ВД), рульова машина (РМ), рульовий датчик (РД). Як підсилюючих елементів використовують напівпровідникові, магнітні, електромашинні і релейні підсилювачі. УЕ, ВД і РМ охоплені жорсткої β і гнучкою $k_H \beta$ зворотним зв'язком і утворюють систему, що стежить управління кермом. Жорстка зворотний зв'язок перетворює РП в систему, що стежить. Гнучка зворотний зв'язок перешкоджає виникненню коливань в РП при відпрацюванні перекидки керма.

Призначення складових ПІД алгоритму

На вхід ПІД-регулятора (Рис. 5.2) надходять значення ψ і ε .

Залежно від них регулятор формує сигнал β_u (5.1), що визначає перекидку керма. Він надходить в РП, посилюється і подається на серводвигун, керуючий насосами рульової машини. РМ повертає кермо. Сигнал про дійсну перекидку керма β з рульового датчика подається на компенсацію β_u . коли β зрівняється з β_u , перекидка керма припиняється. Таким чином, виходить, що

$$\beta = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = k_1 \psi + k_2 \varepsilon + k_3 \int \psi \cdot dt \quad (5.3)$$

тут $\beta_1 + \beta_2 + \beta_3$ - складові кладки керма; $k_1 = k_A k_p, k_2 = k_D k_p, k_3 = k_H k_p$ - коефіцієнти.

Охарактеризуємо призначення компонентів алгоритму (5.3), що використовується для стабілізації курсу судна.

пропорційна розі нишпорення складова $\beta_1 = k_1 \psi$ в ПІД-алгоритм є основною. При відхиленні судна від курсу вона викликає кладку керма, повертає судно на курс. Значення k_1 залежить від коефіцієнта «Rudder». збільшення k_1

зменшує час повернення судна до курсу при відхиленнях від нього, але збільшує коливальність системи «АР-судно».

Диференціальна складова $\beta_2 = k_2 \dot{\psi} = k_2 \varepsilon$ служить для зведення до нуля похибки кутової швидкості ε . Результатом впливу β_2 є демпфірування власних коливань системи «АР-судно». Для нестабільних на курсі суден сигнал β_2 забезпечує структурну стійкість САУК і необхідну якість перехідного процесу. Для стійких на курсі суден він виконує тільки другу функцію.

В системі, в якій при стабілізації курсу використовується тільки сигнал β_1 (П-регулятор), виникають коливання судна щодо курсу, зумовлені інертністю судна. Причина цих коливань полягає в наступному. Виробляється у відповідь на відхилення від курсу перекидка керма $\beta_1 = k_1 \psi$ починає повертати судно до курсу. Коли судно приходить на заданий курс ($\psi = 0$), керма буде в ДП. Але при русі до курсу судно набуло інерцію і перейде лінію курсу. Це і є причиною власних коливань системи «АР-судно». Їх період для суден водотоннажністю 10 - 30 тис.т. Зазвичай лежить в діапазоні 60 - 130 с. Ці коливання легко розрізнити на курсограммі, отриманої при плаванні в тиху погоду і на хвилюванні, так як їх період на порядок, більше періоду нишпорення від хвиль. Чим менше стійкість судна на курсі, тим вище коливальність системи «П-регулятор - судно». Система з П-регулятором і нестійким на курсі судном нестабільна, і робить незгасаючі коливання з досить великою амплітудою щодо заданого курсу.

Властивість демпфірування власних коливань за допомогою сигналу β_2 пояснюється схемою на рис. 5.3. Для простоти передбачається, що кут нишпорення при коливаннях щодо заданого курсу змінюється за синусоїдальним законом (похідна від кута рискання - косинусоид). Виділяючи в процесі нишпорення ділянки: I - судно йде від курсу і II - судно приходить до курсу, можна встановити.

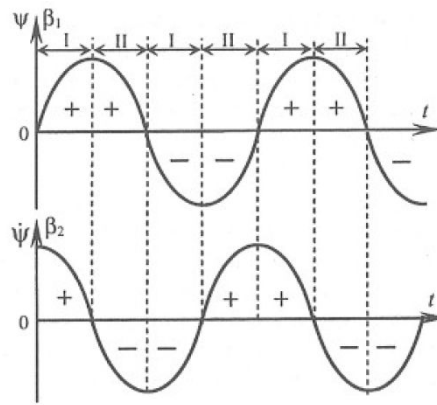


Рисунок 5.3 - Пояснення дії сигналу β_2

На ділянках I (Кут нищпорення збільшується) сигнал β_2 одного знака з β_1 . Отже, кермо буде перекладений на більший кут, ніж β_1 і ефективніше перешкоджати зростанню ψ .

На ділянках II знак β_2 протилежний β_1 . В результаті, при підході до курсу кермо перекладається на деякий кут іншого борту і виконує одержівання судна.

Звідси видно, що дифференцируюче ланка виконує функцію демпфірування власних коливань системи «АР-судно». параметр k_2 залежить від k_δ і установки k_p . Як правило, при одних і тих же умовах для досягнення якісної стабілізації нестійкого на курсі судна потрібна більша значення коефіцієнта k_2 ніж для стійкого судна.

Інтегральна складова $\beta_3 = k_3 \int \psi \cdot dt$ служить для усунення статичної похибки, спричиненої повільно змінюється компонентою M_B моменту зовнішніх сил M_B , прагне розвернути судно в якусь одну сторону. Цей момент обумовлений дією вітру, асиметрією обводів корпусу, упору гвинта, повільно змінюється складової дії хвиль і т.д. При П-регуляторі, коли судно лежить на курсі, кермо знаходиться в ДП, і момент M_B кермом не компенсується. Тому судно буде йти від заданого курсу в напрямку дії M_B , поки момент M_R від перекладки керма $\beta_1 = k_1 \psi$ не стане рівним M_B . величина $\psi_{уст}$ відхилення від курсу в положенні рівноваги $M_R = M_B$ являє собою статичну похибка системи (рис. 5.4, а). Система стабілізації курсу, що має таку погрішність, називається статичною.

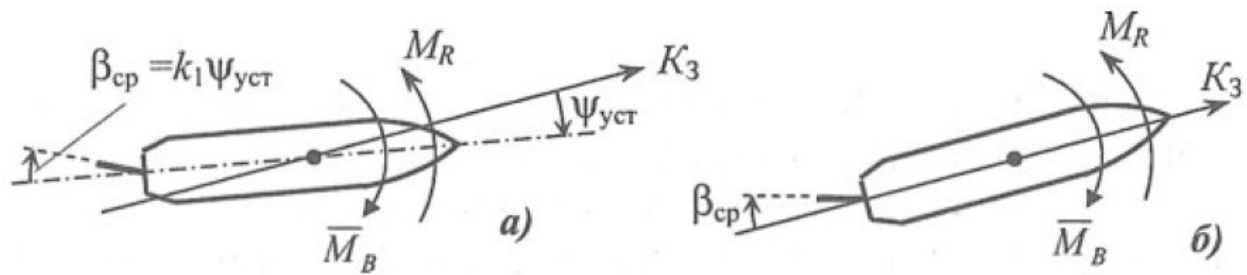


Рисунок 5.4 - Рівноважний стан статичної (а) і астатичної (б) систем

сигнал $\beta_3 = k_3 \int \psi \cdot dt$ служить для зсуву (при знаходженні судна на курсі) середнього положення керма з ДП на величину $\beta_{cp} = \beta_3$. При якій компенсується постійна складова M_B моменту зовнішніх сил (рис. 5.4, б). Величина параметра k_3 повинна бути такою, щоби САУК була стійкою на курсі, і на β_3 не впливало нишпорення від хвиль. При стабілізації курсу величина залежить від k_p і k_i може перебувати в діапазоні $[0, 0,1]$ с. Система стабілізації курсу з нульовою статичною похибкою називається астатичною.

Аналіз ефективності алгоритму управління. Проаналізуємо властивості системи стабілізації курсу, використовуючи рівняння руху судна з АР. У спрощеному вигляді воно може бути

$$\tau_1 \dot{\omega} \pm \omega = k_S \beta \quad (5.4)$$

при підстановці замість β закону управління кермом. Нагадаємо, що в (5.4) τ_1 - постійна часу судна, k_S - коефіцієнт передачі. Стійким на курсі суднам в рівнянні (5.4) відповідає знак «+» перед ω , А нестійким - знак «-».

При пропорційному законі управлін (П-регулятор) $\beta = k_1 \psi$. Підставляючи це в (5.4), отримуємо рівняння системи «АР-судно»:

$$\tau_1 \ddot{\psi} \pm \dot{\psi} = -k_S k_1 \psi + M'_B, \quad (5.5)$$

де $\psi = \{ \dot{\psi}, \ddot{\psi} \}$, M_B - наведений момент. Для розгляду власних властивостей САУК запишемо рівняння її вільного руху в стандартному вигляді:

$$\ddot{\psi} \pm 2\gamma\omega_0\dot{\psi} + \omega_0^2\psi = 0 \quad (5.6)$$

Де
$$\gamma = \frac{0,5}{\sqrt{\tau_1 k_s k_1}}, \omega_0 = \sqrt{\frac{k_s k_1}{\tau_1}}$$

відповідно фактор загасання і частота незатухаючих коливань системи при $\gamma=0$.

Система стабілізації курсу з П-регулятором буде стійка тільки тоді, коли коефіцієнти рівняння (5.6) є позитивними. Звідси випливає, що ця система з нестійким на курсі судном непрацездатна. Тому приймемо, що судно стійко на курсі:

$$\ddot{\psi} + 2\gamma\omega_0\dot{\psi} + \omega_0^2\psi = 0 \quad (5.7)$$

На практиці фактор загасання вибирається в діапазоні $0 < \gamma < \omega_0$ огляду на це, отримаємо рішення рівняння (5.7) при початкових умовах $\psi(0) = \psi_H, \dot{\psi}(0) = 0$:

$$\psi = A_0 \exp(-\gamma\omega_0 t) \cos(\omega_B t + \psi_0), \quad (5.8)$$

де
$$\omega_B = \omega_0 \sqrt{1 - \gamma^2}, A_0 = \psi_H / \sqrt{1 - \gamma^2}, \psi_0 = \arcsin \gamma.$$

Аналізуючи (5.8) при різних U , Можна встановити:

Коли $0 < U < 1$, то судно після відхилення від напрямку руху і припинення дії збурень приходить до заданого курсу, здійснюючи біля нього затухаючі коливання з частотою ω_B .

при $U = 0$ система перебуває на межі стійкості. Після припинення дії збурень судно здійснює незгасаючі коливання щодо заданого курсу.

при $U < 0$ система є непрацездатною. Після припинення дії обурення в ній виникають розходяться коливання.

при $U > 1$, якщо якийсь фактор викликав відхилення від курсу, то після припинення його дії система повільно приходить до заданого курсу за експоненціальним законом. Через малого швидкодії такий характер перехідного

процесу є небажаним.

Вираз (5.8) являє перехідну функцію системи при $0 < U < 1$ (рис. 5.6). По ній можна судити про ряд властивостей системи «АР-судно». Швидкодію системи визначається часом t_b , необхідним для приходу судна до курсу після відхилення від нього. Якщо в системі при приході до курсу після відхилення від нього виникають коливання, то вони повинні швидко затухати. Робота системи стабілізації курсу вважається задовільною, коли після припинення дії обурення судно повертається до заданого курсу досить швидко і з малим числом перерегулювань (переходів через заданий курс). Прийнятним вважається наявність тільки двох-трьох перерегулювань.

Рисунок 5.5 - Перехідний процес системи стабілізації курсу

При використанні П-регулятора досить складно забезпечити виконання вимог швидкодії і малої коливальності, так як вони суперечливі. Підвищення швидкості приходу до курсу досягається збільшенням коефіцієнта k_1 , а зниження коливань - зменшенням його.

Для дослідження впливу на систему стабілізації курсу з П-регулятором збурень, використовуємо рівняння системи (5.5) для стійкого на курсі судна:

$$\tau_1 \ddot{\psi} + \dot{\psi} + k_S k_1 \psi = M'_B$$

Звідси випливає, що в сталому режимі роботи

$$(\ddot{\psi} = 0, \dot{\psi} \neq 0, M'_B = \bar{M}'_B, \psi = \psi_{уст})$$

буде похибка в курсі

$$\psi_{уст} = \bar{M}'_B / (k_S k_1), \quad (5.9)$$

де M_B - постійна компонента наведеного моменту зовнішніх сил.

На основі проведеного аналізу можна встановити:

- система стабілізації курсу з П-регулятором і нестійким на курсі судном непрацездатна;

- для стійких на курсі судів П-регулятор є неефективним. Через невиконання ним одержівання судно робить коливання щодо заданого курсу. Крім того, при дії на судно односторонніх факторів система має статичну погрішність, яка пропорційна постійної складової моменту зовнішніх сил.

Через названі причини П-регулятор вважається незадовільним для стабілізації курсу морських суден.

При пропорційно-диференціальному законі управління (ПД-регулятор) рівняння вільного руху САУК має вигляд

$$\ddot{\psi} \pm 2\gamma\omega_0\dot{\psi} + \omega_0^2\psi = 0 \quad (5.10)$$

Де
$$\gamma = \frac{0,5(k_S k_2 \pm 1)}{\sqrt{\tau_1 k_S k_1}}, \omega_0 = \sqrt{\frac{k_S k_1}{\tau_1}}$$

Таким чином, коли судно нестійке на курсі, система з ПД-регулятором є працездатною, якщо $k_S k_2 - 1 > 0$, тобто $k_2 > 1/k_S$. Необхідність для нестійкого судна постійно мати диференціальну складову при стабілізації курсу викликає певні труднощі в зменшенні реакції РП на хвильовий нищпорення. Якщо на стійких на курсі судах k_2 може бути зменшений до нуля для запобігання частих і великих за амплітудою перекладань керма, то на нестійких на курсі судах це не може бути використано, так як система стане структурно нестійкою.

Порівнюючи П-регулятор і ПД-регулятор для стійких на курсі суден, можна помітити, що в останньому є більше можливостей (підбираючи k_d) задовольнити вимоги до якості управління. Тут коефіцієнт у більше в $(k_S k_1 + 1)$ раз, ніж в П-регуляторі. Це призводить до більш швидкого загасання коливань при приході до заданого курсу.

Аналіз рівняння (5.10) при зовнішньому впливі показує, що статична похибка при ПД-законі управління, визначається тим же виразом (5.9), що і в П-регуляторі.

Авторульові з ПД-законом управління знайшли практичне застосування і випускаються промисловістю.

При ПД-алгоритм рівняння системи стабілізації курсу набуває вигляду:

$$\begin{aligned} & \psi \cdot dt \\ & k_1 \psi + k_2 \dot{\psi} + k_3 \int \dot{\psi} dt + M'_B = 0 \\ & \tau_1 \ddot{\psi} \pm \dot{\psi} = -k_S \end{aligned}$$

Диференціюючи це рівняння, отримуємо

$$\tau_1 \ddot{\psi} + (k_S k_2 \pm 1) \dot{\psi} + k_S k_1 \psi + k_S k_3 \psi = \frac{dM'_B}{dt} \quad (5.11)$$

У сталому режимі

$$\frac{dM'_B}{dt} = \frac{d\bar{M}'_B}{dt} = 0, \quad \{\ddot{\psi} = 0, \{\dot{\psi} = 0, \{\psi = 0.$$

звідси слідує що $\psi_{уст} = 0$.

Аналіз рівняння (5.11) показує:

1. Система з ПД-регулятором стійка, коли всі її коефіцієнти позитивні і $(k_S k_2 \pm 1) k_S k_1 > \tau_1 k_S k_3$
2. Статична похибка при ПД-законі дорівнює нулю $\psi_{уст} = 0$, Тобто система стабілізації курсу є астатичною.

5.2. Виконання поворотів

На відміну від плавання по заданій криволінійній траєкторії при виконанні поворотів накладаються вимоги не на лінію шляху, а тільки на один або кілька характеристик її параметрів. Траєкторія тут є похідним елементом від функції повороту. Найбільш часто потрібно виконувати повороти без істотного падіння швидкості ходу або з певним радіусом (виходячи з наближеного уявлення про лінії шляху на повороті як про дузі кола). Виконання цих вимог при ручному управлінні зводиться до завдання для повороту певної перекладки керма (в

першому випадку малої, а в другому - відповідної заданому радіусу). Зрідка повороти необхідно виконувати з максимальною швидкістю. В даний час наказано, щоб АР змінювали курс із заданим значенням кутової швидкості (ω_3) Або з заданим радіусом (R_3). АР також повинні дозволяти в режимі «Автомат» екстрено міняти напрям руху судна. При звичайних поворотах на новий курс судно повинно приходити без істотного зарискування.

Для зміни курсу на необхідний кут Δ_k із заданою кутовою швидкістю і з заданим радіусом запропоновано досить багато алгоритмів. З них нижче розглядається алгоритм, який використовує метод спостереження за генерування для повороту значеннями курсу, що відповідають функції-

$K_3(t)$; і алгоритм, заснований на отриманні по математичної моделі САУК сигналу $\beta_n(t)$ прямого управління, що визначає поворот судна. При розгляді цих алгоритмів опускаються деталі, пов'язані з урахуванням впливу зміни швидкості ходу, хвильового нищпорення і інших чинників на якість виконання повороту.

Поворот стеженням за $K_3(t)$. Принцип виконання поворотів методом спостереження за заданою дією в спрощеному вигляді пояснюється рис. 5.6.

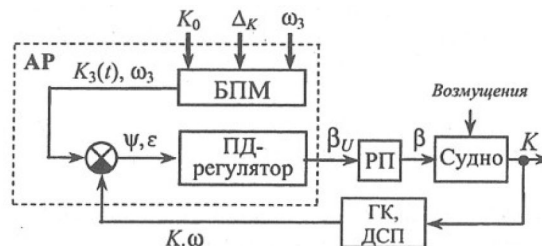


Рисунок 5.6 - САУК при поворотах стеженням за $K_3(t)$ і ω_3

Для повороту з ω_3 на кут Δ_k зазвичай використовується лінійна функція

$$K_3(t) = K_0 + \omega_3 t, \quad (5.12)$$

де K_0 - початковий курс.

З моменту початку повороту БПМ генерує за формулою значення, що

надходять на порівняння з поточним курсом. стеження за $\kappa_3^{(*)}$ забезпечує ПД регулятор, формуючи кладки керма по закону

$$\beta = k_1 \psi + k_2 \varepsilon. \quad (5.13)$$

зміна $K_3(t)$ і $K(t)$ при повороті характеризують графіки, показані на рис. 5.7, а.

Судно не може миттєво змінити кутову швидкість на початку повороту від нуля до ω_3 і в кінці повороту від ω_3 до нуля. Наявність цих стрибків у задає функції $K_3(t)$ призводить на початку повороту до надмірної перекладки керма, а в кінці його - до істотного зарисківанню. Особливо це проявляється у суден з підвищеним відношенням A_R твори ($L \cdot T$) до площі керма, де T - осадка у його вантажу. До таких суден, наприклад, відносяться великотоннажні танкери. Щоб поліпшити якість повороту, що задає функцію для повороту з ω_3 формують з урахуванням прискорення на початку повороту і уповільнення в його кінці (рис. 5.7, б).

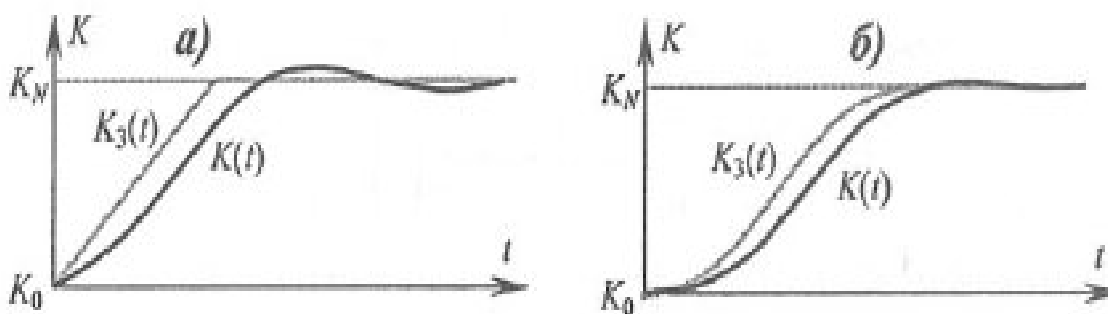


Рисунок 5.7 - Графіки функцій $K_3(t)$ і $K(t)$

Реальні АР, які здійснюють повороти методом спостереження, містять елементи, що забезпечують задовільному зміни курсу в умовах хвилювання. Судноводіям при виконанні поворотів із заданою кутовою швидкістю необхідно враховувати, що при різних швидкостях ходу V значенням ω_3 відповідає неоднакова кривизна траєкторії повороту судна.

Поворот з R_3 зазвичай зводиться до повороту з ω_3 шляхом визначення ω_3 по швидкості судна і R_3 : $\omega_3 = V / R_3$. Щоб виконувати повороти з R_3 , АР повинен бути пов'язаний з лагом.

Схема комбінованого управління рухом судна на повороті, заснована на

застосуванні еталонної моделі САУК. У ряді АР для змін курсу використовується комбіноване управління $\beta_U = \beta_{\Pi} + \beta_P$, що включає пряме управління (сигнал β_{Π} , отриманий розрахунковим методом для зміни курсу потрібним чином) і сигнал управління по відхиленню $\beta_P = f(\psi, \varepsilon)$ для компенсації похибок прямого управління, викликаних дією збурень. САУК при реалізації цього способу можна уявити блок-схемою, показаною на рис. 5.7. Сигнал прямого управління β_{Π} наближена реакція на нього судна - $K_3(t)$, $\omega_3(t)$ генеруються блоком програм маневрів з моменту початку повороту. Для отримання β_{Π} , $K_3(t)$, $\omega_3(t)$ по математичній моделі САУК імітується зміна курсу шляхом спостереження які

задають функціями $\omega_{3M} = \omega_C, K_{3M}(t) = K_0 + \omega_{3M}t$, де ω_C - задане для повороту значення кутової швидкості.

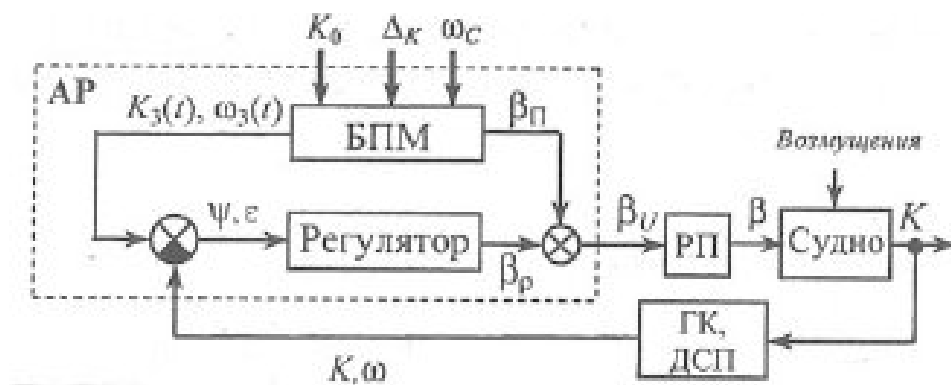


Рисунок 5.8 - САУК з АР, що формує для поворотів $K_3(t)$, $\omega_3(t)$ сигнал прямого управління з еталонною моделі

Математичну модель САУК називають еталонною. Вона включає моделі АР, рульового приводу і судна. Модель судна повинна відображати без великих похибок його реакцію на перекладки керма. Це, наприклад, може бути ефективна для даної задачі модель, що дозволяє представляти його рух по курсу в реальному і прискореному часі. Ця модель може враховувати зміну динаміки судна на малих глибинах і при різній завантаженні, а також вплив вітру і течії, або бути незмінною і відображати рух судна без урахування збурень. Природно, в останньому випадку похибки моделювання будуть більше.

Алгоритм моделі ПД-регулятора повинен бути близьким до такого

алгоритму в АР і змінювати курс моделі судна з задовільною якістю. До моделі РП ставиться вимога відображення з необхідною точністю запізнювання у відпрацюванні керуючого сигналу АР.

Схематично блок програм маневрів для розглянутого випадку представлений на рис. 5.9. Після завдання параметрів повороту ($\Delta K, \omega_{ЗМ}$), Починаючи з моменту подачі команди на його виконання, в БПМ в реальному часі моделюється зміна курсу до моменту, коли курс моделі вперше досягне значення $K_N = K_0 + \Delta K$. Що виробляється БПМ сигнал прямого управління $\beta_{п}(t)$ (Рис. 5.8) надходить на РП, який здійснює перекладку керма для повороту судна. Якби поведінка САУК було точно таким, як її моделі, то в процесі повороту в будь-який момент часу дотримувалися б рівності- $\psi=0, \varepsilon=0$. Однак через неповноту обліку моделлю САУК впливають на рух факторів, реакція судна на $\beta_{п}(t)$

відрізняється від одержуваної при моделюванні. Щоб мінімізувати помилку управління, ПД-регулятор відповідно до формули (5.13) виробляє сигнал $\beta_{р}$ характер зміни $K_{ЗМ}(t), K_3(t), K(t)$ в процесі повороту показаний на рис. 5.9. Схема виконання поворотів (рис. 5.8) менше схильна до впливу хвильового нищпорення на якість виконання повороту, ніж схема на рис. 5.6. Вплив хвильового нищпорення на перекладки керма тут послаблюється при виробленні коригуючого сигналу $\beta_{р}$. Для цієї мети можуть застосовуватися різного виду фільтри, в тому числі і засновані на процедурах нечіткої логіки.

Визначальний поворот сигнал $\beta_{п}(t)$ від хвильового нищпорення не залежить.

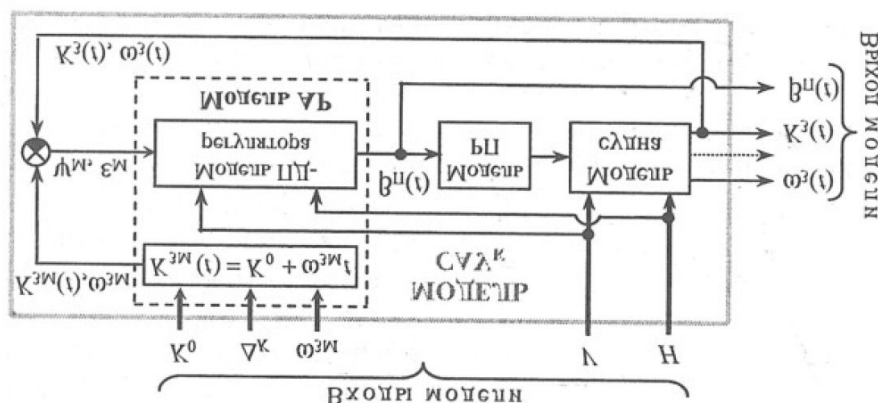


Рисунок 5.9 - Блок-схема БПМ

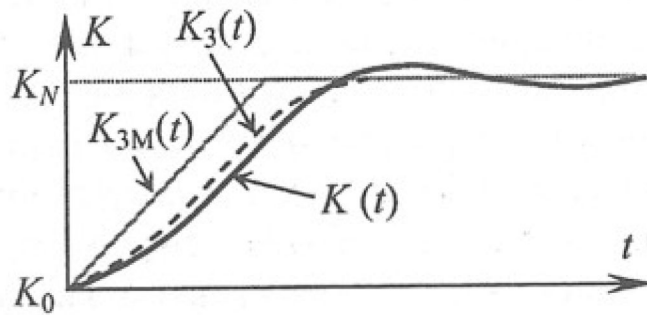


Рис. 3.10. графіки $K_{3M}(t), K_3(t), K(t)$

Додаткові функції БПМ. При моделюванні повороту, крім $\beta_{п}$, $K_3(t)$, $\omega_3(t)$ розраховуються і інші елементи руху судна. Це дозволяє за моделлю САУК отримувати траєкторію ЦМ судна при повороті і її параметри (з урахуванням вітру, течії і мілководдя, якщо це передбачено в моделі). Така можливість використовується для оцінки відстані до шляхової точки, на якому треба почати поворот, щоб точно вийти на лінію нового курсу, і для визначення значень задає траєкторію функції, відповідно до якої повинен переміщатися ЦМ судна в процесі повороту.

Точка початку повороту А (WOP - wheel-over point) не є точкою Р (рис. 5.11), де на плані переходу прямолінійний відрізок шляху переходить в дугу ВР окружності, що представляє траєкторію судна при повороті на новий відрізок шляху. Точка А лежить на більшій відстані від точкою маршруту (WP), ніж Р, так як змінити миттєво кутову швидкість судна на значення ω_3 , відповідне заданому радіусу повороту, неможливо. Дистанція між точками А і Р дорівнює в середньому довжині судна і залежить від багатьох факторів, в тому числі і від заданих кута Δ_k і радіусу R_3 повороту.

Для отримання відстані до WP, на якому слід почати поворот на заданий кут Δ_k , може використовуватися прямокутна система координат (позначимо її rAs), напрямок осі As якої збігається з курсом судна до повороту, а початок (точка А) - з місцем ЦМ судна в момент початку повороту (рис. 5.12). У цій системі в прискореному часі моделюється поворот судна. Сучасні персональні комп'ютери дозволяють по моделі виконувати це завдання з прискоренням в

1000 разів, тобто знаходити всі елементи повороту

Рисунок 5.11. План повороту на новий відрізок шляху протягом секунди.

В процесі моделювання виходять елементи руху судна і координати траєкторії з моменту початку повороту до моменту, коли кут повороту стане рівним заданому значенню Δ_K (Точка В траєкторії). за координатами r_B, s_B точки В і значенням Δ_K обчислюється відстань s_Δ від точки А до WP, на якому треба почати поворот, і відстань b_Δ від WP до точки В виходу на новий курс:

$$s_\Delta = s_B - r_B \operatorname{ctg} \Delta_K, b_\Delta = r_B \sec \Delta_K. \quad (5.14)$$

Для організації управління з метою утримання ЦМ судна на задається моделлю траєкторії її точки разом зі значеннями $\beta_{пл}$, $K_3(t)$, $\omega_3(t)$, виходять в процесі повороту в реальному часі. Залежно від бокового відхилення дійсного місця судна від одержуваної за моделлю траєкторії знаходиться керуючий сигнал для компенсації цього відхилення.

Рисунок - 5.12. Траєкторія і параметри повороту

5.3. Водіння за маршрутом

Призначення і режими СВМ

Бортові системи для автоматичного водіння судна по заданій траєкторії почали застосовуватися на цивільному флоті з 60-х років минулого століття. Проте до 2002 року до обов'язкового навігаційного устаткування судів вони не відносилися. Як відомо, перелік навігаційних приладів і систем, які мають бути на судах, визначається правилом 19 п'ятої глави СОЛАС. У 1999 році ця глава була перероблена. Її новий зміст був затверджений на 73 сесії Комітету ІМО по безпеці на морі і увійшло до дії 1 липня 2002 р. В переробленому правилі 19 перелік обов'язкових навігаційних приладів розширений. Зокрема, в ній визначено, що на судах валовою місткістю 10 тис. р.т. і більше АР має бути доповнений системою водіння судна по маршруту - СВМ(Track Control System - TCS). У з'єднанні з компасом, лагом і позиційним датчиком СВМ призначена для проводки судна по лінії заданого шляху.

Вибір маршруту руху не входить в завдання СВМ. Він вважається відомим і задається в пам'яті системи координатами точок повороту (WP — way points). Їм система привласнює порядкові номери, початкова точка маршруту вважається нульовою або першою. Частина шляху по локсодромії між двома сусідніми WP називається прямолінійним відрізком маршруту, а напрям руху по ньому — курсом по відрізку маршруту(CUR — course under route). Відрізок маршруту, по якому в даний момент рухається судно, і путня точка, до якої воно слідує, називають активними. Згідно з вимогами, що пред'являються до планування шляху, маршрут, окрім прямих відрізків, повинен включати і задані радіусом криволінійні ділянки поворотів з одного прямолінійного відрізка на інший. При проводці судна по наміченій траєкторії СВМ використовує інформацію про положення, курс і швидкість судна, отримувану від позиційного датчика, гірокомпаса і лагу. Датчиком координат судна зазвичай є прийомоіндикатор GPS або DGPS. Їм також може бути прийомоіндикатор інших електронних позиційних систем і радіолокатор. Для поліпшення якості проводки СВМ може використати інформацію додаткових датчиків : показчика швидкості повороту, датчика параметрів вітру, вимірника параметрів хитавиці і так далі

СВМ зазвичай має два режими автоматичного управління. Перший

служить для проводки судна по маршруту, визначеному послідовністю путніх точок. Його називають навігаційним (NAV). Зустрічаються у CBM іноземного виробництва і наступні назви цього режиму : «Track steering», «Track keeping», «Track auto». Другий режим управління «Way point steering» призначений для виведення судна у вказану точку по лінії найкоротшого шляху.

У режимі «NAV» виділяються два підрежими водіння судна : «по лінії маршруту» і «від WP до WP»(від точки повороту до точки повороту). У першому з них судно повинне слідувати, не відхиляючись від лінії активного відрізка маршруту. Управлінням тут зводиться до нуля зміщення з цієї лінії(cross track error). Тому цей підрежим означають також «ХТЕ». У другому підрежимі(який іноді називають «Course to WP») при відхиленні від активного відрізка судно не повертається на нього. Головним завданням вважається рух до точки повороту, на яку спрямовується вектор швидкості судна. Т. е. по суті це режим «Way point steering», послідовно вживаний після кожного повороту на новий відрізок маршруту. Підрежим водіння «по лінії маршруту» зазвичай використовують при русі в узкостях, по фарватерах, а підрежим «від WP до WP» - у відкритому морі і в акваторіях, де небезпеки лежать досить далеко від маршруту.

У ряді CBM при автопроводці по маршруту використовують два види початку повороту на новий відрізок шляху : поворот тільки після підтвердження вахтовим помічником прийняття попередження CBM про наближення до точки WOP, і поворот у будь-якому випадку, з підтвердженням або без нього. Перший варіант називається «WP switching MANUAL», а другий - «WP switching AUTO».

Слід зазначити, що CBM і AP повинні розглядатися як допоміжне устаткування, що полегшує водіння судна, але що не звільняє судноводія від заходів по забезпеченню безпеки плавання і від відповідальності. Аварійні випадки при використанні AP і CBM найчастіше походили від упущень вахтового помічника або із-за поганого знання їм процедур переходу з автоматичного режиму управління на ручний. Наприклад, судна стикалися, знаходячись під управлінням AP, коли вахтовими помічниками не велося належного спостереження за обстановкою. Посадки на мілину і інші події

траплялися, коли судно в обмежених водах управлялося АР, але можливість швидкого переходу на ручне управління не була забезпечена.

Не забороняється використати АР і СВМ за складних умов плавання. Але при інтенсивному русі, обмеженій видимості і усіх інших небезпечних навігаційних обставинах автоматичне водіння повинне застосовуватися тільки тоді, коли ручний режим може бути встановлений негайно, і кваліфікований рульовий готовий відразу стати на кермо. Якщо впродовж 30 с. це не може бути виконано, то судно в обмежених водах повинне управлятися вручну. Перехід з ручного на автоматичний режим управління і навпаки повинен робитися капітаном, вахтовим помічником або під їх спостереженням.

Слід враховувати, що ефективність СВМ і АР залежить від переважаючих умов плавання, швидкості судна, його водотоннажності і головне - стани моря. Особливу увагу судноводії повинні звертати на можливість/неможливість цих систем надійно виконувати свої функції при малій швидкості і в штормових умовах.

Вимоги до СВМ

Експлуатаційні вимоги до систем водіння судна по маршруту встановлюються ІМО і класифікаційними суспільствами. Стандарти ІМО представлені в Резолюції MSC.69(22), Додаток 2, «Recommendation on performance standards for Track control systems». Вони повинні застосовуватися до СВМ суден, максимальна швидкість повороту яких не перевищує 100/с, в діапазоні швидкостей ходу від мінімальної маневреної до 30 вузлів. Нижче представлені основні вимоги до СВМ.

Функціональність. СВМ має бути здібної звістки судно від його позиції до окремої точки або по маршруту, визначеному послідовністю путніх точок. Система повинна дозволяти починати водіння судна, якщо відхилення його місця від лінії шляху і різниця між курсом по маршруту і дійсним курсом дозволяють за допомогою безпечного маневру прийти на лінію заданого шляху.

Вимагається, щоб головна позиційна система, надаючи СВМ координати судна, була електронною і схваленою ІМО. Потрібний безперервний моніторинг

місця судна за інформацією другого незалежного датчика позиції. Ця додаткова моніторингова система може не бути частиною СВМ.

При підході до точки повороту тривожний сигнал і попередження індикацією про зміну курсу мають бути подані повороту. У системі слід мати засіб, за допомогою якого вахтовий помічник підтверджує прийом цього сигналу. З отриманням підтвердження цього сигналу або без нього СВМ в режимі автоматичного водіння повинна вести судно по заданому маршруту. Якщо вахтовий помічник не підтвердив прийом сигналу СВМ про зміну курсу впродовж 30 с. після його подання, то система повинна подати повторний тривожний сигнал.

Необхідно, щоб поворот з одного відрізка маршруту на інший ґрунтувався на заданому радіусі або радіусі, вичисленим по заздалегідь призначеній кутовій швидкості з урахуванням маневрених можливостей судна. На новий відрізок маршруту судно повинне приходити з необхідною точністю і без перерегулювання. Вихід траєкторії судна за межі судноплавної частини при повороті недопустимий. В процесі зміни курсу по можливості не слід допускати істотного падіння швидкості ходу із-за значної швидкості повороту. Крен судна при повороті не повинен досягати небезпечних значень, при яких може статися зміщення вантажу. Поворот повинен робитися малим числом перекладань керма.

Система має бути здатною вручну або автоматично підлаштовуватися до зміни характеристик керованості судна при різній погоді, швидкості і завантаженні. Необхідно мати засоби для попередження зайвих активацій керма при нормальному ризиканні на хвилюванні, при зміщеннях ЦМ судна на поперечно-горизонтальній хитавиці, і при «розкиді» вимірюваних значень координат судна із-за випадкових помилок позиційної системи.

Наказано мати можливість переходу від автоматичного водіння по маршруту до ручного управління судном при будь-якому положенні керма і у будь-яких умовах, включаючи відмову СВМ. Зворотний перехід від ручного управління до режиму водіння по маршруту має бути можливий тільки навмисною дією оператора.

СВМ має бути здатною працювати в режимі управління курсом і задовольняти в ній усім вимогам до системи (АР), що управляє курсом. У усіх умовах слід мати можливість переходу від режиму водіння по маршруту до режиму АР. При активації режиму АР система повинна приводити курс судна до заданого значення. Потрібна безперервна інформація про курс від другого незалежного компаса. Облаштування такого дублюючого моніторингу курсу може не бути частиною СВМ.

Зворотний перехід від управління курсом до водіння по маршруту в системі повинен робитися навмисною дією судноводія. Індикацією слід вказувати назву активованого режиму управління.

СВМ повинна з'єднуватися з датчиками позиції, курсу і швидкості судна, що відповідають стандартам ІМО. Курсоуказателем має бути гірокомпас. Усі під'єднані до СВМ датчики мають бути здатні надавати інформацію про свій статус, включаючи відомості про вихід з ладу.

Сигналізація і індикація мають бути у випадках:

- виходу з ладу системи електроживлення або його зниження до рівня, при якому порушується безпека функціонування;
- бічного зміщення від лінії шляху на величину, велику заданою;
- відхилення від курсу, що перевищує задану межу;
- виходу з ладу позиційного датчика або компаса;
- зниження швидкості нижчі межі, необхідної для безпечного управління судном;
- відсутності підтвердження вахтовим помічником прийому аварійного сигналу впродовж 30 с. після його подання.

У СВМ необхідно безперервно відображати такі дані:

- режим управління;
- джерела інформації про позицію, курс і швидкість;
- статуси усіх датчиків і випадки їх відмови;
- курс по активному відрізку маршруту, дійсний курс, курс на наступному відрізку маршруту;

- ☛ координати, бічне відхилення від лінії шляху, швидкість судна;
- ☛ номер активної путньої точки, що йде за нею;
- ☛ час і дистанцію до активної точки повороту;
- ☛ назва маршруту.

На вимогу слід показувати перелік запланованих путніх точок, включаючи їх номери, координати, курси і дистанції між сусідніми з них, радіуси повороту, допустимі відхилення і інші параметри плану руху.

Інтерфейс. СВМ повинна взаємодіяти з судновою навігаційною системою згідно з протоколом МЭК 61162.

5.4. Висновок

У розділі «Алгоритми управління курсом судна» розглядаються різні види алгоритмів руху суден. Детально розглядаються алгоритми стабілізації курсу, виконання поворотів і водіння судна за маршрутом.

В сучасних умовах плавання, вдосконалення методів водіння судна за маршрутом має дуже важливе значення, так як при швидко мінливих зовнішніх умовах плавання і нестачі часу для оцінки ситуації, недостатня стійкість суден може призвести до тяжких наслідків і навіть аварійних ситуацій. Навігаційна аварійність в світовому транспортному флоті становить близько 30.3% всіх видів аварій. Одним із способів її зниження є автоматичне рішення щодо нескладних завдань управління, таких як водіння судна по заданому маршруту, управління швидкістю ходу і виконання ряду інших операцій.

Вищесказане доводить актуальність теми даної роботи на сучасному етапі розвитку світового флоту.

Список використаних джерел

1. Аксютін Р.Л. Довідник капітана далекого плавання. - М.: Транспорт, 1988. - 248с.
2. Бавин В.Ф., Зайков В.І., Павленко В.Г., Сандлер Л.Б. Ходкість і керуваність судів / Под ред. В.Г. Павленко. - М.: Транспорт, 1991. - 397 с.
3. Басін А.М. Теорія стійкості на курсі і повороткості судна. - М.: Гостехиздат, 1949. - 228 с.
4. Басін А.М. Ходкість і керуваність судів. - М.: Транспорт, 1968. - 255 с.
5. Вагущенко Л.Л., Цимбал М.М. Системи автоматичного управління рухом судна. -3-е изд., Перераб. і доп.-Одеса: Фенікс, 2007.-376 с.
6. Васильєв А.В. Керуваність судів. - Л.: Суднобудування, 1989. - 328 с.
7. Гірняк О. М. Менеджмент. - 2008. - 352 с.
8. Гофман А.Д. Двигательно-рульової комплекс і маневрування судна. - Л.: Суднобудування, 1988. 360 с.
9. Дьомін С.І. Питання управління морськими судами. - М.: Рекламбюро ММФ, 1975. - 75 с
10. Жинкин В.Б. Теорія і пристрій корабля: Учеб. для вузів. - 2-е изд., Испр. і доп. - СПб.: Суднобудування, 2000. - 334 с.128
11. Земляновський Д.К. Стійкість руху і ризиковість судів. М.: Транспорт, 1976. - 96 с.
12. Зеленін М. П., Бідний Г. З. Ергономіка на морському транспорті. М.: Транспорт, 1980.
13. Зильман Г.І., Красницький А.Д. Керуваність судна. // Навчальний посібник. ЛКИ. 1986.
14. Кацман Ф.М., Єршов А.А. Судноводій про маневрених характеристик судна: Учеб. допомога. - СПб., ДМА ім. адм. СО. Макарова, 2001. - 60 с.
15. Колегаєв М. А., Іванов Б. Н., Басанець Н. Г. Безпека життєдіяльності на морі. - Одеса, 2007. - 352 с.

16. Колегаєв М. А., Іванов Б. Н., Басанець Н. Г. Основи охорони праці на морському транспорті. - Одеса: Компас, 2003.
17. Кузьменко Л. В., Кузьмін В. В., Шаповалова В. М. Фінансовий менеджмент. - 2003. - 255 с.
18. Лукомський Ю.А., Пешехонов В.Г., Скороходов Д.А. Навігація і управління рухом суден. Підручник. - СПб.: Елмор, 2002. - 360 с.
19. Мальцев А.С. Управління рухом судна.-Одеса: Звістка, 1995.-232 с.
20. Мартиненко Н. М. Основи менеджменту. - 2003. - 495 с.
21. Мاستушкін Ю.М. Принципи нормування керованості морських суден. - 3б. НТО ім. А.Н. Крилова, 1976. Вип. 242.
22. Міжнародна конвенція по запобіганню забруднення з суден (МАРПОЛ 73/78). - Одеса: Вид. Центр «Студія» Негоціант, 2005.
23. Міжнародна конвенція з охорони людського життя на морі (СОЛАС-74). - Одеса: Вид. Центр «Студія» Негоціант, 2004.
24. Сизов В.Г. Теорія корабля. - Одеса, Фенікс, 2003. - 284 с.
25. Снопков В.І. Управління судном. - М.: Транспорт. 1991. - 359 с.
26. Соболев Г.В. Керованість корабля і автоматизація судноводіння. - Л.: Суднобудування, 1976. - 476 с.
27. Стадник В., Йохна М. Інноваційний менеджмент. - 2006.
28. Міжнародна Конвенція SOLAS-74.
29. Міжнародна Конвенція МАРПОЛ-73/78.
30. Топалов В.П. Організація і нормативне забезпечення охорони судна. / Топалов В.П., Торський В.Г., Позолотін Л.А. - Одеса: Астропринт, 2009. - 216 с.
31. Торський В. Г., Позолотін Л. А. МКУБ в питаннях і відповідях. - Одеса, 1998. - 108 с.
32. Торський В. Г., Позолотін Л. А., Любченко В. І. СОЛАС-74 в питаннях і відповідях. - Одеса, 2002. - 147 с.
33. Торський В. Г., Позолотін Л. А., Любченко В. І. Кодекс ОСПЗ в питаннях і

відповідях. - Одеса, 2003. - 205 с.

34. Юдовіч А. Б. Запобігання навігаційних аварій морських суден. М.: Транспорт, 1988. - 224 с.

РОЗДІЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ

6.1 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі

Розрахунок виконаний на підставі завдання і даних, отриманих у попередніх розділах цієї дипломної роботи, взятих із суднової документації при роботі на переддипломній практиці, з довідкових матеріалів кафедри М і ЕМТ НУ«ОМА», прейскурантів, тарифів та ін. Вихідні дані рейсу т/х «Perseus» з порту Мерсін в порт Ліворно зведені в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 - Початкові дані для розрахунку рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Дедвейт т/х «Perseus»	D_w	Тон	12929
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	386
3	Відстань між портами	L	милі	1505
4	Кількість навантаженого вантажу:	ΣQ_{um}	шт	724
	Контейнера 20	Q_1	шт	628
	Контейнера 40	Q_2	шт	96
	Контейнера всього	ΣQ_m	т	9554,7
5	Фрахтова ставка за 1 шт вантажу	f_1	\$/шт	500
		f_2	\$/шт	650
6	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	шт/ доб.	1200

Продовження табл.6.1

1	2	3	4	5
7	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	шт/ доб.	1000
8	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	18,0
9	Швидкість в каналах, вузостях	v	кан. вуз.	10,0
10	Добова витрата палива на ходу: важке	q^e_x	тон/доб	44,5
	Добова витрата палива на стоянці: легке	$q_{ст}$	тон/доб	0,25
11	Ціна 1 тони палива: важке	$Ц_v$	\$/т	550
	легке	$Ц_л$	\$/т	700
12	Балансова вартість судна	$C_{бал}$	\$	3232250
13	Річна норма амортизації	Ha	%	10
14	Позаексплуатаційний час	T_{ze}	діб.	15
15	Чисельність екіпажу	$Ч_{ек}$	чол.	25
16	Час затримки в дорозі	$t_{зат}$	доб.	0,1
17	Додатковий час в портах стоянки	$t_{дод}$	год.	12
18	Заробітна платня	$R_{зн}$	\$/доб	2300
19	Витрати на технічне постачання	$R_{т.пос}$	\$/доб	200
20	Навігаційні витрати	$R_{нав}$	\$/доб	150
21	Портові збори	$R_{порт}$	\$	22150
22	Агентування суден	$R_{аг}$	\$/доб	150
23	Витрати на страхування судна	$R_{стр}$	\$/доб	170
24	Витрати на ремонт	$C_{рем}$	\$/мр.п.	400000
25	Вартість одного доковання	$C_{док}$	\$	12000

При розрахунку кількісних показників роботи судна в рейсі використовуємо дані рейсового завдання.

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

$$D_q = D_w - G_{зан}, \quad (6.1)$$

$$D_q = 12929 - 386 = 12543 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

$$T_{екс} = T_{к} - T_{вэ}, \quad (6.2)$$

де $T_{к}$ - календарний період, приймаємо 365 діб;

$$T_{екс} = 365 - 15 = 350 \text{ діб}$$

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

$$t_x = \frac{L}{V_{экс} \cdot 24} + t_{зад}, \quad (6.3)$$

$$t_x = 1505 / (18,0 \times 24) + 0,1 = 3,6 \text{ діб}$$

- стоянковий час:

$$t_{cm} = t_{cm}^n + t_{cm}^e = \frac{\sum Q_1}{\sum M_{n1}} \cdot \frac{\ddot{\circ}}{\ddot{\circ}} + \frac{\sum Q_1}{\sum M_{e1}} \cdot \frac{\ddot{\circ}}{\ddot{\circ}} + t_{дон} \quad (6.4)$$

$$t_{cm} = 724 / 1200 + 724 / 1000 + 12 / 24 = 1,8 \text{ діб.}$$

- час рейсу складе:

$$t_p = t_x + t_{cm}, \quad (6.5)$$

$$t_p = 3,6 + 1,8 = 5,4 \text{ діб}$$

4. Розрахуємо провізну спроможність судна:

- зроблено шт-миль за рейс:

$$\sum QL = 724 \times 1505 = 1089620 \text{ шт-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\sum D_q L = 12543 \times 1505 = 18877215 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

5. Розраховуємо доходи судна за рейс (\$/рейс):

$$\sum F_{рейс} = \sum Qf, \quad (6.6)$$

$$\sum F_{рейс} = 628 \times 500 + 96 \times 650 = 376400 \text{ $/рейс}$$

6. Розраховуємо витрати судна за статтями за добу і за рейс:

Постійні експлуатаційні витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

$$R_{екс.} = R_{зн} + R_{хар} + R_{рем} + R_{ам} + R_{сн} + R_{м.пос} + R_{нав} + R_{порт}/t_p + R_{аз} + R_{смп}, \quad (6.7)$$

- витрати на заробітну плату ($R_{зн}$) 2300 \$/добу;

- витрати на харчування екіпажу ($R_{хар}$) розраховуємо за формулою:

$$R_{хар} = Ч_{ек} \cdot n_{хар} \quad (6.8)$$

де $n_{хар}$ – норма харчування на одного члена екіпажу 5 – 15 \$/добу на 1 особу.

$$R_{хар} = 25 \times 12 = 300 \text{ \$/добу};$$

- витрати на ремонт ($R_{рем}$) розраховуємо за формулою:

$$R_{рем}^{доб} = \frac{(n_{док} \cdot C_{док} + C_{рем}) / t_{мн}}{T_{екс}}, \quad (6.9)$$

де: $n_{док}$ – кількість докувань за міжремонтний період;

$t_{мн}$ – міжремонтний період 5 років.

$$R_{рем} = ((12000 + 400000) / 5) / 350 = 235 \text{ \$/добу}$$

- витрати на амортизацію ($R_{ам}$) розраховуємо за формулою:

$$R_{ам} = \frac{C_{бал} \cdot H_{ам}}{T_{эк} \cdot 100}, \quad (6.10)$$

$$R_{ам} = (3232250 \times 0,1) / 350 = 924 \text{ \$/добу};$$

- витрати на загальносуднове постачання ($R_{сн}$) розраховуємо за формулою:

$$R_{сн} = \frac{C_{бал} \cdot H_{сн}}{T_{эк} \cdot 100}, \quad (6.11)$$

де $H_{сн}$ - норма постачання;

$$R_{сн} = (3232250 \times 0,02) / 350 = 185 \text{ \$/добу};$$

- витрати на технічне постачання ($R_{т.пос.}$) 200 \$/добу;

- навігаційні витрати, \$/добу ($R_{нав}$) 150 \$/добу;

- портові збори ($R_{порт}$) 22150 \$/рейс;

- витрати з агентування ($R_{аг}$) 150 \$/добу;

- витрати на страхування ($R_{стр}$) 170 \$/добу.

Підставляючи значення в формулу 6.7 розраховуємо постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

$$R_{екс} = 2300 + 300 + 235 + 924 + 185 + 200 + 150 + 22150 / 5,4 + \\ + 150 + 170 = 8716 \text{ \$/ добу}$$

7. Розрахуємо непрямі (адміністративно-управлінські)

$$R_{\text{кос.}} = R_{\text{екс}} \cdot k_{\text{ад}}, \quad (6.12)$$

де $k_{\text{ад}}$ - коефіцієнт на адміністративно-управлінський апарат (від суми постійних експлуатаційних витрат судна), приймаємо 2 %.

$$R_{\text{кос.}} = 8716 \times 0,02 = 174 \text{ \$/добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

$$R_{\text{заг}} = R_{\text{екс}} + R_{\text{кос}} \quad (6.13)$$

$$R_{\text{заг}} = 8716 + 174 = 8890 \text{ \$/добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

$$\Sigma R_{\text{заг.екс}} = R_{\text{заг}} \cdot t_p \quad (6.14)$$

$$\Sigma R_{\text{заг.екс}} = 8890 \times 5,4 = 48006 \text{ \$/рейс}$$

10. Розраховуємо змінні витрати судна за добу і за рейс:

- витрати на паливо і мастильні матеріали на ходу за добу експлуатації:

$$R^m_x = k_{\text{см}} \cdot q_x \cdot \Pi_m \quad (6.15)$$

де $k_{\text{см}}$ – коефіцієнт, що враховує витрати на мастильні, обтиральні матеріали, в залежності від двигуна = 1,05 - 1,15.

$$R^m_x = 1,1 \times 44,5 \times 550 = 26923 \text{ \$/ добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали на стоянці за добу експлуатації:

$$R^m_{\text{см}} = k_{\text{см}} \cdot q_{\text{см}} \cdot \Pi_{\text{л}} \quad (6.16)$$

$$R^m_{\text{см}} = 1,1 \times 0,25 \times 700 = 193 \text{ \$/ добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

$$\Sigma R_{\text{пер}} = (R^m_x \cdot t_x) + (R^m_{\text{см}} \cdot t_{\text{см}}) \quad (6.17)$$

$$\Sigma R_{\text{пер}} = 26923 \times 3,6 + 193 \times 1,8 = 102616 \text{ \$/рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

$$\Sigma R_{\text{рейс}} = \Sigma R_{\text{заг.екс}} + \Sigma R_{\text{зм}} \quad (6.18)$$

$$\Sigma R_{\text{рейс}} = 48006 + 102616 = 150622 \text{ \$/рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

$$\Sigma \Pi_{\text{рейс}} = \Sigma F_{\text{рейс}} - \Sigma R_{\text{рейс.}} \quad (6.19)$$

$$\Sigma \Pi_{\text{рейс}} = 376400 - 150622 = 225778 \text{ \$/рейс}$$

Прибуток судна т/х «Perseus» з порту Мерсін в порт Ліворно з вантажем контейнери за рейс склав 225778 \\$/рейс.

6.2. Розрахунок якісних показників роботи судна в рейсі

Якісні показники роботи судна в рейсі розраховуємо за методикою:

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

$$K_e = \frac{T_{екс}}{T_k}, \quad (6.20)$$

$$K_e = 350 / 3174 = 0,959$$

2. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

$$V_{cp.} = \frac{L}{t_x}, \quad (6.21)$$

$$V_{cp} = 1505 / 3,6 = 396$$

3. Коефіцієнт ходового часу:

$$e_x = \frac{t_x}{t_p}; \quad (6.22)$$

$$e_x = 3,6 / 5,4 = 0,704$$

4. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

$$\mu_6 = \alpha_3 \cdot V_{cp.} \cdot e_x, \quad (6.23)$$

$$\mu_6 = 0,986 \times 396 \times 0,704 = 274,88$$

5. Валова прибутковість одних судно-днів:

$$\mu = \Sigma F_{рейс} / t_p, \quad (6.24)$$

$$\mu = 376400 / 5,4 = 69704 \text{ \$/доба}$$

6. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

$$S_{ум} = \Sigma R_{рейс} / \Sigma Q, \quad (6.25)$$

$$S_{ум} = 150622 / 628 = 239,84 \text{ \$/шт}$$

7. Собівартість 1 тонно-милі в рейсі:

$$S_{ум-м} = \Sigma R_{рейс} / \Sigma Ql, \quad (6.26)$$

$$S_{ум-м} = 150622 / 1089620 = 0,1382335 \text{ \$/шт-м}$$

8. Собівартість утримання судна в добу експлуатації:

$$S_{с-д} = \Sigma R_{рейс.} / t_p \quad (6.27)$$

$$S_{с-д} = 150622 / 5,4 = 27893 \text{ \$ / доба.екс}$$

10. Рівень дохідності являє відношення доходів до витрат:

$$PF = \Sigma F_{рейс} / \Sigma R_{рейс} \quad (6.28)$$

$$PF = 376400 / 150622 = 2,50$$

При $PF > 1$ рейс прибутковий. Рівень дохідності (target yield) — показник розрахунку ефективності виконаного рейсу заснований на аналізі кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі.

6.3. Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу

Якісні показники роботи судна за експлуатаційний період розраховуємо з урахуванням розрахованого експлуатаційного період роботи судна за формулою (6.2) за методикою:

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$Ч_p = T_{екс} / t_p \quad (6.29)$$

$$Ч_p = 350 / 5,4 = 64,81$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

$$\Sigma Q_{екс} = \Sigma Q Ч_p \quad (6.30)$$

$$\Sigma Q_{екс} = 724 \times 64,81 = 46922 \text{ шт / рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

$$\Sigma Ql_{екс} = \Sigma Ql Ч_p \quad (6.31)$$

$$\Sigma Ql_{екс} = 1089620 \times 64,81 = 70618272 \text{ шт-миль / рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

$$\Sigma F_{екс} = \Sigma F_{рейс.} Ч_p \quad (6.32)$$

$$\Sigma F_{екс} = 376400 \times 64,81 = 24394484 \text{ \$ / рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma R_{екс} = R_{рейс.} Ч_p \quad (6.33)$$

$$\Sigma R_{екс} = 150622 \times 64,81 = 9761812 \text{ \$ / рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma\Pi = \Pi_p \cdot \mathcal{C}_p \quad (6.34)$$

$$\Sigma\Pi = 225778 \times 64,81 = 14632672 \text{ \$ / рік}$$

7. Рівень дохідності роботи судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma PF = \Sigma F_{екс} / \Sigma R_{екс} \quad (6.35)$$

$$PF = 24394484 / 9761812 = 2,50$$

Для оцінка ефективності виконаного рейсу і роботи судна за експлуатаційний період зведем розрахункові дані в таблицю 6.2.

Таблиця 6.2 - Кількісні і якісні показники виконаного рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	Валовий дохід	F	\$	376400
2	Затрати загальні	R	\$	150622
3	Прибуток	Π	\$	225778
4	Коефіцієнт ходового часу	ϵ_x		0,704
5	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	милі/доб	396
6	Дохідність судна	μ	\$/ доб	69704
7	Рівень дохідності	PF		2,50
8	Собівартість перевезення 1 шт вантажу	$S_{шт}$	\$/шт	239,84
9	Собівартість 1 шт-милі	$S_{шт-м}$	\$/шт-м	0,1382335
10	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	$S_{с-д}$	\$/доб.	27893

В результаті проведених розрахунків, наведених у таблиці 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень дохідності 2,50, прибуток 225778 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 14632672 \$. Судно «Perseus» доцільно використовувати на даній лінії.

РОЗДІЛ 7

ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ

7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту

7.1.1 Вихідні дані (сценарій виникнення надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту)

Танкер «Emerald Star» стоїть під розвантаженням у порту Південний (Україна) біля причалу № 9 перевантажувального комплексу аміаку. Отримано повідомлення надзвичайної ситуації терористичного характеру на території берегового сховища: внаслідок вибуху зруйновано необвалована ємність зі зрідженим газом. В результаті інциденту стався розлив аміаку, що є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). Кількість разливу СДОР - 330 т, характер разливу - «вільно». Метеорологічні умови на момент аварії: час доби - день, 11.00, температура повітря 20⁰, швидкість вітру 0,5 м / с, вітер - зустрічний, суцільна хмарність. Відстань від судна до місця аварії - 2 км. Характер місцевості - промислова забудова і територія порту. На території порту об'єявлена терористична загроза.

Виконати оперативний прогноз хімічної обстановки на час через 1:00 після аварії. Запропонувати заходи щодо зменшення можливих втрат серед екіпажу судна.

Визначити стандартні робочі процедури при отриманні попередження про загрозу вибуху на території портового споруди, що взаємодіє з судном.

7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території

Виконання розрахунків ведеться за допомогою формул і таблиць, наведених у Методиці прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах морського транспорту (Додаток 1 до Методичних вказівок по виконанню розділу «Охоронні заходи і цивільна оборона на судні» дипломних робіт).

1) Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря

За заданими метеорологічними умовами (час доби - день, швидкість вітру 0,5 м/с, суцільна хмарність) за допомогою таблиці 7.1 визначаємо: на момент виникнення надзвичайної ситуації ступінь вертикальної стійкості повітря - ізотерія.

Таблиця 7.1 - Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

Швидкість вітру, м/с	Час доби					
	день			ніч		
	Наявність хмарності					
	відсутня	середня	суцільна	відсутня	середня	суцільна
0,5	конвекція	конвекція	ізотермія	інверсія	інверсія	ізотермія
0,6-2,0	конвекція	конвекція	ізотермія	інверсія	інверсія	ізотермія
2,1 – 4,0	конвекція	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія
> 4.0	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія

2) Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі

Кількісні характеристики викиду СДОР для розрахунку масштабів зараження визначаються за його еквівалентними значеннями.

При розливі токсичних рідин первинна хмара не утворюється, тому еквівалентна кількість Q_{31} (т) речовини у первинній хмарі

$$Q_{31} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0 = 0,18 \cdot 0,04 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 330 = 0,55 \text{ т} \quad (7.1)$$

де: $K_1 = 0,18$, коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (таблиця 7.2); $K_3 = 0,04$ коефіцієнт, рівний відношенню порогової токсодози аміаку (табл. 7.2); K_5 - коефіцієнт, що враховує ступінь вертикальної стійкості повітря (для інверсії приймається рівним 1, для ізотермії - 0,23, для конвекції -

0,08); $K_{71} = 1$ коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря на швидкість утворення первинного хмари (табл. 7.2; для стиснених газів $K_{71} = 1$); $Q_0 = 330$ т- кількість викинутого СДОР, т.

3) Розрахунок площі розливу, тривалості вражаючої дії та еквівалентної кількості СДОР у вторинній хмарі

Площа розливу S_p (м²) аміаку дорівнює:

$$S_p = \frac{V_p}{h} = \frac{Q_0 / \rho}{h} = \frac{330 / 0,681}{0,05} = 4495 \text{ м}^2,$$

де: V_p – об'єм аміаку, що розлився, м³; $Q_0 = 330$ т – кількість аміаку, що розлився при аварії; $\rho = 0,681$ т/м³ – щільність аміаку (табл. 7.2); $h = 0,05$ м – товщина шару сірковуглецю (для характеру розливу – «вільно»).

Таблиця 7.2 - Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найме- нування СДОР	Щільність СДОР, т/ м³		Температура кипіння, °С	Порогова токсодоза, мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів							
	Газ	Рідина			К ₁	К ₂	К ₃	К ₇ для температури повітря (°С)				
								-40	-20	0	20	40
Аміак	0,0008	0,681	-33,4	15	0,18	0,025	0,04	<u>0</u> 0,9	<u>0,3</u> 1	<u>0,6</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1,4</u> 1

Примітка. У таблиці наведені значення K_7 для вторинної хмари, тобто $K_7 = K_{7.11}$

Тривалість вражаючої дії СДОР визначається часом, що потрібний на його випаровування з площі розливу, і часом, протягом якого триває спад його концентрації до безпечного рівня після відходу хмари зараженого повітря від заданої точки.

Розраховуємо тривалість вражаючої дії T (год.) аміаку:

$$T = \frac{h \cdot \rho}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{II}} + \frac{1}{K_M \cdot v_{II}} = \frac{0,05 \cdot 0,681}{0,025 \cdot 1 \cdot 1} + \frac{1}{0,2 \cdot 6} = 1,36 + 0,83 = 2,19 \text{ год.} = 2 \text{ год. } 12 \text{ хв.,}$$

де: $K_2 = 0,025$ – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей аміаку (табл. 7.2); $K_4 = 1$ – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (табл. 7.3); $K_7^{II} = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення вторинної хмари (табл. 7.2); $K_M = 0,2$ – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари аміаку (табл. 7.4); $v_{II} = 6$ км/год – швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря (табл. 7.5).

Таблиця 7.3 - Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

Швидкість вітру(u), м/с	$1 \leq$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K_4	1	1,33	1,67	2,0	2,34	2,67	3,0	3,34	3,67	4,0

Таблиця 7.4 - Значення коефіцієнту K_M залежно від впливу характеру місцевості

Рельєф місцевості, вид рослинності і забудови	Вертикальна стійкість повітря		
	конвекція	ізотермія	інверсія
Водна поверхня, відкрита місцевість	1	1	1
Міська (промислова) забудова	0,2	0,2	0,3
Територія порту	0,2	0,2	0,3

Таблиця 7.5 - Швидкість (км/год.) перенесення v_{II} переднього фронту хмари зараженого повітря залежно від швидкості вітру

Ступень вертикальної стійкості повітря	Швидкість вітру (u), м/с									
	$1 \leq$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Інверсія	5	10	16	21	-	-	-	-	-	-
Ізотермія	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59
Конвекція	7	14	21	28						

Розраховуємо еквівалентну кількість аміаку Q_{32} (т) у вторинній хмарі:

$$Q_{32} = (1-K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{II} \cdot \frac{Q_0}{h \cdot \rho} = (1-0,18) \cdot 0,025 \cdot 0,04 \cdot 1 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot \frac{330}{0,05 \cdot 0,681} = 1,83 \text{ т,}$$

де: $K_1 = 0,18$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (табл. 7.2); $K_3 = 0,04$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози аміаку (табл. 7.2); $K_5 = 0,23$ – коефіцієнт, який враховує ступень вертикальної стійкості повітря для ізотермії (для інверсії приймається рівним 1, для ізотермії – 0,23, для конвекції – 0,08); $K_6 = N^{0,8} = 1^{0,8} = 1$ – коефіцієнт, що залежить від часу N , що пройшов з моменту початку аварії; за умовами завдання $N = 1$ год.

4) Визначення глибини і площі зони зараження

Глибину зони зараження первинною (вторинною) хмарию СДОР при аваріях на технологічних ємностях, сховищах і транспорті визначаємо за допомогою таблиці 7.6.

Таблиця 7.6 - Глибина (км) зони зараження

Швидкість вітру, м/с	Еквівалентна кількість СДОР, т								
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20
1 и менше	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19

Так як первинна хмара $Q_{31} = 0,55$ т та швидкості вітру $u = 0,5$ м/с глибина зони зараження буде дорівнювати: $\Gamma_1 = 0,88$ км.

Для $Q_{32} = 1,83$ т та швидкості вітру $u = 0,5$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарию аміаку: $\Gamma_2 = 6,59$ км.

Визначаємо повну глибину зони зараження Γ_{Σ} (км), що обумовлена дією первинної і вторинної хмари СДОР:

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 6,59 + 0,5 \cdot 0,88 = 7,03 \text{ км,}$$

де: Γ' - найбільший, Γ'' - найменший з розмірів Γ_1 и Γ_2 .

Визначаємо гранично можливе значення глибини перенесення повітряних мас $\Gamma_{\text{п}}$ (км):

$$\Gamma_{\text{п}} = N \cdot v_{\text{п}} = 1 \cdot 6 = 6 \text{ км.}$$

За остаточну розрахункову глибину зони зараження Γ (км) приймаємо менше з двох порівнюваних між собою значень Γ_{Σ} и $\Gamma_{\text{п}}$:

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{array}{l} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\text{п}} \end{array} \right\} = 6,0 \text{ км.}$$

Визначаємо площу зони можливого зараження $S_{\text{в}}$ (км²) хмари аміаку:

$$S_{\text{в}} = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^\circ = 3,14 \cdot 6^2 \cdot 360^\circ / 360^\circ = 113 \text{ км}^2,$$

де: $\Gamma = 6$ км – розрахункова глибина зони зараження; $\varphi = 360^\circ$ - кутовий розмір зони зараження (табл. 7.7).

Таблиця 7.7 - Кутові розміри зони можливого зараження СДОР залежно від швидкості вітру

Швидкість вітру (u), м/с	$\leq 0,5$	0,6 - 1	1,1 - 2	>2
φ , град	360	180	90	45

Визначаємо площу зони фактичного зараження $S_{\text{ф}}$ (км²):

$$S_{\text{ф}} = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 6^2 \cdot 1^{0,2} = 4,79 \text{ км}^2,$$

де: $K_8 = 0,133$ – коефіцієнт, що залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря – ізотермії (при інверсії приймається 0,081; при ізотермії – 0,133; при конвекції – 0,235).

5) Розрахунок глибин поширення хмари СДОР у вражаючих концентраціях при смертельному, важкому, середньому і легкому ураженні

Територія можливого хімічного зараження представляє собою сектор, що має кутовий розмір $\varphi = 360^\circ$ (табл. 7.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 6$ км. Центр сектора співпадає з джерелом зараження – місцем розливу аміаку. Бісектриса сектора співпадає з віссю сліду хмари та орієнтована по напрямку вітру.

В районі хімічного зараження виділяють зони смертельної концентрації, важкого, середнього і легкого ураження.

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ_1 (км):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_1} \right)^\Psi = 3,73 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{2,38}{15} \right)^{0,606} = 0,24 \text{ км},$$

де: $\lambda = 3,73$; $\Psi = 0,606$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (табл. 7.8); $Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0,55 + 1,83 = 2,38 \text{ т}$ – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару; $D_1 = 15 \text{ мг.хв/л}$ – летальна токсодоза для аміаку.

Таблиця 7.8 - Коефіцієнти λ і ψ , що залежать від швидкості вітру

Коефіцієнти	Швидкість вітру (u), м/с							
	1 і менше	2	3	4	5	6	7	10
λ	3,73	2,31	1,80	1,52	1,34	1,20	1,11	0,92
ψ	0,606	0,580	0,563	0,551	0,542	0,537	0,531	0,515

Розраховуємо глибину зони важких уражень $\Gamma_{0,41}$ (км):

$$\Gamma_{0,41} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,41}} \right)^\Psi = 3,73 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{2,38}{6} \right)^{0,606} = 0,42 \text{ км},$$

де: $D_{0,41} = 0,4 \cdot D_1 = 0,4 \cdot 15 = 6 \text{ мг.хв/л}$ – значення токсодози, що відповідає 40% летальної токсодози для аміаку.

Розраховуємо глибину зони уражень середньої важкості $\Gamma_{0,21}$ (км):

$$\Gamma_{0,21} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,21}} \right)^\Psi = 3,73 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{2,38}{3} \right)^{0,606} = 0,65 \text{ км},$$

де: $D_{0,21} = 0,2 \cdot D_1 = 0,2 \cdot 15 = 3 \text{ мг.хв/л}$ – значення токсодози, що відповідає 20% летальної токсодози для аміаку.

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 6 \text{ км}$.

б) Визначення часу підходу зараженого повітря до об'єкту

Час підходу хмари СДОР до заданого об'єкту t (год.) залежить від швидкості перенесення хмари повітряним потоком і визначається за формулою:

$$t = \frac{x}{K_M \cdot v_{\Pi}} = \frac{2}{0,2 \cdot 6} = 1,66 \text{ год.} \approx 1 \text{ год } 40 \text{ хв.},$$

де: $x = 2$ км – відстань від джерела зараження до заданого об'єкту.

7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження території в результаті аварійного розливу аміаку біля танкеру «Emerald Star» показала, що хмара зараженого повітря досягне межі житлової надбудови судна, де укритися екіпаж, через 1 год 40 хв. В результаті утворення зони хімічного зараженого приміщення надбудови судна, де знаходиться екіпаж судна, потрапляють в зону легких уражень, що у свою чергу є загрозою для життя моряків.

При досить швидкому підході зараженого повітря до житлової надбудови дія вражаючих концентрацій хмари може тривати майже 2 години. Слабка сила вітру (0,5 м/с) забезпечує збереження вражаючих концентрацій на глибині до 7 км.

Для зменшення людських втрат пропонується виконати наступні заходи:

- якнайскоріше прибрати усіх людей з палуби всередину надбудови судна;
- по можливості максимально герметизувати усі приміщення в надбудові судна, в яких укритися екіпаж;
- використати наявні на судні дихальні апарати, при цьому забезпечити контроль часу знаходження людей в апаратах (захисна дія дихальних апаратів обмежена часом у 30 хв.);
- по можливості розгорнути судно за вітром, щоб хмара зараженого повітря рухалася в бік від надбудови судна;
- встановити контроль концентрації СДОР на відкритому повітрі і в повітрі приміщень судна;
- підготувати екіпаж до можливої евакуації.

7.2 Розподіл обов'язків та відповідальності щодо забезпечення охорони судна

Розподіл обов'язків і відповідальності членів екіпажу, залучених до охорони судна, визначається наказом капітана. Перш за все, це відноситься до вахтового помічника капітана та персоналу палубної вахти, до вахтового механіка та персоналу машинної вахти, до персоналу, відповідального за своїм завідуванням.

Основним видом виконання судновим екіпажем службових обов'язків по забезпеченню охорони судна є суднова вахтова служба. Вахтовий помічник капітана є головним судновим вахтовим начальником, який очолює суднову вахтову службу. Він підкоряється тільки капітану і несе відповідальність за безпечну експлуатацію судна. З питань охорони судна вахтовий помічник капітана також підпорядковується особі командного складу, відповідальній за охорону судна, і виконує покладені на вахтового помічника обов'язки з охорони.

Зобов'язання та відповідальність вахтового помічника капітана:

- забезпечує постійне несення радіовахти, проводить регулярні перевірки зв'язку;
- при отриманні вказівки Адміністрації про зміну рівня охорони доповідає про це капітану та особі командного складу, відповідальній за охорону судна;
- спільно з особою командного складу, що відповідальна за охорону судна, організовує виконання вахтовим персоналом заходів з охорони для відповідного рівня охорони; при необхідності виділяє і залучає додатковий персонал;
- здійснює контроль ефективного виконання заходів з охорони, передбачених планом охорони судна; при наявності невідповідностей та недоліків вживає заходи щодо їх усунення, доповідає капітану та особі командного складу, відповідальній за охорону;

- організовує дії, спрямовані на підготовку судна до швидкого реагування на зміну рівня охорони (при встановленні рівня 2 або 3);

- проводить інструктаж вахтового персоналу з питань охорони і керує його діями.

Вахтовий механік очолює машинну вахтову службу. Він підпорядковується вахтовому помічникові капітана і несе відповідальність за контроль та управління судновою енергетичною установкою і технічними засобами. З питань охорони судна вахтовий механік підпорядковується також особі командного складу, відповідальній за охорону судна, і виконує покладені на вахтового механіка обов'язки з охорони.

Зобов'язання і відповідальність вахтового механіка:

- виконує вказівки вахтового помічника капітана та особи командного складу, відповідальній за охорону судна, які стосуються підтримки відповідного рівня охорони або переходу на новий рівень охорони;

- організовує та забезпечує виконання заходів з охорони, передбачених планом охорони судна, із залученням персоналу машинної вахти.

- доповідає вахтовому помічнику та особі командного складу, відповідальній за охорону судна, про всі недоліки або невідповідності та вживає заходів щодо їх усунення;

- проводить інструктаж персоналу машинної вахти з питань охорони і керує його діями.

Загальне керівництво з вирішення всіх питань, пов'язаних із забезпеченням охорони, здійснює особа командного складу, відповідальна за охорону судна (офіцер з охорони судна). Особа командного складу, відповідальна за охорону судна, підзвітна капітану.

Обов'язки з охорони судна додатково включені в коло вже існуючих прямих обов'язків суднового екіпажу.

ВИСНОВКИ

Підвищення безпеки судноводіння сприяє зменшенню кількості аварійних випадків, що веде до зниження шкоди людському життю, навколишньому середовищу, майну і виробничим процесам.

При комплексному опрацюванні та дослідженню етапів переходу, чому присвячена дана робота, було виконане наступне:

- описані основні характеристики судна;
- вивчені навігаційні умови плавання, способи одержання гідро – метео інформації, обраний найбільш оптимальний і безпечний шлях;
- описані транспортні характеристики вантажів і порядок документування їх перевезення в рейсі;
- виконані розрахунки вантажного плану з перевіркою посадки й остійності судна;
- зроблені розрахунки кількісних, якісних, валютно-фінансових показників рейсу, а також виконаний аналіз економічної ефективності рейсу;
- розглянуті охоронні засоби та цивільна оборона на судні.
- розглянуте питання алгоритму управління курсом судна.

Вся викладена інформація, результати розрахунків, представлені рисунки і графіки виконані відповідно до основних вимог і відповідають їм.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки для виконання магістерської роботи / Укл. І.І. Ворохобін та ін.. - Одеса: НУ«ОМА», 2023. - 98 с.
2. Суднова документація
3. Бурханов М.В. Справочна книжка штурмана. – М.: Транспорт, 1986.
4. Аксютін Л.Р., Бондарь В.М., Ермолаев Г.Г. Довідник капітана дальнього плавання. - М.: Транспорт, 1988.
5. Bridge team management. Second Edition, 2003.
6. NP 131 Catalogue of Admiralty Charts and Publication.
7. ALRS 283. Maritime Safety Information Services.
8. ALRS 285. Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS).
9. ALRS 286. Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations.
10. NP 49 Mediterranean Pilot Vol.5
11. NP 46 Mediterranean Pilot Vol.2
12. NP 136. Admiralty Ocean Passages for the World.
13. Дмітрієв В.И., Григорян В.Л., Катенін В.А. Навігація та лоція. – М.: Академкнига, 2004.
14. Ports Guide 2007
15. Guide to port entry 2012-2013
16. Ермолаев Г. Г. Судноводіння в морях з приливами. - 2-е изд. – М.: Транспорт, 1986.
17. NP 202. Admiralty tide tables.
18. Красавцев Б. И. Морехідна астрономія, -3-е изд. – М.Транспорт, 1986.
19. Синяев В.А., Лукин М.Г., Задачник по морехідній астрономії – Одеса: ОДМА, 2002.
20. № 9002. Морский астрономічний щорічник.
21. Кондрашихин В.Т., Бердинских Б.В., Мальцев А.С., Козир Л.А. Справочник судноводія по навігаційній безпеці мореплавання - Одеса: Маяк, 1999.-168.

- 22.Алексішин В.Г., - Забезпечення навігаційної безпеки плавання.
- 23.С.И. Демин, Е.И. Жуков, Н.А. Кубачев и ін. Управління судном: Посібник для ВНЗ – М : Транспорт, 1991.- 359 с.
- 24.А.С. Мальцев Методичні рекомендації по виконанню курсової роботи: Транспорт, 1994. – 51с.
- 25.Рекомендації по організації штурманської служби на морських судах України (РІШСУ 98). – Одеса, 1998.
- 26.Збірник резолюцій ІМО по питанням судноводіння. – М.: Мортехінформреклама, 1989.
- 27.Аксютін Л.Р. Вантажний план судна. – М.: Транспорт, 1976. –112с.
- 28.Гаврілов М.Н. Транспортні характеристики вантажів: Справочне керівництво. М: В/О «Мортехінформреклама». Морський транспорт, 1994. – 193 с.
- 29.Снопков В.И. Перевозка вантажів морем. –2-е изд., перепрац. и доп. - М.: Транс
- 30.Мельник В.Н. Експлуатаційні розрахунки морехідних властивостей судна. -М.: Транспорт, 1990. –142с.
31. Вагущенко Л.Л. Системи автоматичного управління рухом судна/ Вагущенко Л.Л., Цимбал Н.Н. - Одеса: Латстар, 2002. - 310 с.
32. Вагущенко Л.Л. Суднові навігаційно-інформаційні системи/ Вагущенко Л.Л. - Одеса: Фенікс, 2004. - 302 с.
33. Вагущенко Л.Л. Бортові автоматизовані системи контролю морехідності/ Вагущенко Л.Л., Вагущенко А.Л., Заїчко С.И - Одеса: Фенікс, 2005. -274 с.
- 34 Винніков В.В. Економіка підприємств морського транспорту : - 3 изд., перероб. доп. – О.: Фенікс, 2011. – 944 с.
- 35.Дем'янченко А.Г., Сотниченко Л.Л. Вдосконалення організаційно-економічного механізму управління розвитком підприємств морської галузі / кол. монографія за ред. А. Г. Дем'янченко. – Одеса: НУ «ОМА», 2017. – 325 с.
- 36.Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи. – Одеса: НУ «ОМА», 2017, с. 20.

37. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.marinedocs.co.uk/wp-content/uploads/2017/08/MARPOL-Consolidated-Edition-2011-1.pdf>

38. Волошин А.А. Охорона суден та портових засобів: Навчальний посібник. – Одеса, 2009. –127 с.

39. Басанец Н.Г. Керівництво для офіцера по охороні судна: Навч. Посібник. – Одеса: Фенікс, 2010, – 256 с.

40. Закон України «Про перевезення небезпечних вантажів» ВРУ № 1644-III. – К., 2000.

41. Кодекс цивільного захисту України: чинне законодавство із змінами та допов. – К.: Алер-та, 2015- 102 с.