

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

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра Управління судном

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА

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

Білий Ігор Юрійович

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи: **Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Gaz Imperial» за маршрутом Руваіс – Нью-Мангалур**

Підпис магістранта _____

Завідувач кафедри _____Петриченко О.О.

Керівник _____Бурмака І.О.

Рецензент _____

Нормоконтроль _____Петриченко О.О.

м. Одеса
2025 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут навігації

кафедра _____ Управління судном

спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Завідувач кафедри

_____ "_____" _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

по дипломній роботі магістранта

Білий Ігор Юрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: **Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Gaz Imperial» за маршрутом Руваіс – Нью-Мангалур**
затверджена наказом по НУОМА від "_____" грудня 2025 р. № _____
2. Строк здачі курсантом закінченої роботи ____ "15" _____ грудня _____ 2025__ року
3. Вхідні дані до роботи:
 - Методичні вказівки для виконання магістерської роботи
 - Тактико-технічні данні судна
 - Міжнародні конвенції та кодекси
 - Національні законодавчі документи
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 судна, Дослідницький розділ, Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі, Охоронні заходи та цивільна оборона на судні
5. Перелік графічного матеріалу:
 - План судна, вантажна шкала, Wheelhouse poster, плани портів, план переходу, графіки приливів, вантажний план судна, ДСО на відхід і прихід

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

Розділ	ПІБ консультанта	Підпис і дата
1. Характеристики судна	Бурмака І.О.	
2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	Бурмака І.О.	
3. Обробка та розміщення вантажів	Бурмака І.О.	
4. Оцінка морехідних якостей судна	Бурмака І.О.	
5. Дослідження аварійності світового флоту в танкерних терміналах	Бурмака І.О.	
6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі (кафедра «Менеджменту і економіки морського транспорту»)	Бурмака І.О.	
7. Охоронні заходи та цивільна оборона на судні (кафедра «Судноводіння»)	Бурмака І.О.	

7. Календарний план дипломної роботи магістранта

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Характеристики судна	01.10.2025	Виконано
2.	Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	20.10.2025	Виконано
3.	Обробка та розміщення вантажів	04.11.2025	Виконано
4.	Оцінка морехідних якостей судна	16.11.2025	Виконано
5.	Дослідження аварійності світового флоту в танкерних терміналах	01.12.2025	Виконано
6.	Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі	01.12.2025	Виконано
7.	Охоронні заходи та цивільна оборона на судні	05.12.2025	Виконано

Дата видачі завдання _____

Керівник _____ Завдання до виконання прийняв _____

ANNOTATION

In this thesis, comprehensive analysis and research were carried out on the stages of the voyage of the vessel Gaz Imperial on the route Ruwais – New Mangalore.

During this voyage, the vessel loaded a cargo of propane and butane with a total weight of 49668,5 mt.

The work examines issues related to ensuring the navigational safety of the vessel during the sea passage, the economic efficiency of the voyage, as well as the vessel's stability and overall structural strength.

Issues of safety and survival at sea, security measures, and civil defense on board the vessel are also considered.

In the preparation of this thesis, materials from textbooks and reference books listed in the bibliography were used, as well as various tables and ship documentation.

A personal computer and a programmable calculator were used.

АНОТАЦІЯ

У дипломній роботі виконано комплексне опрацювання і дослідження етапів рейсу судна «Gaz Imperial» за маршрутом Рувайс – Нью Мангалур.

В даному рейсі на борт судна було прийнято вантаж пропану і бутану. Загальна вага вантажу 49668,5 мт.

Розглянуто питання щодо забезпечення безпечного в навігаційному відношенні переходу судна морем, економічна ефективність даного рейсу, забезпечення остійності і загальної міцності корпусу судна.

Розглянуто питання безпеки та виживання на морі, охоронних заходів та громадянська оборона на судні.

При виконанні дипломної роботи використані матеріали підручників, довідників, перерахованих в списку використаної літератури, а також матеріали різних таблиць і судовий документації.

Був використаний персональний комп'ютер і програмований калькулятор.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА.....	10
1.1 Загальні відомості і головні розміри судна	10
1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики	11
1.3 Маневрені характеристики.....	14
1.4 Навігаційне обладнання	17
1.5 Забезпечення непотоплюваності.....	17
2 АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ	19
2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу	19
2.2 Оцінка запланованого переходу	20
2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході.....	33
2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації.....	37
2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні.....	39
2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання.....	45
2.3.1 Розрахунок ортодромії	45
2.3.2 Складання маршрутних листів.....	46
2.3.3 Графічний план переходу.....	48
2.3.4 Розрахунок природної освітленості	49
2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів	50
2.3.6 Контроль запасу води під кілем та вибір безпечної швидкості на мілководді	52
2.4 Висновки	54
3 ОБРОБКА І РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖУ	55
3.1 Транспортні характеристики вантажів	55
3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та документальне оформлення морського перевезення	60

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна.....	66
3.4 Складання вантажного плану.....	70
3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу.....	72
4 ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА.....	75
4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна	75
4.2. Розрахунки посадки і початкової остійності.....	79
4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації.....	81
4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності.....	81
4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності	84
4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності.....	86
4.7 Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу.....	87
5 ДОСЛІДЖЕННЯ АВАРІЙНІСТЬ СВІТОВОГО ФЛОТУ В ТАНКЕРНИХ ТЕРМІНАЛАХ.....	89
5.1 Аналіз аварійності танкерного флоту.....	91
5.2 Танкерні термінали та аналіз аварійності.....	97
5.3 Забезпечення безпечних операцій в танкерних терміналах	105
6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ.....	111
6.1 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі.....	111
7 ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ	119
7.1. Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту	119
7.1.1. Вихідні дані (сценарій виникнення надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту)....	119
7.1.2. Оцінка масштабів хімічного зараження території	119
7.1.3. Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат...127	
7.2. Розподіл обов'язків та відповідальності щодо забезпечення охорони судна.....	128
Висновок... ..	131
Список використаних джерел... ..	132

ВСТУП

У даній дипломній роботі здійснюється комплексний розгляд основних напрямів професійної діяльності судноводія, що забезпечують безпечну та ефективну експлуатацію морського транспортного судна. До кола таких питань належать: навігаційна підготовка та організація переходу, складання вантажного плану і проведення розрахунків остійності, оцінка економічної ефективності рейсу, а також проблематика безпеки життєдіяльності екіпажу та цивільного захисту на борту.

Усі зазначені аспекти є взаємопов'язаними і в сукупності формують основу професійної компетентності судноводія. Безпечне управління судном неможливе без глибокого знання його конструктивних характеристик, складу та можливостей навігаційного обладнання, а також технічних засобів, що забезпечують збереження екіпажу, вантажу та самого судна. Особливе місце у цьому процесі належить навігаційній підготовці, яка є ключовою умовою безпечного плавання та передбачає детальне вивчення району переходу з урахуванням усіх можливих факторів і ризиків.

Важливою складовою є також організація вантажних операцій, адже правильне розміщення та кріплення вантажу безпосередньо впливає на остійність, мореходність і загальну безпеку судна. Відповідність вантажного плану вимогам Міжнародної морської організації (ІМО) є обов'язковою передумовою експлуатаційної надійності.

В умовах сучасної ринкової економіки одне з головних завдань судновласників і екіпажу полягає у підвищенні ефективності використання транспортних потужностей. Оптимізація рейсових планів, скорочення непродуктивних витрат часу, раціональний вибір маршруту та розрахунок необхідних запасів сприяють зростанню економічних результатів діяльності судна.

Разом із цим першочергового значення набуває питання охорони праці та безпеки екіпажу. Дотримання встановлених правил техніки безпеки на всіх рівнях суднової діяльності є запорукою збереження життя і здоров'я моряків.

Знання, правильне тлумачення та практичне застосування міжнародних конвенцій, кодексів і нормативно-правових актів становлять невід'ємний елемент професійної компетентності судноводія і дозволяють мінімізувати експлуатаційні ризики у процесі плавання.

1. ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

1.	Назва судна	Gaz Imperial
2.	Тип судна	LPG gas carrier
3.	Позивний сигнал судна	V7YA3
4.	IMO	9795919
5.	MMSI	538007631
6.	Рік і місце побудови	2018 by JIANGNAN SHIPYARD / JNS - SHANGHAI, CHINA.
7.	Клас Регістру	BUREAU VERITAS
8.	Порт приписки	Маджуро
9.	Судновласник	TRANSWORLD GAZ SHIPPING S.A.
10.	Менеджмент	NAFTOMAR SHIPPING & TRADING CO., LTD - ATHENS, GREECE
11.	Довжина найбільша L (м)	229,98
12.	Довжина між перпендикулярами L _П	226
13.	Ширина найбільша В (м)	36,60
14.	Висота борту до верхньої палуби Н (м)	23,10
15.	Найбільша осідання Т (м)	Т _{тр} = 12,35; Т _л = 12,10; Т _з = 11,85
16.	Осадка Т (м) в повному вантажу и порожньому	Т _{max} = 12,10; Т _{min} = 7,05
17.	Водотоннажність (т) в повному вантажу Δ порожньому Δ _о	54304 19821.7
18.	Повна вантажопідйомність Δ _w (т)	74125.7
19.	Головний двигун: тип: потужність: частота обертання:	HHI MAN 6G60ME-C9.5 12100 kW 82 об/хв
20.	Режим роботи головного двигуна	повний вперед - 68 об/хв; малий вперед - 36 об/хв; найменший вперед - 30 об/хв; найменший тому - 36 об/хв; малий назад - 30 об/хв; повний назад - 62 об/хв;

Продовження таблиці 1.1

21.	Швидкість судна (вуз) В вантажу В балласты	16,5 16,8
22.	Гребний гвинт: Кількість лопастей: Діаметр та крок гвинта (м) Дискове відношення: Напрямок обертання:	4 (0.7P) – 6,697 мм × 7,400 0.7079 праве
23.	Тип руля і площа його пера (м ²)	напів-збалансований, S = 65,199
24.	Тип стернової машини:	аксіально-поршневий насос +1200 RPM 90 kW
25.	Суднова радіостанція: Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району А1, А2, А3, А4 та включає в себе:	Furuno FM-8800S VHF GMDSS DSC
26.	Валова реєстрова місткість (GRT)	47774
27.	Чиста реєстрова місткість (NRT)	16834
28.	Добова витрата палива (тон): На ходу: важке паливо (HFO) На стоянці: дизельне паливо (DO)	60 (в вантажу), 45 (в баласті) 12
29.	Координати центру мас порожнього судна (м)	Z = 26,480 X = 28,60

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики

Схематичне креслення бічного виду судна наведено на рис. 1.1.

План верхньої палуби наведено на рис. 1.2.

Вантажна шкала представлена на рис. 1.3.

CAPACITY PLAN

M/V:GAZ IMPERIAL IMO No:9795919

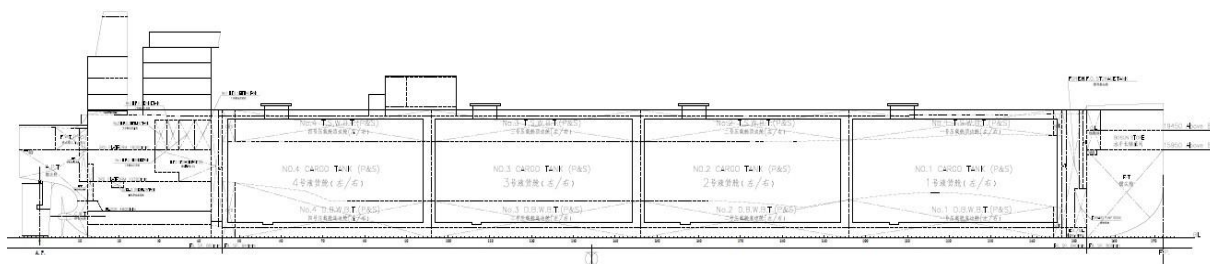


Рисунок 1.1 - Схематичне креслення бічного виду судна

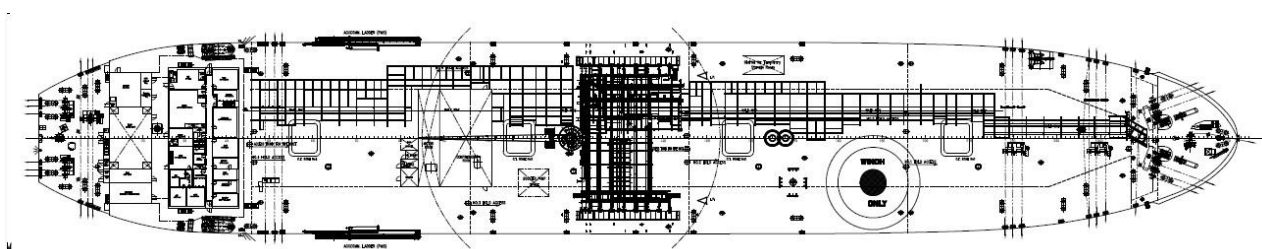


Рисунок 1.2 - Схематичне креслення танків судна

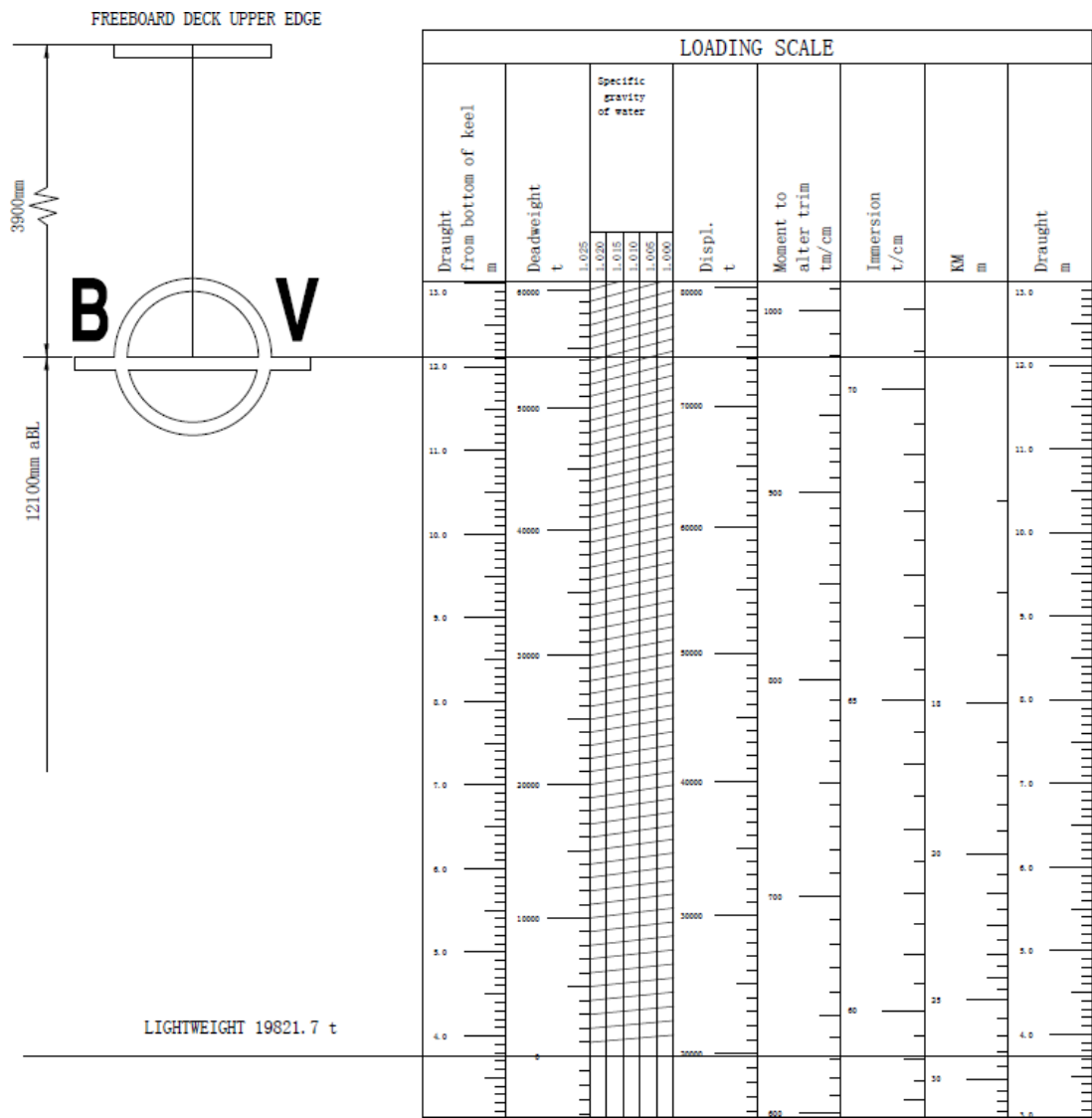


Рисунок 1.3 - Вантажна шкала

1.3 Маневрені характеристики

Дані про маневрені характеристики, дані про якірний ланцюг, по роботі рульового пристрою, збільшення осадки представлені на табл. 1.2 «Ship's Particulars».

Таблиця 1.2 - Ship's Particulars



VLGC "GAZ IMPERIAL"

SHIP'S PARTICULARS

SHIP'S NAME :	GAZ IMPERIAL		
SHIP'S TYPE :	GAS CARRIER		
FLAG :	MARSHALL ISLANDS		
PORT OF REGISTRY :	MAJURO		
CALL SIGN :	V7YA3		
IMO NUMBER :	9795919	OFFICIAL NUMBER :	7631
REGISTRATION NUMBER :	684-18		
MMSI NUMBER :	538007631		
SHIP'S CLASS :	BUREAU VERITAS		
CLASS NUMBER :	30450A		
CLASS NOTATION :	+HULL, +MACH, Liquefied Gas Carrier with Ship type 2G and independent tanks Type A (Min cargo temperature -52°C, Max vapor pressure 0.25 Bar G, Max specific gravity 0.61), Unrestricted navigation, +VERISTAR- HULL CM, DFL 40 years, CPS (WBT), +AUT-UMS, SYS-NEQ-1, MON-SHAFT, CLEANSHIP, GREEN PASSPORT, INWATER SURVEY, ERS-S, ESA		
SHIPBUILDER:	JIANGNAN SHIPYARD / JNS		
HULL NUMBER :	2544		
DATE KEEL LAID / LAUNCHED / DELIVERED :	24.12.2015 / 03.06.2017 / 12.01.2018		

PRINCIPAL DIMENSIONS	TONNAGES
LENGTH OVERALL : 229.98 m	NET REGISTERED TONNAGE : 16834 rt
LENGTH B.P. : 226.00 m	GROSS REGISTERED TONNAGE : 47774 rt
LENGTH REGISTERED : 226.02 m	SUEZ CANAL NET TONNAGE : 45451.17
BREADTH MOULDED : 36.60 m	SUEZ CANAL GROSS TONNAGE : 50961.72
DEPTH MOULDED : 22.20 m	PANAMA CANAL TONNAGE : 39397
MEAN DRAFT - BALLAST : 7.50 m	SUMMER DEADWEIGHT : 54304.0 t
MEAN DRAFT - LADEN (SDWT) : 12.10 m	LIGHT SHIP : 19821.70 t
FWA : 263 mm	DISPLACEMENT AT SDWT : 74125.7 t
HEIGHT KEEL TO MAST : 48.95 m	

PANAMA CANAL SIN: 6015504 // SUEZ CANAL ID: 49008

PARALLEL BODY - BALLAST // LADEN (SDWT) : 87.96 m // 98.04 m 35.33/52.63 // 38.07/59.97 DISTANCE BOW // STERN TO CENTER MANIFOLD : 118.9 m // 111.10 m DISTANCE BRIDGE TO CENTER MANIFOLD : 72.68 m DISTANCE BRIDGE TO BOW // STERN : 191.58 m // 38.40 m	ANCHOR CHAIN: 13 shackles port & starboard 1 shackle = 27,5 m
---	---

MAIN ENGINE MAKER // TYPE : HHI MAN 6G60ME-C9.5 // DIESEL ENGINE MAIN ENGINE MCR // CSR : 12,100 kW (16214 h.p.) X 82 RPM // 10890 kW (14592 h.p.) X 79.2 RPM PROPELLER : 4 blades, right-handed, fixed pitch = 6,697 m, Dia 7,400 m	
---	--

GUARANTEED SERVICE SPEED LADEN // BALLAST : 16,5 knots // 16,8 knots MAX MANOEUVRING SPEED : 14.5 knots	
--	--

MAIN CARGO TANKS (4 tanks) 100 % // 98% CUBIC CAPACITY : 84244.832 cu.m. // 82559.935 cu.m. CARGO PUMPS Number x Capacity : 8 x 600 m3/hour	
--	--

SHIP'S DECK ONE (1) HOSE HANDLING CRANE (midship), SWL = 10,0 mt ; CRANES : TWO (2) PROVISIONS CRANES (aft), SWL = 4,0 mt	
--	--

SHIP'S REGISTERED OWNER : TRANSWORLD GAZ SHIPPING S.A. SHIP'S OPERATOR / MANAGER : NAFTOMAR SHIPPING & TRADING CO., LTD.	Address : 243, C. KARAMANLI Avenue, 16673 VOULA, ATHENS, GREECE Phone Numbers : +30 210 8914200 // +30 210 8914220 Fax : +30 210 8914237 E-Mail : naftomar@naftomar.gr // shipping@naftomar.gr
---	---

SHIP'S CONTACT DETAILS : Iridium: 881621420673	Phones Numbers: 30-2108914174 (IP tel) 870-773910068 (FBB 500) 870-771300749 (FX) SATCOM-C Numbers : 453844596 (SSAS) / 453844597 (LRIT) Fax Number : 870-771300748 E-Mail : imperial@naftomar.gr
---	--

Лоцманська картка зображена на рис. 1.4.

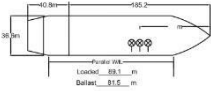
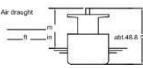
Res. A. 601(15)		Res. A. 601(15)																																																	
PILOT CARD																																																			
Ship's name <u>GAZ IMPERIAL</u>		Date <u>2017.10.09</u>																																																	
Call sign <u>V7YA3</u>	Deadweight <u> </u> tons	Year built <u>2017</u>																																																	
Draught aft <u> </u> m/ <u> </u> ft <u> </u> in, aft <u> </u> m/ <u> </u> ft <u> </u> in, Displacement <u> </u> tons																																																			
SHIP'S PARTICULARS																																																			
Length overall <u>229.98</u> m, Anchor chain: Port <u>13</u> shackles, Starboard <u>13</u> shackles,																																																			
Breadth <u>36.6</u> m, Stern <u> </u> shackles																																																			
Bulbous bow Yes / No <u> </u> {1shackle = <u>27.5</u> m/ <u> </u> fathoms}																																																			
 																																																			
Type of engine <u>6G60ME-C9.5 Tier II</u>		Maximum power <u>12100</u> kW																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Manoeuvring engine order</th> <th rowspan="2">rpm/pitch setting</th> <th colspan="2">Speed (knots)</th> </tr> <tr> <th>Loaded</th> <th>Ballast</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Full sea speed</td> <td>82</td> <td>17.0</td> <td>17.4</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">ahead(harbor)</td> <td>Full</td> <td>68</td> <td>14.1</td> <td>14.5</td> </tr> <tr> <td>Half</td> <td>55</td> <td>11.5</td> <td>11.9</td> </tr> <tr> <td>Slow</td> <td>36</td> <td>7.9</td> <td>8.3</td> </tr> <tr> <td>Dead slow</td> <td>30</td> <td>6.2</td> <td>6.7</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">astern(harbor)</td> <td>Dead slow</td> <td>30</td> <td colspan="2">Time limit astern <u> </u> min</td> </tr> <tr> <td>Slow</td> <td>36</td> <td colspan="2">Full ahead to full astern <u>556</u> s</td> </tr> <tr> <td>Half</td> <td>55</td> <td colspan="2">Max no. of consec starts <u> </u></td> </tr> <tr> <td>Full</td> <td>62</td> <td colspan="2">Minimum RPM <u>19.3</u> rpm abt. <u>5.1</u> knots</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">Astern power <u>70</u> % ahead</td> </tr> </tbody> </table>		Manoeuvring engine order	rpm/pitch setting	Speed (knots)		Loaded	Ballast	Full sea speed	82	17.0	17.4	ahead(harbor)	Full	68	14.1	14.5	Half	55	11.5	11.9	Slow	36	7.9	8.3	Dead slow	30	6.2	6.7	astern(harbor)	Dead slow	30	Time limit astern <u> </u> min		Slow	36	Full ahead to full astern <u>556</u> s		Half	55	Max no. of consec starts <u> </u>		Full	62	Minimum RPM <u>19.3</u> rpm abt. <u>5.1</u> knots				Astern power <u>70</u> % ahead			
Manoeuvring engine order	rpm/pitch setting			Speed (knots)																																															
		Loaded	Ballast																																																
Full sea speed	82	17.0	17.4																																																
ahead(harbor)	Full	68	14.1	14.5																																															
	Half	55	11.5	11.9																																															
	Slow	36	7.9	8.3																																															
Dead slow	30	6.2	6.7																																																
astern(harbor)	Dead slow	30	Time limit astern <u> </u> min																																																
	Slow	36	Full ahead to full astern <u>556</u> s																																																
	Half	55	Max no. of consec starts <u> </u>																																																
	Full	62	Minimum RPM <u>19.3</u> rpm abt. <u>5.1</u> knots																																																
		Astern power <u>70</u> % ahead																																																	
STEERING PARTICULARS																																																			
Type of rudder <u>SEMI BALANCED</u>		Maximum angle <u>35</u> °																																																	
Hard-over to hard-over <u>25.77s</u> (1 power unit) ; <u>12.68s</u> (2 power units)																																																			
Rudder angle for neutral effect <u>0</u> °																																																			
Thruster: Bow <u> </u> kW (<u> </u>) HP		Stern <u> </u> kW (<u> </u>) HP																																																	
CHECKED IF ABOARD AND READY																																																			
Anchors	☐	Indicators:																																																	
Whistle	☐	Rudder	☐																																																
Radar	☐ 3 cm ☐ 10 cm	Rpm/pitch	☐																																																
ARPA	☐	Rate of turn	☐																																																
Sped log	☐ Doppler: Yes / No	Compass system	☐																																																
Water speed	☐	Constant gyro error ± <u> </u> °																																																	
Ground speed	☐	VHF	☐																																																
Dual - axis	☐	Elec. pos. fix. system	☐																																																
Engine telegraphs	☐	Type <u> </u>																																																	
Steering gear	☐																																																		
Number of power units operating	☐																																																		
OTHER INFORMATION:																																																			

Рисунок 1.4 - Лоцманська картка

Криві циркуляції наведені на рис. 1.5.

WHEELHOUSE POSTER

according to IMO Res. A. 601(15)+ USCG 33CFR Part 164.35.(g).(1)-(2)

Ship's name GAZ IMPERIAL
Call sign VTYA3
Prepared by JIANGNAN SHIPYARD (GROUP) CO., LTD
Date 2017-10-09

SHIP'S PARTICULARS

Gross tonnage	47774
Net tonnage	16834
Displacement, maximum	74125.7 t
Lightweight	19821.7 t
Block coefficient at summer full load draught	0.720

DRAUGHTS AT WHICH THE MANOEUVRING DATA WERE OBTAINED

	Loaded	Ballast
Forward	12.1 m	4.7 m
Aft	12.1 m	9.05 m

STEERING PARTICULARS

Type of rudder(s)	SEMI-SPADE MARINER TYPE
Maximum rudder angle	35°
Time hard-over to hard-over with one power unit	25.77 Sec
Time hard-over to hard-over with two power units	12.68 Sec
Minimum speed to maintain course propeller stopped	abt. 3 Kts

ANCHOR CHAIN

	Number of shackles	Max. rate of heaving (min/shackle)
Port	13	2.56
Starboard	13	2.53
Stern		
1 shackle =	27.5 m	15.04 fathoms

PROPULSION PARTICULARS

Type of engine	S65ME-C9.5 Tier I, 12100 KW				
Type of propeller	4 BLADES RIGHT HANDED FIXED PITCH				
Engine order	rpm/min setting	Speed (kn) Loaded	Ballast	Engine order	rpm/min setting
Full sea speed	62	17.0	17.4		
Full	68	14.1	14.5	Full	62
Half	55	11.5	11.9	Half	55
Slow	36	7.9	8.3	Slow	36
Dead slow	30	6.2	6.7	Dead slow	30
Critical revolutions range for normal operation				39.48	rpm
Minimum revolution				19.3	rpm
Emergency full ahead to full astern				556	s
M/E Maximum Number of Consecutive Starts 24					
MCR Line 3687.5 kw @ 76.1 RPM Correspondence to 79.9% MCR					

THRUSTER EFFECT AT TRIAL CONDITIONS

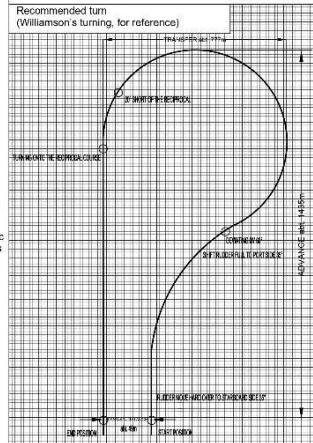
Thruster	kw (hp)	Time delay for full thrust	Turning rate at zero speed	Time delay to reverse full thrust	Not effective above speed
Bow		s	°/min	min	Kts
Stern		s	°/min	min	Kts
Combined		s	°/min	min	Kts

DRAUGHT INCREASE (LOADED)

Under keel Clearance	Ship's speed	Max. squat at bow/stern
6.7 m	8	0.18 m
	9	0.32 m
	10	0.51 m
	12	0.74 m
	15	1.17 m
	18	1.71 m

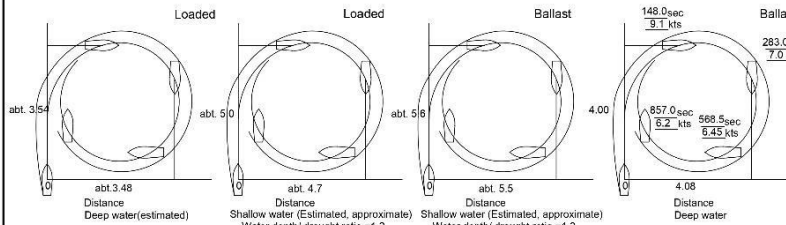
MAN OVERBOARD RESCUE MANOEUVRE

Sequence of actions to be taken:
- to cast a lifebuoy
- to give the helm order
- to sound the alarm
- to keep the look-out

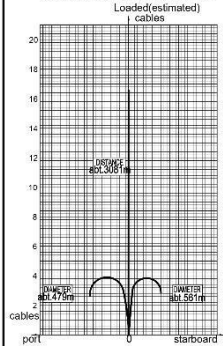


TURNING CIRCLES AT MAXIMUM RUDDER ANGLE

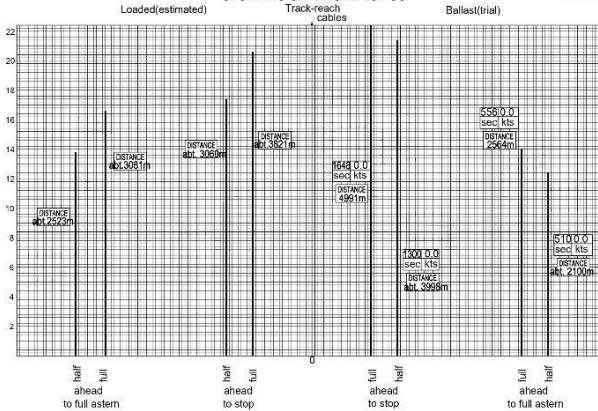
1 cable = 0.1 nautical mile



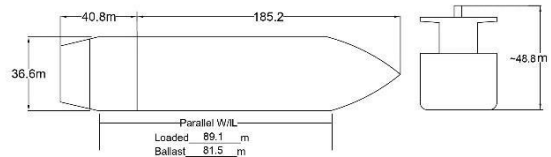
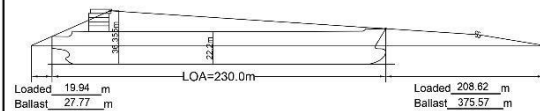
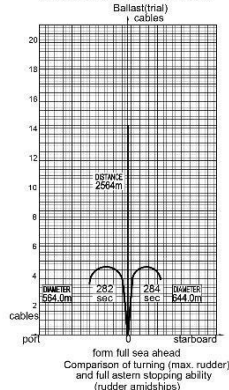
EMERGENCY MANOEUVRES



STOPPING CHARACTERISTICS



EMERGENCY MANOEUVRES



Performance may differ from this record due to environmental, hull and loading conditions.

- WARNING
The response of the (GAZ IMPERIAL) may be different from that listed above if any of the following conditions, upon which the maneuvering information is based, are varied:
- (1) Calm weather-wind 10 knots or less, calm sea;
 - (2) No current;
 - (3) Water depth twice the vessel's draft or greater;
 - (4) Clean hull; and
 - (5) Intermediate drafts or unusual trim.

Final Drawing
GAZ IMPERIAL
IMO No. 9795919
Hull No. H2544
Jiangnan Shipyard (Group) Co., Ltd.
October 2017 Shanghai China

		84,000 CBM LPG CARRIER	Final Drawing
84000 立方米液化气船		H2544	
MANOEUVRING CHARACTERISTICS		FG-19	
換向性能表		70103019GB	
设计者: 朱凤助 校核: 郑双燕 审核: 陈红霞 批准: 陈红霞		图号: 70103019GB 比例: 1:100 张数: 1 图名: 换向性能表	设计者: 朱凤助 校核: 郑双燕 审核: 陈红霞 批准: 陈红霞

#2 420X594=0.25m

Рисунок 1.5 – Криві циркуляції

1.4 Навігаційне обладнання

Таблиця 1.3 - Склад навігаційного обладнання на містку

No	Прилад	Тип, марка	Виробник	Кількість
1	RADAR No1	FAR3210X-Band	FURUNO	1
2	RADAR No2	FAR3230S-Band	FURUNO	1
3	ECDIS	FMD-3300	FURUNO	2
4	NAVIGATION	NDC-1092	KONGSBERG	1
6	GPS No1	GP-170	FURUNO	1
7	GPS No2	GP-179	FURUNO	1
8	CONNING DISPLAY	NWU-198	FURUNO	1
9	ECHO SOUNDER	FE-800	FURUNO	1
10	SPEED LOG	LOGDS-60	FURUNO	1
11	GYRO COMPASS	GY-700	FURUNO	2
12	AUTOPILOT	PT500A-H-T2	KONGSBERG	1
13	MAGNETIC COMPASS	NAVIPOLIV	Riken-Keiki	1
14	WIND INDICATOR	WI-6206	FURUNO	1
15	CONSOLE	7EZNB0003	KONGSBERG	1
16	FACSIMILE RECEIVER	FAX-408	FURUNO	1
17	GMDSS VHF	FM-4721	FURUNO	3
18	NAVTEX RECEIVER	NX-700A	FURUNO	1
19	GMDSS SATCOM C	JUE-75C	FURUNO	1
20	MF/HF RADIO EQUIPMENT	FS-2575	FURUNO	1
21	406MHZ SATELLITE EPIRB	E5	FURUNO	2
22	SART	S4	FURUNO	2
23	GMDSS PORTABLE W/T	R5	FURUNO	6
24	AIS	FA-170	FURUNO	1
25	INM-C FAX	OKIFAX-460	FURUNO	1
26	INM-C TELEFAX	PCU9000	FURUNO	1
27	INM-C TELEPHONE	FELCOM-500	FURUNO	1
28	INTERSHIP WALKIE	HX290	MOTOROLA,	4

1.5 Забезпечення непотоплюваності

Водонепроникність на судні забезпечується герметичністю зовнішньої обшивки, наявністю подвійного дна, водонепроникними перегородками. Шість пар баластних танків формують подвійний корпус судна.

Осушувальна система на баку і на кормі призначена для видалення з приміщення води, що скупчилася в результаті пропусків з'єднань труб, відпрівання, обмивання приміщень та інших причин. Також встановлені датчики рівня води в міжтанкових порожнечах, датчики присутності нафтопродуктів в баластних танках.

2. АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1. Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

Планування переходу здійснюється відповідно до вимог міжнародних і національних нормативних документів, зокрема Кодексу ПДНВ, «Рекомендацій з організації штурманської служби на морських судах України» (РШСУ-98) та інших керівних матеріалів. Процес планування починається зі збору інформації, на основі якої виконується оцінка майбутнього плавання. Для забезпечення безпеки навігації використовуються всі необхідні джерела: карти, лоції, керівництва та спеціальні посібники.

Відповідно до міжнародної практики, планування рейсу та його подальше виконання складається з чотирьох послідовних фаз:

Оцінка (appraisal). На цьому етапі формується загальна інформація про судно, включаючи кількість прийнятого вантажу, осадку, експлуатаційну швидкість, потужність головного двигуна, а також максимальні розміри (висота, ширина, довжина).

Планування (planning). Виконується підбір картографічного матеріалу та літератури; у разі їхньої нестачі здійснюється замовлення необхідних видань. Готуються дані про точки доповіді, райони дії систем розділення руху, місця прийому та здачі лоцмана, а також відомості про вузькості.

Виконання (execution). Уся зібрана інформація систематизується та заноситься у відповідні документи (штурманський бюлетень). Виконується попередня прокладка курсу, наносяться необхідні відмітки на карту, зокрема небезпечні ділянки та райони, де планується застосування методу *parallel indexing*.

Моніторинг і управління (monitoring). Здійснюється постійний контроль за виконанням плану переходу, своєчасне коригування маршруту залежно від фактичних умов плавання.

Усі переходи поділяються на окремі ділянки. У даному випадку розглядається перехід від причалу порту Ruwais до кордону портових вод (зміна портового лоцмана на лінійного), далі — від точки прийому лінійного лоцмана до точки його здачі (початок морської ділянки переходу), після чого здійснюється морська частина маршруту Ruwais – New Mangalore.

При плануванні враховуються фактичні та прогнозовані гідрометеорологічні умови. Особливу увагу приділяють плаванню в обмежених водах, що вимагає детального ознайомлення з лоціями та місцевими правилами плавання в районі порту Ruwais.

Ретельне виконання кожного етапу планування є необхідною умовою надійного та безпечного рейсу. Порушення або неналежне виконання плану переходу призводить до значних навігаційних труднощів та, як наслідок, — до зростання експлуатаційних витрат.

Загальні вимоги та рекомендації щодо планування рейсу викладені в наступних документах:

- Резолюція ІМО А.893(21) (1999) «Керівництво з планування рейсу»;
- Конвенція та Кодекс з підготовки, дипломування моряків та несення вахти (STCW-78/95);
- Рекомендації з організації штурманської служби на морських суднах України (РШСУ-98);
- Bridge Procedures Guide (ICS, 1998);
- Bridge Team Management (ІМО, 1993).

Таким чином, зазначені стадії повинні виконуватися послідовно, у визначеному порядку, що гарантує безпечне управління судном під час рейсу.

2.2. Оцінка запланованого переходу

План переходу складається з трьох секцій: від причалу порту відходу до початку морської ділянки переходу, крапки здачі останнього лоцмана; морська ділянка переходу; від закінчення морської ділянки переходу до причалу порту заходу.

Оцінка (Appraisal).

Відповідно до рекомендацій, викладених у публікації «Bridge Team Management» (Секція 2), етап оцінки полягає у зборі та систематизації всієї інформації, необхідної для планування конкретного переходу. Основу цього процесу становлять навігаційні дані, що містяться на картах та в офіційних морських виданнях, таких як Sailing Directions, Light Lists, Current Atlas, Tidal Atlas, Tide Tables, а також Notices to Mariners. Додатково враховуються схеми систем розділення руху та навігаційні попередження, що надходять по радіоканалах.

Особливе значення мають кліматичні характеристики району та актуальна метеорологічна інформація, оскільки вони визначають умови переходу та безпосередньо впливають на ефективність застосування навігаційних засобів. Це особливо актуально для районів з обмеженою видимістю, де метеофактори можуть суттєво ускладнити процес судноводіння.

Для забезпечення повноти та системності збору вихідних даних під час оцінки майбутнього переходу застосовується Passage Plan Check List, який заповнюється навігаційним помічником. Даний інструмент дозволяє зосередити увагу на ключових джерелах інформації, зокрема повідомленнях Notices to Mariners та існуючих радіонавігаційних попередженнях щодо гідрометеорологічних явищ і небезпечних ділянок;

- рекомендаціях та вказівках із Sailing Directions;
- характеристиках засобів навігаційного обладнання і огороження (світлових, радіотехнічних, візуальних), включаючи діапазон дії та дальність видимості;
- схемах розподілу руху;
- параметрах навігаційних приладів та систем (їх працездатність, зона охоплення та точність);
- кліматичних умовах, що впливають на район плавання;
- маневрових характеристиках судна.

Повна оцінка переходу здійснюється під керівництвом капітана навігаційним помічником. Результатом такої роботи є визначення всіх небезпечних зон, де для безпечного проходження необхідно враховувати осадку судна та величину кліренсу. При цьому стан судна, справність обладнання та межі безпеки повинні бути чітко усвідомлені всіма учасниками процесу планування й подальшого виконання переходу.

Планування (Planning).

Етап планування передбачає підбір та підготовку всіх необхідних матеріалів для прокладання маршруту і подальшого контролю за його виконанням. На цьому етапі навігаційний помічник, під керівництвом капітана, здійснює підйом і перевірку наявних карт та навігаційної літератури. У випадку відсутності потрібних видань необхідно своєчасно їх замовити.

Під час планування враховуються такі аспекти:

- визначення точок доповіді та зон, де передбачена передача інформації органам управління рухом;
- розташування систем розділення руху та вузьких ділянок;
- місця прийому та здачі лоцмана, особливості місцевих лоцманських правил;
- райони з ускладненою навігаційною обстановкою (швидкі течії, зони інтенсивного рибальства, ділянки з обмеженою видимістю тощо);
- умови використання методів контролю, зокрема parallel indexing.

На основі отриманих даних формується попередній план переходу, який включає розрахунок курсових ліній, визначення контрольних точок та нанесення всіх небезпечних об'єктів на карту. Також на цьому етапі передбачаються альтернативні рішення для випадку відхилення від плану через погодні чи технічні фактори.

Таким чином, планування є ключовим етапом у створенні детального та практично придатного плану переходу, що забезпечує основу для подальшого виконання рейсу.

Виконання (Execution).

На етапі виконання здійснюється практична реалізація попередньо розробленого плану переходу. Уся зібрана інформація з навігаційних посібників, карт та довідкових матеріалів систематизується та заноситься у відповідні документи, зокрема в штурманський бюлетень.

Основними діями на цьому етапі є:

- нанесення попередньої прокладки курсу на карти з урахуванням усіх небезпечних ділянок, обмежень по осадці та кліренсу;
- відображення на карті зон, де застосовуватиметься метод *-parallel indexing-* для контролю за положенням судна;
- позначення на карті районів із підвищеною навігаційною складністю (райони зі швидкими течіями, вузькості, інтенсивні райони судноплавства);
- включення до плану даних про засоби навігаційного забезпечення, їхні характеристики та межі ефективного використання.

На цьому етапі створюється практичний інструмент для штурманської вахти, який забезпечує безпечне та точне виконання переходу. Правильність нанесення прокладки та повнота позначок на карті мають вирішальне значення, оскільки будь-яка неточність може призвести до помилок під час навігації.

Останній етап планування та виконання переходу полягає у постійному контролі за рухом судна та своєчасному коригуванні дій відповідно до фактичних умов плавання. Навігаційний помічник зобов'язаний перевіряти відповідність фактичного місцезнаходження судна запланованому маршруту та контролювати дотримання усіх параметрів безпеки.

До основних завдань моніторингу належать:

- регулярне визначення місцезнаходження судна за допомогою доступних навігаційних засобів;
- перевірка відповідності фактичного курсу та швидкості запланованим значенням;
- контроль за безпечними відстанями до небезпечних районів та об'єктів;

- постійне спостереження за навігаційними та гідрометеорологічними умовами, а також своєчасне реагування на зміни;
- використання методів контролю (у тому числі -parallel indexing-) для забезпечення точності ведення судна;
- оперативне внесення змін до плану переходу у випадку відхилення від прогнозованих умов чи виникнення непередбачених обставин.

Моніторинг забезпечує підтримку безпеки на всіх етапах переходу, особливо у районах з інтенсивним судноплавством та в обмежених водах. Ефективне управління переходом базується на чіткому розподілі обов'язків між членами навігаційної команди, злагодженій роботі мостика та безперервному аналізу навігаційної обстановки. Завершальна фаза планування та виконання переходу є ключовою для забезпечення безпечної експлуатації судна та досягнення мети рейсу без навігаційних інцидентів.

Загалом моніторинг переходу можна розділити на три зони:

1. НАВІГАЦІЯ У ВІДКРИТОМУ МОРІ.

Може бути визначена як частина плану переходу, де поблизу немає суші або підводних небезпек для надводного плавання.

На цьому етапі положення судна визначається за допомогою GPS та може бути підтверджене або астрономічними обсерваціями, або порівнянням між GPS-приймачами. Основним методом є GPS, додатковим методом – астрономічна обсервація; якщо є радіолокаційно помітний об'єкт, основним методом визначення положення стає радіолокаційна обсервація, а додатковим – GPS.

Визначати положення судна потрібно щонайменш кожну годину.

Навігація з ECDIS:

- Використовувати налаштування карт "Open Sea" (Відкрите море)
- Зберігати зображення екрану кожні 1 годину
- Підтверджувати місце за GNSS за допомогою астрономічних спостережень

- Налаштувати ECDIS відповідно до вимог управління навігацією у відкритому морі

2. ПРИБРЕЖНА НАВІГАЦІЯ:

Застосовується в районах, де судно знаходиться ближче до найближчої підводної небезпеки для надводного плавання, районів, де судно знаходиться ближче до берега, та де радіолокаційні або візуальні об'єкти доступні для перехресного контролю GPS-позиції. Під час навігації у прибережних водах слід використовувати функцію радіолокаційного накладання (Radar overlay) та методи визначення місця за наземними об'єктами для підтвердження позиції, отриманої від GNSS, яка автоматично відображається на ECDIS. Крім того, порівняння між двома GPS-приймачами слід виконувати тими самими методами, що й для навігації у відкритому морі.

Визначаєте положення судна щонайменш кожні 30 хвилин.

Навігація з ECDIS:

- Підтверджувати точність GNSS радіолокаційною або візуальною обсервацією щонайменш кожні 30 хв. (функції EBL, VRM, LOP)
- Використовувати налаштування карт "Coastal" (Прибережна)
- Зберігати зображення екрану кожні 15 хвилин
- Включити радіолокаційне накладання (Radar Overlay) на ECDIS
- Щонайменш кожні 15 хвилин підтверджувати суміщення радіолокаційного накладання з відображуваною електронною навігаційною картою (ENC)
- Використовувати метод паралельного індексування для моніторингу руху судна
- Налаштувати ECDIS відповідно до вимог управління прибережною навігацією

3. НАВІГАЦІЯ В ОБМЕЖЕНИХ ВОДАХ:

Обмежені води або води лоцманської проводки – це частина плану переходу, де судно знаходиться в районі мілих вод, маючи обмежений простір для маневру, наприклад:

- Канали
- Системи шлюзів
- Річки, що ведуть до порту
- Обмежені райони серед островів і рифів
- Водні шляхи
- Схеми розділення руху
- Затоки
- Гавані
- Підходи до портів

Чіткої межі між прибережними та обмеженими водами немає. Найвища точність є важливою протягом усієї навігації в обмежених водах, частоту перехресного контролю позиції слід поступово збільшувати.

Визначаєте положення судна щонайменш кожні 15 хвилин, завжди враховуючи, що інтервал між двома послідовними обсерваціями повинен бути таким, щоб залишався час для вжиття дій щодо корекції курсу до того, як виникне небезпека.

Навігація з ECDIS:

- Підтверджувати точність GNSS радіолокаційною або візуальною обсервацією щонайменш кожні 30 хв. (функції EBL, VRM, LOP)
- Використовувати налаштування карт "Confined" (Обмежені)
- Зберігати зображення екрану кожні 15 хвилин
- Включити радіолокаційне накладання (Radar Overlay) на ECDIS
- Щонайменш кожні 15 хвилин підтверджувати суміщення радіолокаційного накладання з відображуваною електронною навігаційною картою (ENC)
- Використовувати метод паралельного індексування для моніторингу руху судна
- Налаштувати ECDIS відповідно до вимог управління навігацією в обмежених водах

МЕТОДИ ПЕРЕХРЕСНОГО КОНТРОЛЮ ПОЗИЦІЇ

1. Візуальне порівняння між двома GPS-приймачами.

Позиції GPS можна порівняти візуально або шляхом обчислення різниці між зазначеними координатами. Символ джерела додаткової позиції повинен відображатися на екрані ECDIS (JRC), щоб візуально перевірити, що позиції від двох GPS-приймачів збігаються. Виробник Furuno надає функцію відображення первинних і вторинних пройдених шляхів. За допомогою обох систем вахтовий помічник капітана (OOW) може миттєво побачити, що позиції GPS корелюють, підтвердивши, що символи або треки на дисплеї перекривають один одного.

2. Розрахункове порівняння між двома GPS-приймачами.

Математичне порівняння координат, отриманих від двох GPS-приймачів, безперервно виконується ECDIS. OOB попереджується звуково-візуальним сигналом щоразу, коли різниця між позиціями перевищує задане значення.

3. Радіолокаційне накладання (Radar Overlay).

Радіолокаційна інформація, накладена на екран ECDIS (RIO), є одним із методів, що задовольняє необхідність перехресного контролю GPS-позиції під час навігації в прибережних або обмежених водах. Крім перевірки точності GPS-позиції, RIO пропонує ще одну корисну функцію – перевірку датчиків. Британським Адміралтейством RIO визнано найбільш оперативним індикатором точності системи.

Надзвичайно важливо налаштувати відображення радіолокаційної карти так, щоб не захащувати представлені дані карти. Неправильно налаштоване радіолокаційне накладання знижує безпеку навігації замість її підвищення.

4. Застосування методів наземної навігації для перехресного контролю GPS-позиції.

Існують ще три різні методи підтвердження точності GPS-позиції під час навігації в прибережних або обмежених водах шляхом обсервації:

- Візуальна або радіолокаційна обсервація з використанням функцій EBL, VRM

- Візуальна або радіолокаційна обсервація з використанням функції перехресних пеленгів
- Візуальна або радіолокаційна обсервація з використанням функції LOP (лінії положення)

Основна ідея полягає в поєднанні двох методів: традиційної наземної навігації та нових функцій ECDIS. Класична обсервована позиція визначається за допомогою нових технологій.

- Обсервація з використанням функцій EBL, VRM.

Це простий спосіб перехресного контролю GPS-позиції під час навігації з ECDIS. Крім візуального підтвердження, ECDIS (як JRC) обчислює позицію в точці перетину EBL/VRM дає безліч комбінацій для ручного визначення місця. GPS-позиція була перевірена радіолокаційним спостереженням, результати збережено на жорсткому диску, і їх можна скопіювати на будь-який інший комп'ютер.

- Обсервація з використанням функції перехресних пеленгів.

Цей метод вимагає більше часу, але на відміну від попередньої техніки з EBL/VRM, він пропонує можливість визначити місце за більш ніж чотирма лініями положення. До десяти перехресних пеленгів можна побудувати одночасно. Знову ж таки, знімок екрана слід зберегти для фіксації подробиць переходу. Цей метод корисний у деяких конкретних випадках, наприклад, при визначенні місця за трьома візуальними пеленгами.

- Обсервація з використанням функції LOP.

Це більш досконалий метод ручного визначення місця на ECDIS, цінний у разі відмови GPS. Він дозволяє встановити опорну точку, яка використовується для обчислення обчисленого місця (dead reckoning). Функція опорної точки призводить до зміни положення власного судна, тому під час її використання слід бути обережним.

Правило 28 розділу V SOLAS зобов'язує судна вести детальний запис навігаційної діяльності, щоб забезпечити повний огляд переходу.

Для ведення повного запису GPS-позицій, перевірених іншими методами визначення місця під час останнього переходу, серію знімків екрана можна зберегти на жорсткому диску ECDIS. Має сенс призначити функцію знімка екрана на програмовану кнопку, щоб скоротити час, необхідний для цієї операції.

Збереження знімка екрана на жорсткому диску ECDIS є ефективним і найпростішим способом реєстрації наших дій. Це може служити доказом перехресного контролю GPS-позиції з використанням вищезазначених функцій.

Як згадувалося раніше, радіолокаційне накладання визнано найкращим інструментом для перевірки точності датчиків, тому ООВ може використовувати цю зручну функцію в поєднанні з візуальними/радіолокаційними обсерваціями.

SOLAS Розділ V Правило 34, п. 2.4 зобов'язує судна при підготовці плану переходу враховувати заходи щодо захисту морського середовища, які діють, і уникати, наскільки це можливо, дій та заходів, які могли б завдати шкоди навколишньому середовищу.

Слід перевірити такі пункти (але не обмежуючись ними):

- Захист навколишнього середовища в районах контролю викидів (ECA)/районах контролю викидів сірки (SECA)
- Міжнародна конвенція з запобігання забрудненню з суден (MARPOL)
- Заходи щодо захисту морського середовища/особливо чутливі морські райони (PSSA)

Підібрані на весь перехід керівництва і посібники для плавання укладаються у штурманській. Карти на перехід приведені у таблиці 2.1. Книги та посібники приведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.1 – Перелік карт на перехід (паперових або електронних)

CHART NAME	Ed/Issue EE/YYYYMMDD	Date Upd No/Date EE/YYYYMMDD	CURRENT STATUS
GB200707	7/20250311	-/-	up to date
GB202837	40/20250411	-/-	up to date
GB202847	30/20240729	8/20250415	up to date
GB202851	15/20250411	-/-	up to date
GB241400	16/20250311	-/-	up to date
GB302441	12/20250313	-/-	up to date
GB302523	29/20250331	1/20250415	up to date
GB303171	15/20250318	-/-	up to date
GB303174	19/20250313	-/-	up to date
GB403406	2/20250313	-/-	up to date
GB403772	11/20231114	6/20250415	up to date
GB503781	7/20241029	2/20250221	up to date
GB603781	5/20241029	-/-	up to date
GB800001	32/20240111	67/20250417	up to date
IN121MTB	6/20230811	25/20250409	up to date
IN122MBC	6/20220728	37/20250411	up to date
IN17705B	3/20241113	-/-	up to date
IN2257AA	1/20191025	9/20250225	up to date
IN2258AA	1/20210608	8/20241210	up to date
IN2291AA	1/20240429	-/-	up to date
IN2292AB	2/20250114	2/20250411	up to date
IN2293AB	3/20250113	-/-	up to date
IN2294AA	1/20210223	3/20240726	up to date
IN3217KG	1/20180710	11/20240925	up to date
IN42359A	3/20200810	2/20240925	up to date
IN62002T	3/20230707	1/20240925	up to date

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4
IR303078	7/20230917	1/20231202	up to date
IR303079	10/20250129	-/-	up to date
IR303080	6/20240814	3/20250120	up to date
IR303081	9/20250201	-/-	up to date
IR303166	1/20240413	-/-	up to date
IR303167	1/20240226	-/-	up to date
IR303168	1/20240413	-/-	up to date
IR308606	2/20231017	1/20240520	up to date
IR308607	3/20230720	1/20240520	up to date
IR308608	2/20230702	2/20240924	up to date
IR308609	3/20240615	-/-	up to date
OM203505	1/20240827	-/-	up to date
OM301219	4/20240814	-/-	up to date
OM400302	1/20190702	7/20231022	up to date
OM400509	1/20190428	4/20230516	up to date
PK1NB57Z	1/20160413	26/20210715	up to date

Таблиця 2.2 – Перелік публікацій на перехід (паперових або електронних)

Номер	Назва посібника	Дата випуску
1	2	3
	Admiralty Tide Tables	
205	Volume 5. Admiralty Tide Tables Vol 5-Red Sea the Gulf & Indian Sea	2025
	Sailing Direction (Pilots)	
63	Persian Gulf Pilot	2025
38	West Coast of India Pilot	2025
	Admiralty List of Lights and Fog Signals	
79	Admiralty List of Lights and Fog Signals Volume F North East Indian Ocean, Central part of South China and Eastern Archipelagic Seas.	2025

Продовження табл. 2.2

1	2	3
281(1)	Volume 1- Part 1. Coast Radio - Stations ; Stations Europe, Africa and Asia Europe, excluding the Far East).	2025/22
Admiralty List of Radio Signals (ALRS)		
281(2)	Volume 1 – Part 2. Coast Radio - Stations ; Stations Oceania, the Americas and the Oceania, Far East.	2025/22
282	Volume 2. Radio Aids to Navigation, Satellite Navigation Systems, Radio Legal Time, Radio Time Signals and Electronic Position Fixing Systems.	2025/22
283(1)	Volume 3 - Part 1. Maritime Safety Information Services; Europe, Africa and Asia (excluding the Far East).	2025/22
283(2)	Volume 3 - Part 2. Maritime Safety Information Services; Oceania, the Americas and the Far East.	2025/22
284	Volume 4. List of Meteorological Observation Stations.	2025/22
285	Volume 5. Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS).	2025/22
286(2)	Volume 6 – Part 2. Pilot Services, Vessel Traffic, Services and Port Operations (Europe, Arctic and Baltic coasts, including Iceland and Faeroe Islands).	2025/22
286(1)	Volume 6 – Part 1. Pilot Services, Vessel Traffic, Services and Port Operations (United Kingdom and Ireland - including European Channel Ports).	2025/22
	Distance Tables	
350(2)	Admiralty Distance Tables - Indian Ocean. Covers the Indian Ocean, the South Atlantic Ocean, north west Europe, the Mediterranean, the Caribbean and the Gulf of Mexico.	
	Astronomical Publication	
314-00	The Nautical Almanac 2025	
323	Star Finder and Identifier	
	Miscellaneous Publications	
131	Catalogue of Admiralty Charts and Publications	
100	The Mariners Handbook (Editions 2016)	
136	Oceans Passages for the World	
735	IALA Maritime Buoyage System	
294	How to correct your charts. The admiralty way	
5011	Symbols and Abbreviations used on Admiralty Charts	
50		
	Fairplay 2016 – World Shipping Encyclopedia	
247	Annual Summary of Admiralty Notices to Mariners	
	Ports Guide 2025	

Продовження табл. 2.2

1	2	3
	Software	
	Collision Regulations 1972 (1990 NE) IMO	
	Bridge watch keeping	
	Maneuverability Characteristic Data chart	
	Watch keeping safety and Cargo management in port	
	International Code of Signals (IMO TYPE)	
	International Code for Fire Safety System (FSS Code)	
	International Convention on Load Lines 1966 (MAIN BOOK) - Consolidated Edition	

2.2.1. Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

Інформація з безпеки на морі (ІБМ, MSI – Maritime Safety Information) охоплює навігаційні та метеорологічні попередження, прогнози погоди та інші термінові повідомлення, що мають відношення до безпеки мореплавства. Прийом цієї інформації є обов'язковим для всіх суден, незалежно від району плавання.

У межах ГМЗЛБ (Глобальної морської системи зв'язку при лиху та для забезпечення безпеки) передача MSI здійснюється спеціальною службою, яка є міжнародною координованою мережею. Вона включає розповсюдження:

- навігаційних попереджень,
- метеорологічної інформації,
- повідомлень, пов'язаних із пошуком і рятуванням.

Збір і поширення навігаційних попереджень забезпечує Всесвітня служба навігаційних попереджень (WWNWS), що діє на основі функціонального керівництва Міжнародної гідрографічної організації (ІНО).

Метеорологічна інформація розповсюджується згідно з технічними правилами та рекомендаціями Всесвітньої метеорологічної організації (WMO).

Інформація з пошуково-рятувальних операцій передається відповідними органами, що відповідають за координацію SAR-дій на морі, зокрема рятувально-координаційними центрами (RCC/MRCC), відповідно до стандартів і процедур, визначених Міжнародною морською організацією (ІМО).

Всесвітня служба навігаційних попереджень є міжнародно координованою системою, що забезпечує розповсюдження навігаційних попереджень, відповідно до резолюції ІМО А.706(17).

Система НАВТЕКС (NAVTEX) – це міжнародна автоматизована система передачі навігаційної, метеорологічної та іншої термінової інформації, що стосується безпеки мореплавства в прибережних водах у радіусі приблизно до 400 морських миль від берегової станції.

Система працює у режимі вузькополосного літеродруку (NBDP) і забезпечує: передачу навігаційних попереджень, метеорологічних прогнозів, всіх штормових попереджень.

Для роботи NAVTEX використовується спеціально виділена частота 518 кГц, на якій берегові станції транслюють інформацію англійською мовою. Робота станцій організована за розкладом, щоб уникнути накладання сигналів.

У рамках Всесвітньої служби навігаційних попереджень (WWNWS) весь Світовий океан поділений на 21 район NAVAREA/METAREA, у кожному з яких визначена держава-координатор, відповідальна за збір, аналіз і передачу навігаційної інформації.

Формат повідомлень системи НАВТЕКС передбачає використання пізнавального знака передавача (В1) – спеціального символу (букви від А до Z), закріпленого за конкретною береговою станцією, яка обслуговує свій район. Цей знак дозволяє ідентифікувати передачу, що має бути прийнята судновим приймачем.

Берегова станція забезпечує дальність прийому сигналу судновими приймачами від 250 до 400 миль. Щоб уникнути помилкового прийому одночасних передач від різних станцій з однаковим позивним В1, передбачене значне географічне рознесення таких станцій.

Крім того, щоб знизити взаємні перешкоди, розклад передач (transmission schedule) формується з урахуванням географічного розташування всіх станцій у даному районі. Передачі розподіляються у часі відповідно до спеціальної матриці передач (transmission matrix).

Інформація в системі НАВТЕКС класифікується за видами і позначається спеціальним знаком В2, який вказує на тип повідомлення. Завдяки цьому судновий приймач може відсівати непотрібні повідомлення та друкувати лише ті, що мають практичне значення для безпечного плавання.

Наразі в системі НАВТЕКС використовуються такі коди В2:

- А – навігаційні попередження
- В – метеорологічні попередження
- С – льодові зведення
- D – інформація з пошуку і рятування, а також про піратські напади
- Е – метеорологічні прогнози
- І – повідомлення лоцманської служби
- J – повідомлення супутникової навігаційної системи
- К – повідомлення інших радіонавігаційних служб
- L – додаткові навігаційні попередження (доповнення до коду А)
- V, W, X, Y – повідомлення спеціальних служб (тестове використання)
- Z – позначення відсутності повідомлень

Важливо: повідомлення з кодами А, В, D та L не можуть бути виключені з друку, оскільки вони мають критичне значення для безпеки судноплавства.

Кожне повідомлення системи НАВТЕКС у межах однієї групи інформації отримує порядковий номер від 01 до 99. Ця нумерація є внутрішньою для системи НАВТЕКС і не пов'язана з іншими службами радіонавігаційних попереджень.

Після досягнення номера 99 відлік поновлюється з 01, однак вже діючі повідомлення зберігають свої номери і не повторюються, щоб уникнути плутанини.

Розклад передач у системі НАВТЕКС опублікований у таких міжнародних довідниках:

- ITU List of Radiodetermination and Special Service Stations, Sect. 11, Annex 2;

- Admiralty List of Radio Signals (ALRS), vol. 3;
- Fleet List of Radio Signals (FLRS), vol. 5 (GMDSS), §10-3.

Таблиця 2.3 – Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

№№ п/п	Радіостанція	Позначення і межа карти	Зміст передачі	Час передачі
1	Abu Dhabi		Surface water temp., Mean monthly climatic conditions, surface pressure analysis, sea surface temp.	02:30, 06:30, 10:30, 14:30, 18:30, 22:30
2	Dubai		Surface water temp., Mean monthly climatic conditions, surface pressure analysis	00:50, 04:50, 08:50, 12:50, 16:50, 20:50
3	Karachi		Surface water temp., Mean monthly climatic conditions, surface pressure analysis, sea surface temp	06 30; 18 30
4	Mumbai		Surface water temp., Mean monthly climatic conditions, surface pressure analysis, sea surface temp	3:20, 07:20, 11:20, 15:20, 19:20, 23:20
5	Hong Kong	10°N to 30° N 105°E to 125° E	Surface water temp., Mean monthly climatic conditions, surface pressure analysis, sea surface temp	0150 0550 0950 1350 1750 2150

Таблиця 2.4 – Райони NAVAREA, станції NAVTEX на переході

№	Ділянка переходу	Район NAVAREA	NAVTEX	NAVAREA
1	Persian Gulf	VIII	Ruwais (Hamala [B])	Pakistan
2	Hormuz strait	VIII	Bandar-e Shahid Rajai [F]	Pakistan
3	Gulf of Oman	VIII	Masqat [M]	Pakistan
4	Arab Sea	VIII	Karachi [P]	Pakistan
5	Arab Sea	IX	Veraval [H]	India
6	Arab Sea	IX	Vengrula [J]	India

Таблиця 2.5 – Зв'язок на переході

№	Станція	Спосіб зв'язку	Канали, частоти	Примітки
1	Pilot station Ruwais	VHF	16, 9, 12, 21, 23	Reporting System, Pilot Boarding, Berthing, Unberthing operation, Loading Operation
2	Pilot station Port New Mangalore	VHF	12, 16, 14	Reporting System, Pilot Boarding, Berthing, Unberthing operation, Loading Operation

Таблиця 2.6 – СУРС по маршруту переходу

№№	Traffic separation scheme	Station	VHF	Reporting point description
1	2	3	4	5
1	Ruwais Port	Port VTS	10,12,16	When leaving VTS area
Sector1	Strait of Hormuz Leg 1	Al Jissah VTS	12, 16,71	When entering area
Sector2	Strait of Hormuz Leg 2	Fujairah VTS	12,16,71	When entering area
2	New Mangalore Port	New Mangalore VTS		When entering area

2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

Таблиця 2.7 - Атмосферний тиск і розшифровка «роз вітрів»

Характер ис-тики за ділянками	Персидська затока			Ормузький проток			Арабське море		
Атмосфер -ний тиск, гПа	1008			1009			1010		
Вітер	Роза вітрів № 1			Роза вітрів № 2			Роза вітрів № 3		
Направле ння вітру	Повторюваність вітру, %			Повторюваність вітру, %			Повторюваність вітру, %		
	Сума р-на	11- 15м/ с	>16м /с	Сума рна	11- 15м/ с	>16 м/с	Сума рна	11- 15м/ с	>16м/ с
N	10						1		
NE	12			7			1		
E	25	4	1	15			54	6	2
SE	16			25	6	2	24		
S	10			35			8		
SW	5			10			4		
W	15			5			2		
NW	7			3			1		
Резуль туючи й вітер	направлення, у румбах		ESE	направленн я, у румбах		ES E	направленн я, у румбах		E.NE
	швидкість, м/с		15	швидкість, м/с		11	швидкість, м/с		9
Макси мальна швидкі сть вітру, м /с	спостережена		14	спостереже на		10	спостереже на		7
	розрахункова		16	розрахунко ва		13	розрахунко ва		11
Повто рю- ваність штилів , %	50			60			80		

Таблиця 2.8 - Видимість, водний і тепловий режими атмосфери, гідрологічні характеристики

Характеристики за ділянками		Ділянка №1	Ділянка №2	Ділянка №3
		Персидська затока	Ормузький проток	Арабське море
Температура повітря, оС		35	33-34	35
Температура води, оС		28	29	27
Відносна вологість, %		70	60-70	80
Повторюваність туманів, %		1	1	1
Видимість менше 2 міль				
Хмарність, бали		2	2	5
Солоність води, о/оо		34	33	33,5
Щільність води, г/см ³ (або кг/м ³)		1,025	1,025	1,025
Постійні течії	назва			
	термодинамічна характеристика			
	направлення	S, SE	N	N
	швидкість, вузл.	0,5	1,3	0,8
	стійкість	50-75	50-75	50-75
Швидкість припливних течій, вузл.		1-2	1	2
Висота хвиль, м	середня	1-2	0.5	1-2
	максимальна		1	3
Період хвиль, с				

2.2.2. Збір та аналіз навігаційної інформації при прибрежному плаванні

Порт відходу Руваіс

Руваіс (24-09N 052-44E) – великий індустріальний порт, розташований на західному узбережжі емірату Абу-Дабі. Це всепогодні глибоководні термінали, що обслуговують нафтову й газову промисловість ОАЕ, зокрема виробничий комплекс ADNOC у Руваісі. Основними експортними вантажами є нафтопродукти, зріджений газ, сірка, добрива, хімічні продукти та нафтова сировина. Імпорт включає промислове обладнання, будівельні матеріали, контейнери, генеральні вантажі й товари для забезпечення виробничої інфраструктури.

Узбережжя в районі порту здебільшого низьке, з піщаними ділянками, але значною мірою індустріалізоване, з численними нафтоналивними причалами, терміналами та промисловими спорудами.

Максимальна глибина для обробки суден біля терміналів сягає 14,3 м, для контейнерних причалів – до 12,0 м. Обмеження по осадці залежать від конкретного терміналу і повідомляються портовою владою заздалегідь.

Припливи в районі невеликі – середня величина коливається від 1,0 до 1,5 м. Щільність морської води зазвичай становить близько 1,025 г/см³, однак у літній період через високу температуру і випаровування можливі зміни.

Для уточнення глибин, осадки та актуальних навігаційних умов необхідно звертатися безпосередньо до адміністрації порту Ruwais Port Authority.

UN/Locode: AERUW

Контакти:

Позивний: Ruwais Port Control

УКХ канал: Ch 16; 09

Телефон: +971(0)2 6021666

Якірна стоянка: Зовнішня якірна стоянка розташована на відстані 0,5–4 морських миль на північний схід від північного хвилерізу. Вона охоплює акваторію, яка обмежується лініями, що з'єднують такі координати:

West Ghash° -1 (24°27'·82N 52°29'·93E).

West Ghash° -2 (24°25'·48N 52°30'·36E).

West Ghash° -3 (24°25'·48N 52°26'·58E).

East Ghash° -1 (24°28'·15N 52°39'·34E).

East Ghash° -2 (24°28'·15N 52°35'·04E).



Рисунок 2.1 – План порту Руваїс

Документи:

- 1 Crew Effects Declaration
- 1 Crew List
- 1 Narcotics List
- 1 NIL List
- 1 Passenger List
- 1 Provisions List
- 1 Stowage Plan

Порт приходу Нью- Мангалур

Нью-Мангалур (12-55-55N 074-48-15E) — це великий порт, розташований у межах затоки на інакше прямолінійній ділянці узбережжя. Це всепогодний порт, створений для доповнення обмежених можливостей сусіднього порту Мангалур та для обслуговування прилеглого заводу з виробництва добрив.

Основні експортні вантажі: марганцева руда, хромовая руда, залізна руда, граніт, машини, кава, етанол і фенол.

Основні імпорتنі вантажі: нафтопродукти, добрива, сталеві труби, сталевий брухт, рідкий аміак, фосфорна кислота, машини, рослинна олія, деревна целюлоза та вугілля.

Узбережжя по обидва боки порту — пряме, низьке та піщане, із заростями кокосових і інших пальм. Прибой біля узбережжя з обох боків від входу в гавань у спокійну погоду ламається приблизно за 100 м від пляжу, а у вітряну погоду та під час південно-західного мусону — до 400 м.

Максимальна осадка становить 14,0 м. У період мусонів максимальна дозволена осадка може зменшуватися, зазвичай на 0,5 м, через замулення; про це порт повідомляє заздалегідь. Для отримання останньої інформації про глибини та дозволені осадки слід звертатися до адміністрації порту.

Середній максимальний приплив сягає близько 1,2 м; середній мінімальний — близько 0,6 м.

Густина води: зазвичай близько 1,025 г/см³, але під час південно-західного мусону може знижуватися до 1,014 г/см³.

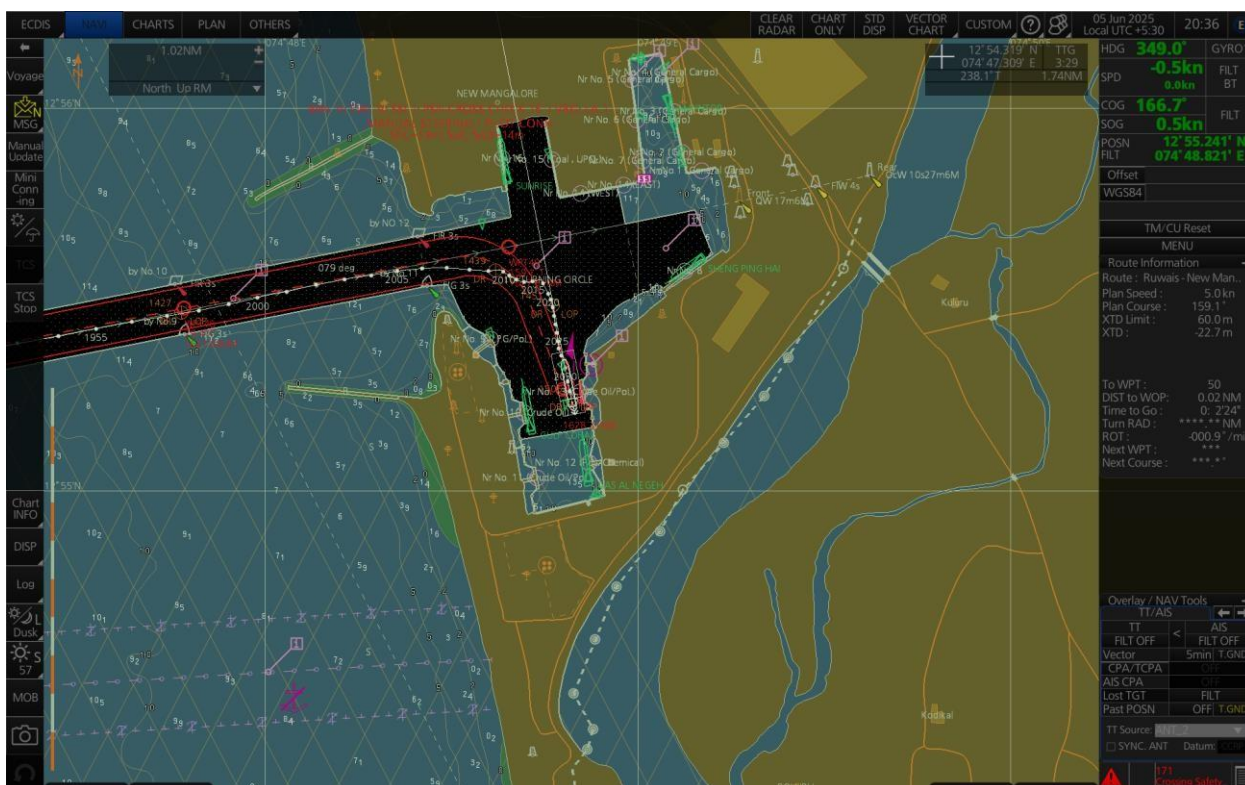


Рисунок 2.2 - Порт New Mangalore

Позивний: New Mangalore Pilot

УКХ-канал: Ch 16; 12, 14

New Mangalore Pilot

Port Control

Позивний: New Mangalore Port Control

УКХ-канал: Ch 16; 12

Телефон: +91(0)824 2407428

Портова адміністрація

Телефон: +91(0)824 2407419

Факс: +91(0)824 2407419

E-mail: dyconservator@nmpt.gov.in

Веб-сайт: www.newmangaloreport.gov.in

Часи роботи: H24

ПРОЦЕДУРА:

(1) Повідомлення про ЕТА (очікуваний час прибуття): Судна повинні надсилати ЕТА щонайменше за 48 годин, зазначаючи:

- (a) Назву та національність судна
- (b) Позивний сигнал
- (c) Осадку (носом і кормою), довжину між перпендикулярами (LOA), валову (GT) та чисту (NT) місткість
- (d) Останній порт заходу
- (2) ЕТА повинно бути підтверджене до Port Control за 2 години до прибуття.
- (3) Судна повинні надсилати ETD (очікуваний час відправлення) щонайменше за 1 годину до виходу до Port Control.

Для оформлення судна в порту необхідні наступні документи:

- 2 Crew Lists on arrival, 2 on departure;
- 2 Crew Effects Declarations (FAL Form 4);
- 3 General Declarations;
- 2 Passenger Lists;
- Stores List (FAL Form 3);
- 1 Stowaway List.
- 1 Bill of Lading;
- 1 Cargo List, manifest or certificate;
- 1 Cargo Record Book;
- 1 Cargo Ship Safety Certificate;
- 1 Cargo Ship Safety Construction Certificate;
- 1 Cargo Ship Safety Equipment Certificate;
- 1 Cargo Ship Safety Radio Certificate;
- 1 Cargo Ship Safety Radiotelegraphy Certificate;
- 1 Cargo Ship Safety Radiotelephony Certificate;
- 1 Crew List;
- 1 Dangerous Cargo List (if applicable);
- 1 Exemption Certificate;
- 1 Gas Free Certificate (if applicable);
- 1 International Load Line (Exemption) Certificate (1966);
- 1 International Oil Pollution Prevention Certificate;

- 1 International Tonnage Certificate (1996);
- 1 ISSC;
- 1 Log Book;
- 1 Medical Certificates of ILO Convention No. 73;
- 1 Oil Record Book I and II;
- 1 Passenger Ship Safety Certificate;
- 1 Ship Oil Pollution Emergency Plan (SOPEP), applicable from 3 April 1995;
- 1 Ship's Register or Certificate of Registry;
- 1 Stability Information;
- 1 Stores List;
- 1 1 Oil Record Book II;

Таблиця 2.9 – Засоби навігаційного обладнання

№	Name	Position		Characteristics	Range, nm
		φ	λ		
1	2	3	4	5	6
1	Al Humer	24°08.6'N	052°49.4'E	FlW*3s	4
2	Boroughe	24°08.4'N	052°45.0'E	QR	2
3	Sir Bani Yas	24°13.8'N	052°40.4'E	Mo(D)W*15s	3
4	Jabal az Zannah	24°11.6'N	052°38.0'E	FlG*3s	4
5	Easward	24°08.6'N	052°49.2'E	FlW*3s	5
6	Gasco	24°10.0'N	052°43.3'E	OcW*1s	4
7	Takreer	24°11.3'N	0 52°42.4'E	FlG*3s	4
8	Aga	12°50.9'N	074°50.3'E	FlW*10s	11
9	Kasagorod	12°30.3'N	074°58.5'E	Fl(3)W*20s	20
10	Kotte Kunnu	12°00.4'N	075°12.1'E	Fl(2)W*20s	22
11	Azhikal	11°56.5'N	075°18.1'E	Fl(2)W*8s	10

Продовження табл. 2.9

12	Cannacore	11°51.6'N	075°21.4'E	FlW*10s	18
13	Tellicherry	11°44.9'N	075°31.8'E	Fl(3)W*9s	10
14	Mahe	11°42.0'N	075°38.2'E	Fl(2)W*10s	12
15	Kadalur	11°28.2'N	075°38.2'E	FlW*5s	23
16	Calicut	11°15.5'N	075°46.2'E	Fl(2)W*6s	10

2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1 Розрахунок ортодромії

Приведемо зразок розрахунку локсодромії і ортодромії. Зробимо розрахунки за допомогою таблиці 236 МТ75 або за формулами

$$S = PШ / \cos(\text{Лок } K), \quad (2.1)$$

де S - довжина локсодромії; PШ - різниця широт; Лок K - локсодромічний курс.

$$\text{Tg}(\text{Лок } K) = PД / PМЧ = OTШ / PШ, \quad (2.2)$$

де PД - різниця довгот; PМЧ - різниця меридіональних частин; OTШ - отшество.

$$\cos(D) = \sin(\varphi_1) * \sin(\varphi_2) + \cos(\varphi_1) * \cos(\varphi_2) \cos(\lambda_2 - \lambda_1) \quad (2.3)$$

де D - довжина ортодромії; $\varphi_1, \lambda_1; \varphi_2, \lambda_2$ - координати початкової і кінцевої точок.

$$\Delta = S - D \quad (2.4)$$

Рівняння ортодромії для нанесення на меркаторську карту

$$\text{Tg}(\varphi_i) = \text{ctg}(K_o) * \sin(\lambda_i - \lambda_o) \quad (2.5)$$

де λ_o - довгота точки перетину екватора ортодромії; K_o - кут між меридіаном і ортодромією. Розрахунки локсодромії і ортодромії представимо у вигляді таблиць 2.10 и 2.11.

Таблиця 2.10 - Розрахунок локсодромії

φк		МЧ		λк		К	
φн		МЧ		λн		S	
РШ		РМЧ		РД			

Таблиця 2.11 - Розрахунок ортодромії

$\sin(\varphi_1) * \sin(\varphi_2)$	+	
$\cos(\varphi_1) * \cos(\varphi_2) * \cos(\lambda_2 - \lambda_1)$	+	
$\cos D$ D		

Визначаємо доцільність плавання по ортодромії $\Delta D = S_L - D$.

2.3.2 Складання маршрутних листів

Згідно з рекомендаціями ІМО, під час планування рейсу були підготовлені маршрутні листи, що зберігаються на штурманському столі. У ході рейсу до них вносяться всі необхідні корективи.

Таблиця 2.12 - Результати попередньої прокладки

PORT: Ruwais, UAE				VOY: 04/25				DATE: 28-May-2025				NEXT PORT: New Mangalore, India																																			
VHF - CH: TIDES				CHARTS				PUBLICATIONS				BRIDGE CHECK LIST																																			
Ruwais				See Tidecalc Adj.				ENC				As per Doc. 04.07.2				BCLs: A1, A2, A3, A7, B3, B4, B6, B12, B12(A)																															
Port Control / VTIS												(PASSAGE PLAN (BOOKS))				Opt: B8 (anchoring), B9 (restricted visibility)																															
VHF ch 16/21/12																																															
DRAFT FWD: 11.70 m				AFT: 11.70 m				TRIM: 0.00 m				DISPL.: 70 822 t				Air Draught: = 37.25 m Squat and Masthead Clearance: See calculation sheets attached																															
WAYPOINTS				STEERING				CROSS CHECK FIX POSITION				UKC (See Notes)				Planned Speed				Safety Depth/ Safety Contour				Shallow Contour				XTD				Guard Zone				TURN RAD				PARALLEL INDEX				NOTES			
No		POSITION		DATE TIME		CRS		DIST		TO GO		INTERVAL		TYPE * G R V																																	
1		BERTH # 2		28.05.2025		-		-		20.8 nm		15 min		S		P		5.3 m		2 knots		16 m		14 m		185 m		1-2		0.3				BWL V/EWL V/SSL1 /LA 1													
		24 09.827 N 052 43.551 E		14:30																														POB/Manual Steering/ RIO													
2		WP 2		28.05.2025		007*		0.3 nm		20.5 nm		15 min		S		P		5.3 m		3 knots		16 m		14 m		185 m		1-2		0.3		p/s 0.43 nm		BWL V/EWL V/SSL1 /LA 1													
		24 10.200 N 052 43.600 E		14:42																														POB/Manual Steering/ RIO													
3		WP 3		28.05.2025		325*		1.8 nm		18.7 nm		15 min		S		P		6.3 m		5 knots		16 m		14 m		400 m		1-2		0.3		p/s 1.10 nm		BWL V/EWL V/SSL1 /LA 1													
		24 11.658 N 052 42.490 E		14:48																														POB/Manual Steering/ RIO													
4		WP 4		28.05.2025		356*		2.8 nm		15.9 nm		15 min		S		P		13.5 m		5 knots		16 m		14 m		400 m		1-2		0.3		p/s 1.08 nm		BWL V/EWL V/SSL1 /LA 1													
		24 14.500 N 052 42.250 E		14:55																														POB/Manual Steering/ RIO													
5		WP 5		28.05.2025		326*		2.0 nm		13.9 nm		15 min		S		P		14.2 m		5 knots		16 m		14 m		400 m		1-2		0.3		-		BWL V/EWL V/SSL1 /LA 1													
		24 16.200 N 052 41.000 E		15:12																														POB/Manual Steering/ RIO													
6		WP 6		28.05.2025		005*		1.8 nm		12.1 nm		30 min		S		P		11.7 m		5 knots		16 m		14 m		185 m		1-2		0.3		s/s 1.00 nm		BWL V/EWL V/SSL1 /LA 1													
		24 17.900 N 052 41.150 E		15:20																														POB/Manual Steering/ RIO													
7		WP 7		28.05.2025		021*		2.1 nm		10.0 nm		30 min		S		P		10.3 m		8 knots		16 m		14 m		185 m		1-2		0.3		s/s 1.28 nm		BWL V/EWL V/SSL1 /LA 1													
		24 20.000 N 052 42.050 E		15:35																														POB/Manual Steering/ RIO													
8		WP 8		28.05.2025		326*		0.8 nm		9.2 nm		30 min		S		P		10.7 m		8 knots		16 m		14 m		118 m		1-2		0.3		-		BWL V/EWL V/SSL1 /LA 1													
		24 20.600 N 052 41.600 E		15:40																														POB/Manual Steering/ RIO													
9		WP 9		28.05.2025		316*		3.8 nm		5.4 nm		30 min		S		P		5.7 m		8 knots		16 m		14 m		118 m		1-2		0.3		p/s 1.44 nm		BWL V/EWL V/SSL1 /LA 1													
		24 23.350 N 052 38.680 E		16:00																														POB/Manual Steering/ RIO													
10		WP 10		28.05.2025		307*		2.3 nm		3.1 nm		30 min		S		P		18.3 m		8 knots		16 m		14 m		162 m		1-2		0.3		s/s 1.14 nm		BWL V/EWL V/SSL1 /LA 1													
		24 24.714 N 052 36.666 E		16:12																														POB/Manual Steering/ RIO													
G = G.P.S. , R = RADAR , V= VISUAL																																															
To be assigned "P" as primary system of position and "S" Secondary system of position. Radar fixing shall be primary when distance and quality of echoes are the appropriate .																																															

	WAYPOINT						STEERING			POSITION			UKC UNDER KEEL C.	Planned Speed	Safety Depth/ Safety Contour	Shallow Contour	XTD	Guard Zone	PARALLEL INDEX	PASSAGE NOTES ** *** (In addition to this notes see Captain's orders -standing books & charts- and Passage Plan Book information)
NO.	NAME	POSITION		CRS	DIST	TO GO	FIX INT	TYPE *	A G R V											
		Latitude	Longitude																	
011	WP 11 / PILOT OFF	24 26.188 N	052 33.679 E	298°	-	1602.4 nm	15	S	P	P	20.3	8	16	14	185	1-2	-	BWL III / REV/L III / SL 1/ LA 2		
							min				m	knots	m	m	m	min	-	Master Conn/ Manual Steering		
							30				>10	10	20	14	185	15	-	BWL III / REV/L III / SL 1/ LA 2		
012	WP 12	24 29.700 N	052 30.320 E	319°	4.7 nm	1597.7 nm	30	S	P	P	m	knots	m	m	m	min	-	Master Conn/ Manual Steering		
							min				m	knots	m	m	m	min	-	BWL III / REV/L III / SL 1/ LA 2		
							30				>10	12	20	14	185	15	-	Master Conn/ Manual Steering		
013	WP 13	24 32.650 N	052 27.000 E	314°	3.8 nm	1599.9 nm	30	S	P	P	m	knots	m	m	m	min	p/s 1.80 nm	BWL III / REV/L III / SL 1/ LA 2		
							min				m	knots	m	m	m	min	-	Master Conn/ Manual Steering		
							30				>10	15.6	20	14	185	15	-	BWL III / REV/L III / SL 1/ LA 2		
014	WP 14	24 37.600 N	052 38.400 E	065°	11.6 nm	1582.3 nm	30	S	P	P	m	knots	m	m	m	min	-	Master Conn/ Manual Steering		
							min				m	knots	m	m	m	min	-	Master Conn/ Manual Steering		
							30				>10	15.6	20	14	185	15	-	BWL III / REV/L III / SL 1/ LA 2		
015	WP 15	24 40.300 N	052 42.100 E	051°	4.2 nm	1578.0 nm	30	S	P	P	m	knots	m	m	m	min	p/s 9.50 nm	Master Conn/ Manual Steering		
							min				m	knots	m	m	m	min	-	Master Conn/ Manual Steering		
							30				>10	15.6	20	14	185	15	-	BWL III / REV/L III / SL 1/ LA 2		
016	WP 16	24 43.700 N	052 42.550 E	007°	3.4 nm	1574.6 nm	30	S	P	P	m	knots	m	m	m	min	-	Master Conn/ Manual Steering		
							min				m	knots	m	m	m	min	-	Master Conn/ Manual Steering		
							30				>10	15.6	20	14	185	15	-	BWL III / REV/L III / SL 1/ LA 2		
017	WP 17	24 44.250 N	052 43.350 E	053°	1.0 nm	1573.7 nm	30	S	P	P	m	knots	m	m	m	min	-	Master Conn/ Manual Steering		
							min				m	knots	m	m	m	min	-	Master Conn/ Manual Steering		
							30				>10	15.6	20	14	185	15	-	BWL III / REV/L III / SL 1/ LA 2		
018	WP 18	24 44.400 N	052 44.550 E	082°	1.2 nm	1572.5 nm	30	S	P	P	m	knots	m	m	m	min	-	Master Conn/ Manual Steering		
							min				m	knots	m	m	m	min	-	Master Conn/ Manual Steering		
							30				>10	15.6	20	14	185	15	-	BWL III / REV/L III / SL 1/ LA 2		
019	WP 19	24 45.200 N	052 52.900 E	084°	7.5 nm	1565.0 nm	30	S	P	P	m	knots	m	m	m	min	-	Master Conn/ Manual Steering		
							min				m	knots	m	m	m	min	-	Master Conn/ Manual Steering		
							30				>10	15.6	20	14	185	15	-	BWL III / REV/L III / SL 1/ LA 2		
020	WP 20	24 49.350 N	052 57.100 E	043°	5.2 nm	1559.7 nm	30	S	P	P	m	knots	m	m	m	min	-	Master Conn/ Manual Steering		
							min				m	knots	m	m	m	min	-	Master Conn/ Manual Steering		
							30				>10	15.6	20	14	1000	15	-	BWL III / REV/L III / SL 1/ LA 2		
021	WP 21	24 55.785 N	053 00.184 E	024°	6.2 nm	1553.6 nm	30	S	P	P	m	knots	m	m	m	min	s/s 3.70 nm	Master Conn/ Manual Steering		
							min				m	knots	m	m	m	min	-	Master Conn/ Manual Steering		
							30				>10	15.6	20	14	1000	15	-	BWL III / REV/L III / SL 1/ LA 2		
022	WP 22	25 01.710 N	053 20.150 E	072°	20.2 nm	1533.4 nm	30	S	P	P	m	knots	m	m	m	min	s/s 2.80 nm	Master Conn/ Manual Steering		
							min				m	knots	m	m	m	min	-	Master Conn/ Manual Steering		

WAYPOINT				STEERING			POSITION		UKC UNDER KEEL C.	Planned Speed	Safety Depth/ Safety Contour	Shallow Contour	XTD	Guard Zone	PARALLEL INDEX	PASSAGE NOTES (In addition to this notes see Captain's orders -standing books & charts- and Passage Plan Book information)		
NO.	NAME	POSITION		CRS	DIST	TO GO	FIX INT	TYPE *										
		Latitude	Longitude					A									G	R
023	WP 23	25 06.250 N	053 26.100 E	050°	6,6 nm	1526,8 nm	30 min	S	P	P	>10 m	15,6 knots	20 m	14 m	1000 m	15 min	p/s 2.90 nm	BWL II / EWL II / SL 1/ LA 2 Coast Navig/ AutoPilot/ ES Print Off
024	WP 24	25 09.500 N	053 36.400 E	071°	9,1 nm	1517,7 nm	30 min	S	P	P	>10 m	15,6 knots	20 m	14 m	1850 m	15 min	-	BWL II / EWL II / SL 1/ LA 2 Coastal Navigation
025	WP 25	25 58.345 N	054 00.733 E	024°	54,5 nm	1463,2 nm	30 min	S	P	P	>50 m	15,6 knots	20 m	14 m	1500 m	15 min	s/s 15.00 nm	BWL II / EWL II / SL 1/ LA 2 Coastal Navigation
026	WP 26	26 11.500 N	054 30.000 E	064°	29,4 nm	1433,8 nm	30 min	S	P	P	>50 m	15,6 knots	20 m	14 m	1850 m	15 min	-	BWL II / EWL II / SL 1/ LA 2 Coastal Navigation
027	WP 27	26 06.700 N	055 17.000 E	057°	42,6 nm	1391,2 nm	30 min	S	P	P	>50 m	15,6 knots	20 m	14 m	1850 m	15 min	p/s 1.54 nm	BWL II / EWL II / SL 1/ LA 2 Coastal Navigation
028	WP 28	26 10.500 N	055 30.000 E	072°	12,4 nm	1378,8 nm	30 min	S	P	P	>50 m	15,6 knots	20 m	14 m	1850 m	15 min	p/s 7.10 nm	BWL II / EWL II / SL 1/ LA 2 Coastal Navigation
029	WP 29	26 20.565 N	055 59.796 E	070°	28,8 nm	1399,2 nm	30 min	S	P	P	>50 m	15,6 knots	20 m	14 m	1500 m	15 min	s/s 2.80 nm	BWL II / EWL II / SL 1/ LA 2 Coastal Navigation
030	WP 30	26 31.000 N	056 22.857 E	063°	23,2 nm	1427,1 nm	30 min	S	P	P	>50 m	15,6 knots	20 m	14 m	1000 m	15 min	p/s 2.61 nm s/s 6.80 nm	BWL II / EWL II / SL 1/ LA 2 Coastal Navigation
031	WP 31	26 33.200 N	056 28.500 E	067°	5,5 nm	1321,6 nm	30 min	S	P	P	>50 m	15,6 knots	20 m	14 m	1000 m	15 min	s/s 1.30 nm	BWL II / EWL II / SL 1/ LA 2 Coastal Navigation
032	WP 32	26 33.200 N	056 33.200 E	090°	4,1 nm	1317,5 nm	30 min	S	P	P	>50 m	15,6 knots	20 m	14 m	1000 m	15 min	s/s 2.75 nm	BWL II / EWL II / SL 1/ LA 2 Coastal Navigation
033	WP 33	26 28.082 N	056 36.616 E	149°	6,1 nm	1311,4 nm	30 min	S	P	P	>50 m	15,6 knots	20 m	14 m	1000 m	15 min	s/s 2.73 nm	BWL II / EWL II / SL 1/ LA 2 Coastal Navigation
034	WP 34	26 00.002 N	056 55.160 E	149°	32,6 nm	1278,8 nm	30 min	S	P	P	>50 m	15,6 knots	20 m	14 m	1850 m	15 min	s/s 6.20 nm	BWL II / EWL II / SL 1/ LA 2 Coastal Navigation
035	WP 35	25 46.109 N	057 04.312 E	149°	16,0 nm	1262,8 nm	30 min	S	P	P	>50 m	15,6 knots	20 m	14 m	1850 m	15 min	-	BWL II / EWL II / SL 1/ LA 2 Coastal Navigation
036	WP 36	25 40.300 N	057 06.000 E	150°	6,8 nm	1256,0 nm	30 min	S	P	P	>50 m	15,6 knots	20 m	14 m	1500 m	15 min	p/s 11.50 nm	BWL II / EWL II / SL 1/ LA 2 Coastal Navigation
037	WP 37	25 34.370 N	057 13.369 E	141°	7,3 nm	1246,7 nm	60 min	S	P	P	>200 m	15,6 knots	14 m	13 m	1500 m	30-60 min	-	BWL I / EWL I / SL 1/ LA 3 Open Sea Navigation
038	WP 38	25 01.300 N	058 00.000 E	128°	53,9 nm	1194,8 nm	60 min	S	P	P	>200 m	15,6 knots	14 m	13 m	3700 m	30-60 min	-	BWL I / EWL I / SL 1/ LA 3 Open Sea Navigation
039	WP 39	23 37.038 N	060 32.007 E	121°	162,3 nm	1032,5 nm	60 min	S	P	P	>200 m	15,6 knots	14 m	13 m	3700 m	30-60 min	-	BWL I / EWL I / SL 1/ LA 3 Open Sea Navigation

WAYPOINT						STEERING			POSITION			UKC UNDER KEEL C.	Planned Speed	Safety Depth/ Safety Contour	Shallow Contour	XTD	Guard Zone	PARALLEL INDEX	PASSAGE NOTES (In addition to this notes see Captain's orders -standing books & charts- and Passage Plan Book information)
NAME	POSITION		CRS	DIST	TO GO	FIX INT	TYPE *												
	Latitude	Longitude					A	G	R	V									
WP 40 / PAKISTAN EEZ	22 55.736 N	061 30.200 E	128°	67,6 nm	964,9 nm	60 min	S	P			>200	15,6	14	13	3700	30-60	-	-	BWL I / EWL I / SL 1/ LA 3 Open Sea Navigation
											m	knots	m	m	m	min			
WP 41 / INDIAN EEZ	17 42.489 N	068 37.417 E	128°	508,4 nm	456,5 nm	60 min	S	P			>200	15,6	14	13	3700	30-60	-	-	BWL I / EWL I / SL 1/ LA 3 Open Sea Navigation
											m	knots	m	m	m	min			
WP 42	14 59.989 N	072 10.018 E	128°	260,6 nm	195,9 nm	60 min	S	P			>200	15,6	14	13	3700	30-60	-	-	BWL I / EWL I / SL 1/ LA 3 Open Sea Navigation
											m	knots	m	m	m	min			
WP 43	12 57.576 N	074 32.988 E	131°	184,3 nm	11,6 nm	30 min	S	P	P		29,3	15,6	14	13	3700	15	-	-	BWL III / EWL III / SL 1/ LA 2 Master Conn/ Manual Steering
											m	knots	m	m	m	min			
WP 44	12 54.787 N	074 42.069 E	107°	9,5 nm	2,1 nm	30 min	S	P	P		11,3	12,2	14	13	1850	15	-	-	BWL III / EWL III / SL 1/ LA 2 Master Conn/ Manual Steering
											m	knots	m	m	m	min			
WP 44 / PBG	12 54.770 N	074 44.098 E	091°	2,1 nm	0,0 nm	15 min	S	P	P		3,3	6	14	13	250	15	-	-	BWL V / EWL V / SL 1/ LA 2 POB / Manual Staering
											m	knots	m	m	m	min			

2.3.3 Графічний план переходу

Результати навігаційного планування переходу подаються у вигляді графічного плану.

На цьому плані (рисунок 2.3) відображаються: прокладений курс судна, назви портів відправлення та призначення, основні течії, рози вітрів та інші необхідні дані.

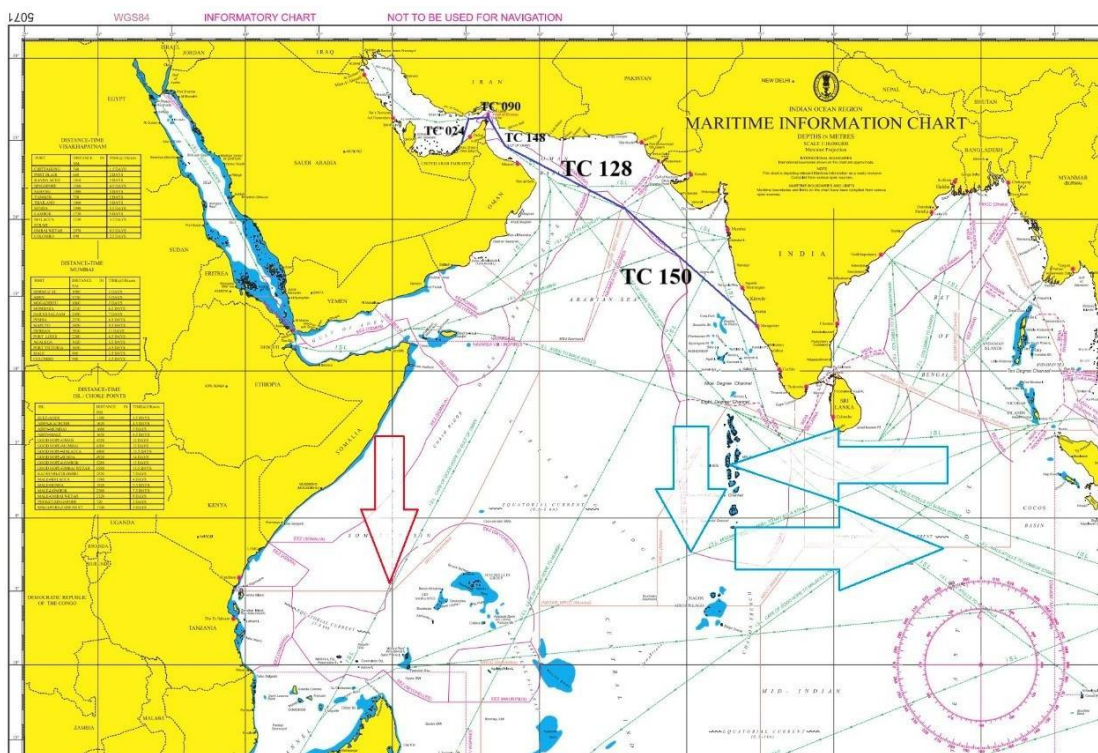


Рис. 2.3 – План переходу

2.3.4 Розрахунок природної освітленості

Обчислення природної освітленості виконуються у два етапи:

- за широтою φ та датою запланованого переходу з Nautical Almanac без інтерполяції визначаються моменти місцевого середнього часу (LMT) сходу і заходу Сонця та Місяця;
- за довготою λ передбачуваного місця опівдні кожної доби ці моменти переводяться у судновий час (ZT). Для кожного такого моменту прокладанням наперед визначаються координати φ і λ місця судна.

Далі за Nautical Almanac розраховуються моменти (ZT) явищ, що характеризують освітленість, з використанням таблиць «Conversion of ARC to Time» та «Tables for Interpolating Sunrise, Moonrise, etc.». Отримані результати заносяться до таблиці.

За відомою широтою місця судна φ та схиленням Сонця δ у моменти його сходу й заходу за формулою $\operatorname{tg} A$ визначаються азимути Сонця (Z). Ці значення також заносяться до таблиці 2.10.

$$\operatorname{tg}(A) = \cos(d) * \sin(t) / (\cos(d) * \sin(\varphi_k) * \cos(t) - \sin(d) * \cos(\varphi_k)), \quad (2.1)$$

де:

A - азимут (від точки півдня по часовій стрілці)

d - склоненіє світила

фк - широта місцевості

t - часовий кут.

Щоб визначити місцевий час явища (Correct LMT), до табличного часу необхідно додати дві поправки:

Correct LMT = LMT for Lat + Lat correction + Long correction.

Місцевий час явища переводять у Грінвічний:

GMT = Correct LMT $\pm$ Longitude.

Грінвічний час явища переводять в судновий:

ZT = GMT $\pm$ ZD

У таблиці 2.13 наведені дані щодо освітленості на початок, середину та завершення рейсу.

Таблиця 2.13 - Елементи освітленості на початок, середину та кінець рейсу.

Date	Twilight	SUN				Twilight	MOON		
		Sun-rise ZT	Z	Sun-set ZT	Z		Moon-rise ZT	Age	Moon set ZT
28.05	04:27	05:20	67°	18:35	248°	19:28	06:20	15	20:26
31.05	04:56	05:20	68°	18:16	249°	19:29	09:34	24	23:04
02.06	04:56	05:20	67°	18:35	249°	19:29	11:27	44	23:43

2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

Розрахунок припливних явищ та побудову графіків припливів виконують для портів і якірних стоянок.

Таблиця 2.14 – Приливні явища в порту Руваїс

27.05.2025			28.05.2025		
●	Time	Height		Time	Height
High	22:50	1,9 m	High	23:25	2,0 m
Low	13:28	0,5 m	Low	13:42	0,4 m

4221B Ar Ru'ays (United Arab Emirates)
 24°08'N 52°45'E United Arab Emirates 27 Май 2025 г. -0400
 Data Area 5. Red Sea, the Gulf & Indian Ocean (northern part) Version 13

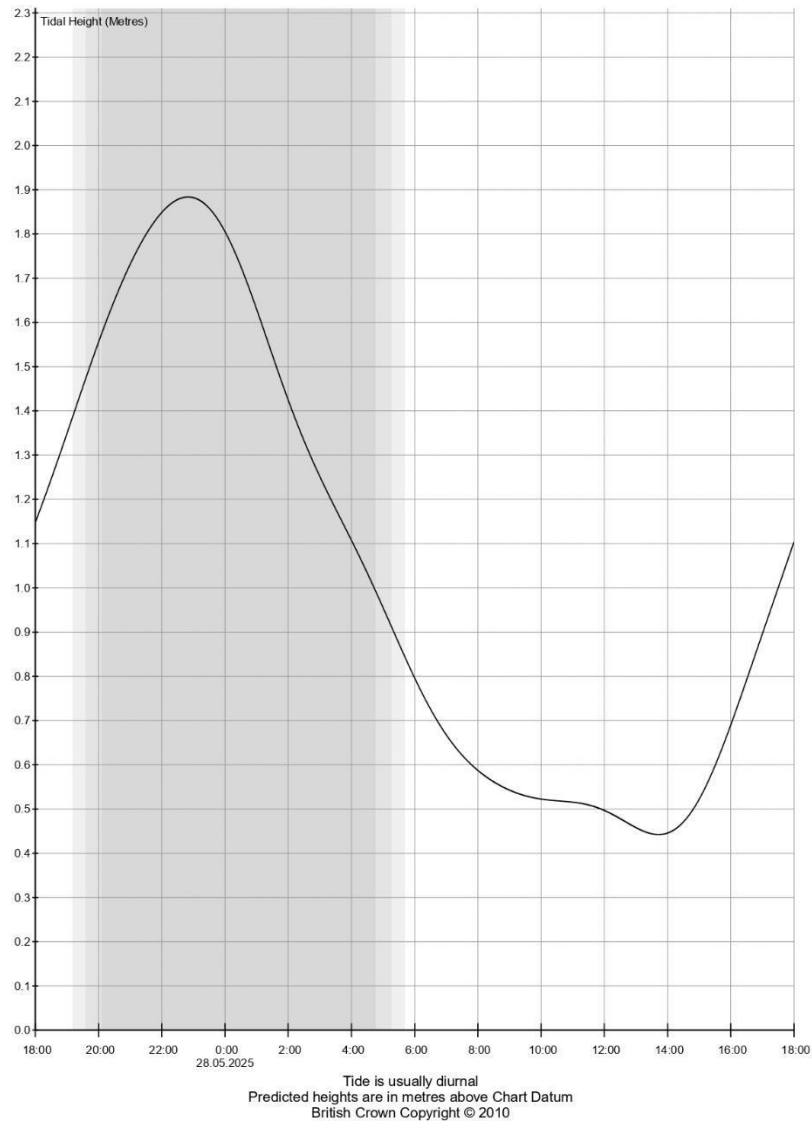


Рисунок 2.4 – Графік приливів у порту Руваїс

Таблиця 2.15 – Приливні явища в порту Нью Мангалур

02.06.2025			03.06.2025		
	Time	Height	Δ	Time	Height
High	3:39	1,0 m	High	5:00	0,9 m
	16:54	1,3 m		17:33	1,3 m
Low	9:32	0,4 m	Low	10:20	0,5 m
	23:19	0,6 m			

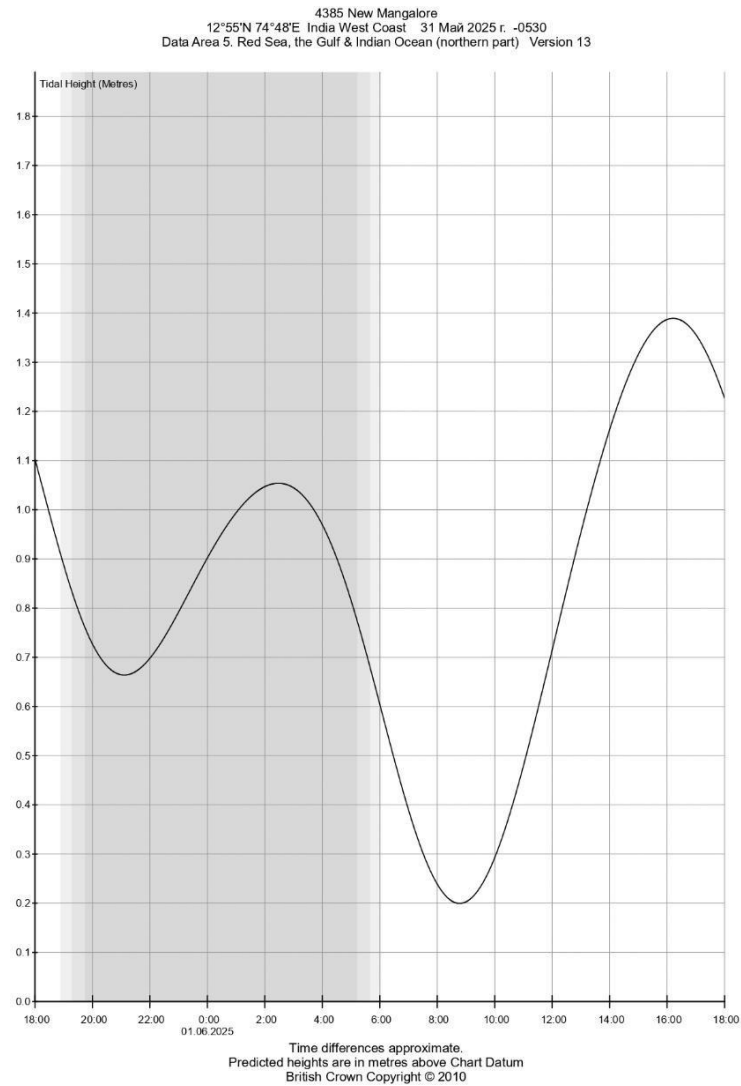


Рисунок 2.5 – Графік приливів у порту Нью Мангалур

2.3.6 Контроль запасу води під кілем та вибір безпечної швидкості на мілководді

Плавання на мілководді належить до найбільш складних умов експлуатації судна.

Складність полягає не лише в тому, що невеликий запас води під кілем становить реальну навігаційну небезпеку, а й у тому, що характер руху судна на мілководді суттєво відрізняється від його поведінки на глибоководді.

Мінімальну глибину, необхідну для безпечного проходу судна (у метрах), визначають за формулою:

$$H_{\min} = d_k + UKC + \Delta d_v + Z,$$

$$H_{\min} = 15,10 \text{ (м)}$$

де Z – запас води під кілем, вимірюється в метрах;

UKC – запас води під кілем у залежності від водотоннажності, розмірів судна;

Δd_v – збільшення осадки від хвилювання;

d_k – осадка судна з урахуванням дифферента на корму, вимірюється в метрах та визначається за формулою

$$d_k = d + \Delta d_k,$$

$$d_k = 11,6 + 0,53 = 12,1 \text{ (м)}$$

де Δd_k – збільшення дифферента на корму на мілководді та визначається за формулою

$$\Delta d_k = \alpha_T k_L \Theta \psi V_c^2$$

$$\Delta d_k = 0,53 \text{ (м)}$$

де α_T – коефіцієнт пропорційності, враховуючий змінення відносної осадки;

k_L – коефіцієнт пропорційності, враховуючий змінення довжини судна;

$\Theta \psi$ – коефіцієнт пропорційності, враховуючий змінення диференту судна.

Збільшення осадки від хвилювання запас води під кілем у залежності від водотоннажності

$$\Delta d_v = 0,6 h_v.$$

$$\Delta d_v = 0,6 \text{ (м)}$$

де h_v – висота хвилі, вимірюється в метрах

Запас води під кілем у залежності від водотоннажності запас води під кілем у залежності від водотоннажності

$$UKC = (2V_c^2 C_b) / 100.$$

$$UKC = 2,07 \text{ (м)}$$

де C_b — коефіцієнт, що розраховується за формулою

$$C_b = V_d / (L_c * B_c * T_c)$$

$$C_b = 0,73$$

де V_d — водотоннажність судна, вимірюється в тонах

L_c - довжина судна, вимірюється в метрах

B_c - ширина судна, вимірюється в метрах

T_c - осадка судна, вимірюється в метрах.

Результати розрахунків підтверджують можливість безпечної проводки судна.

2.4 Висновки

Аналіз параметрів навігаційного переходу визначає можливість забезпечення запланованого рівня безпеки мореплавства на всьому протязі рейсу.

3. ОБРОБКА І РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖУ

3.1 Транспортні характеристики вантажів

Розробка вантажного плану судна є ключовим етапом, що передбачає детальне вивчення транспортних характеристик та властивостей вантажів, які визначають умови їх перевезення, перевалки та зберігання.

Зазвичай під зрідженими газами розуміють речовини, які за нормальних умов атмосферного тиску та температури навколишнього середовища перебувають у газоподібному стані. Однією з ключових характеристик зріджених газів, що широко застосовується під час їх переробки та транспортування, є тиск насичених парів, який визначає рівновагу між рідкою та газовою фазами вантажу за певної температури.

Для класифікації вантажів, що перевозяться танкерами, ІМО дає таке визначення поняття «зріджений газ»: рідина, абсолютний тиск насичених парів якої при температурі 37,8 °C дорівнює або перевищує 2,8 кг/см².

Ще однією важливою характеристикою зріджених газів є температура насичення парів за атмосферного тиску, тобто температура кипіння.

Зріджені газы, що транспортуються морським шляхом, поділяються на шість основних груп:

LPG — Liquefied Petroleum Gases (зріджені нафтові газы),

NGL — Natural Gas Liquids (природний газовий конденсат),

LEG — Liquefied Ethylene Gas (зріджений етилен),

LNG — Liquefied Natural Gas (зріджений природний газ),

NH₃ — Ammonia (амоніак),

Cl₂ — Chlorine (хлор).

Критеріями поділу є фізико-хімічні властивості газів: температура кипіння за атмосферного тиску, сумісність із конструкційними матеріалами судна, токсичність, вибухонебезпечність та інші характеристики.

LPG отримують у процесі крекінгу природного газу або шляхом дистиляції сирої нафти на нафтопереробних підприємствах. Частка нафтових газів у складі сирої нафти становить у середньому 1—3%.

Термін «зріджені нафтові гази» в нафтовій промисловості використовується для позначення групи вуглеводнів чи їх сумішей, основними складовими яких є пропан і бутан. Проте таке визначення не є абсолютно точним, оскільки практично будь-який вуглеводень може перейти у рідку фазу за певних умов. Традиційно до складу LPG відносять: пропан, пропілен, нормальний бутан, ізобутан, бутилен.

Температура кипіння цих газів за нормального атмосферного тиску коливається від 0 до -50 °C. Основними сферами їх застосування є хімічна промисловість (як сировина) та енергетика (як паливо). У данному рейсі танкер перевозить пропан і бутан.

Бутан є безбарвним зрідженим газом із характерними фізико-хімічними властивостями, що визначають умови його транспортування та використання. Температура кипіння бутану становить -1 °C, а температура плавлення — -138 °C, що вказує на його здатність перебувати в рідкому стані при незначному підвищенні тиску. Відносна густина бутану щодо води дорівнює 0,6, тоді як відносна густина його пари порівняно з повітрям — 2,1, що робить газ важчим за повітря і сприяє його накопиченню у знижених місцях при витоках. Розчинність бутану у воді є низькою і становить лише 3,25 мл/100 мл при 20 °C, проте його тиск насиченої пари за температури 21,1 °C досягає 213,7 кПа, що свідчить про значну летючість речовини. Бутан належить до легкозаймистих газів: температура його самозаймання дорівнює 287 °C, а межі вибухонебезпечності у повітрі становлять 1,8–8,4% за об'ємом, що потребує суворого дотримання правил безпеки під час зберігання й перевезення.

Пропан, як і бутан, належить до зріджених нафтових газів і характеризується високою летючістю та вибухонебезпечністю. Його температура кипіння становить близько -42 °C, а температура плавлення —

близько $-187\text{ }^{\circ}\text{C}$, що робить його ще більш летким, ніж бутан. Відносна густина пропану щодо води дорівнює приблизно 0,5, тоді як відносна густина його парів у порівнянні з повітрям — 1,5, що також означає накопичення газу у низинах у разі витоку. Розчинність у воді низька і становить приблизно 6,5 мл/100 мл при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, однак тиск насиченої пари при температурі $21,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ сягає 850 кПа, що значно вище, ніж у бутану, і зумовлює більший ризик утворення вибухонебезпечних сумішей. Пропан є легкозаймистим газом: температура його самозаймання складає близько $470\text{ }^{\circ}\text{C}$, а межі вибуховості у повітрі коливаються від 2,1% до 9,5% за об'ємом. Такі властивості роблять пропан зручним паливом, але водночас вимагають особливо суворих заходів безпеки під час його транспортування та експлуатації.

За своїми транспортними характеристиками зріджені гази (ЗГ) суттєво відрізняються від інших вантажів, зокрема наливних. Вони є насиченими (киплячими) рідинами та під час перевезення перебувають у двофазному стані – рідина й газ. Тиск парів у резервуарі визначається температурою рідкої фази, при цьому густина ЗГ змінюється з температурою значно інтенсивніше, ніж у більшості інших рідин. Завдяки легкому переходу з рідкого стану в газоподібний (за рахунок теплоти пароутворення, яку рідина відбирає з навколишнього середовища), зріджені гази поєднують переваги рідин при транспортуванні та зберіганні і переваги газів при безпосередньому використанні. За сталої температури тиск у ємності зі зрідженим газом залишається постійним незалежно від кількості рідини.

Водночас при інтенсивному відборі парів температура рідкої фази знижується, що спричиняє падіння тиску в резервуарі.

Певні фізичні властивості зріджених газів створюють потенційні небезпеки під час транспортування:

Вплив низьких температур (Brittle fracture). Багато металів під дією холоду змінюють свої властивості. При температурах нижче $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ механічні характеристики суднової сталі помітно погіршуються. За температур нижче $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ структура металу змінюється, атомні зв'язки у кристалічній решітці

послаблюються, через що сталь втрачає пластичність і міцність, стає крихкою та може руйнуватися навіть без значного механічного навантаження. Використання сталі з додаванням нікелю або спеціальних алюмінієвих сплавів у конструкціях вантажних танків та трубопроводів дозволяє працювати з вантажами, що мають наднизькі температури кипіння (наприклад, -164°C для метану).

Всплескування вантажу (Sloshing). Як будь-яка рідина, зріджений газ має вільну поверхню, яка впливає на остійність судна. При неповному завантаженні танків виникає явище всплескування: гідродинамічні удари рідини об стінки танка, що можуть пошкоджувати обладнання та конструкції. Для зниження цього ризику танки великих газозовів часто обладнують поздовжніми перебірками або виконують із верхньою частиною, що звужується. Крім того, всплескування може призводити до утворення повітряних бульбашок усередині рідини, що збільшують електростатичний заряд у танку.

На танкерах електростатичні заряди можуть виникати під час повсякденних технологічних процесів, пов'язаних з обробкою вантажу. У деяких випадках заряд зникає відразу після свого утворення, але іноді він накопичується й зберігається певний час — наприклад, у тумані рідин він може зберігатися до кількох годин. Тому необхідно вживати всіх заходів обережності, щоб запобігти взаємодії електричних полів та виникненню електростатичного розряду у вигляді іскри.

Пропан і бутан — високоефективні та пожежонебезпечні гази, які при змішуванні з повітрям утворюють вибухонебезпечні суміші. Вони мають низькі температури займання та здатні концентруватися в нижніх частинах приміщень, що потребує особливої обережності під час використання й зберігання. Для запобігання витокам у пропан-бутанову суміш додають одорант із різким запахом.

Система дозволяє здійснювати завантаження повного вантажу зі швидкістю до $4800\text{ м}^3/\text{год}$, використовуючи лінію повернення парів із

повністю охолодженого атмосферного сховища та обидва рідинні колектори. Для вивантаження кожен танк обладнаний двома зануреними насосами з електроприводом. Для роботи проти високого зворотного тиску встановлено два бустерні насоси. Для вивантаження у неохоложені сховища передбачено вантажний підігрівач. Залежно від берегових потужностей судно може здійснити вивантаження (без урахування осушення) без підігріву або використання бустерних насосів приблизно за 19 годин при одночасній роботі всіх занурених насосів і використанні обох рідинних колекторів.

Транспортні характеристики пропану і бутану представлено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Транспортні характеристики

Найменування вантажу	Вид тари	Паспортна густина вантажу $\rho^{15/4}$	Валові нормивантажних робіт, м ³ /год	
			Навантаження	Вивантаження
Пропан	налив	0,5072	4800	4800
Бутан	налив	0,5776	4800	4800

Перевезення наливних вантажів морем регламентуються міжнародними документами:

- International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 74/78), Chapters VI, VII;
 - International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78);
 - International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code);
 - International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (IGC Code);
 - International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals (ISGOTT);
- Перевірочний лист з безпеки (документ, відомий як Material Safety Data Sheet (MSDS));

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

Підготовка до навантаження здійснюється у такій послідовності:

До початку навантаження відправник вантажу передає капітану судна Декларацію про вантаж, у якій зазначаються: найменування вантажу, його фізико-хімічні властивості, класи небезпеки, вимоги до чистоти вантажних танків та технологічний режим перевезення. На підставі наданої Декларації проводиться додаткова інертизація вантажних танків.

На етапі підготовки до навантаження важливим завданням є перевірка справності всіх суднових систем, задіяних у вантажних операціях. У першу чергу проводиться огляд вантажних трубопроводів на герметичність, оскільки навіть незначні витoki можуть призвести до утворення вибухонебезпечної атмосфери на палубі. Особливу увагу приділяють роботі глибинних насосів, що встановлені у вантажних танках, адже саме вони забезпечують процеси завантаження й розвантаження зрідженого газу. Також перевіряється працездатність бустерних насосів, які необхідні для роботи проти високого зворотного тиску з боку берегових споруд.

Додатково контролюється стан вантажного підігрівача та охолоджувальних систем, які відіграють ключову роль під час операцій із LPG: охолодження забезпечує стабільність параметрів вантажу, тоді як підігрівач використовується при подачі газу у неохоложені резервуари. Не менш важливою є перевірка калібрування контрольно-вимірювальних приладів, зокрема датчиків рівня, температури та тиску, адже від їхньої точності залежить своєчасне реагування на зміни стану вантажу.

Завершальним етапом є перевірка системи аварійного відключення (ESD), яка має забезпечити миттєве припинення вантажних операцій у разі нештатної ситуації.

Підготовка вантажних танків до прийому вантажу — один із найвідповідальніших етапів. Вона починається з очищення внутрішніх поверхонь від залишків попереднього вантажу та вологи. Якщо того

вимагають умов перевезення, здійснюється дегазація танків, що дозволяє видалити будь-які залишкові гази, здатні вплинути на чистоту та якість нового вантажу. Особливе значення має забезпечення сухості танків, оскільки контакт LPG із водою може призвести до небажаних реакцій і утворення кристалів гідратів.

Після цього танки охолоджують до температури, максимально наближеної до температури завантажуваного продукту. Цей процес отримав назву cool down operation і виконується поступово, щоб уникнути термічних напружень у металевих конструкціях. Паралельно контролюється залишковий вміст кисню та вологи всередині танків. У разі виявлення повітряних домішок здійснюється додаткова інертизація, яка дозволяє витіснити кисень і створити безпечне середовище для проведення вантажних операцій.

Безпека є ключовим аспектом під час підготовки судна до завантаження зрідженого газу. В першу чергу організовується постійний газовий контроль у вантажних приміщеннях та на палубі, що дозволяє вчасно виявити навіть незначні витоки. У зоні проведення вантажних операцій категорично забороняються будь-які гарячі роботи та використання відкритого вогню. Щоб запобігти виникненню іскри, яка може стати джерелом займання, здійснюється заземлення трубопроводів і обладнання, що особливо актуально з огляду на небезпеку накопичення статичної електрики.

Крім того, екіпаж організовує цілодобове чергування на вантажній палубі для оперативного реагування на зміни у процесі завантаження. Важливим елементом безпеки є підтримання у повній готовності пожежогасних систем: спринклерних установок, систем водяного туману та пінних установок. Їхнє своєчасне застосування дозволяє локалізувати загоряння на початковій стадії та запобігти поширенню пожежі. Сукупність цих заходів забезпечує виконання вантажних операцій на газовозі у відповідності до міжнародних стандартів безпеки.

Після завершення підготовчих робіт вантажні танки пред'являються представникові відправника вантажу для огляду та підтвердження їхньої придатності до прийому конкретного вантажу. За результатами огляду складається Акт про придатність танків до навантаження. У разі відмови відправника від проведення огляду до участі залучається компетентний незалежний сюрвейєр, який своїм рапортом засвідчує готовність танків до прийому вантажу.

Правовою основою морського перевезення вантажів у трамповому судноплаванні виступає чартер (charterparty) — договір, що укладається у письмовій формі між перевізником та фрахтувальником. За умовами чартеру для розміщення вантажу надається як усе судно, так і його визначена частина. Дана форма договору найчастіше застосовується під час перевезення масових вантажів, які постачаються партіями, зокрема наливних, навалювальних і лісових.

У чартері докладно визначаються умови перевезення та взаємні зобов'язання сторін. Зокрема, зазначаються: найменування судна та його техніко-експлуатаційні характеристики, найменування та властивості вантажу, його кількість, порти навантаження і вивантаження, терміни готовності судна до прийому вантажу, розмір фрахту, порядок розрахунку сталійного часу та інші суттєві умови. Усі положення чартеру є обов'язковими виключно для сторін договору і діють лише на період його виконання.

На практиці для укладання подібних угод застосовуються типові проформи чартерів, розроблені для різних видів перевезень. Сьогодні використовується понад 400 таких проформ, які охоплюють основні напрями транспортування масових вантажів у міжнародному судноплаванні.

Коносамент є одним із ключових документів у сфері морських перевезень. Згідно з нормами іноземного права, його видача можлива лише за умови фактичного передання вантажу перевізникові, тобто передачі йому фізичного володіння та контролю над вантажем. Коносамент оформлюється

тільки після приймання вантажу до перевезення і видається один раз на конкретну партію. Повторна видача коносаменту на той самий вантаж допускається виключно після повернення перевізникові всіх раніше виданих екземплярів; порушення цього правила тягне за собою майнову відповідальність перевізника.

Документ оформлюється на кожну окрему партію вантажу, прийняту на судно. Існують два основних типи коносаментів, які відрізняються часом видачі:

- коносамент «прийнято до перевезення» (received for shipment) – видається при прийманні вантажу на склад для подальшого завантаження на судно, зазвичай використовується при базисних умовах поставки типу FAS у лінійних перевезеннях;
- коносамент «завантажено на борт» (on board / shipped on board) – видається після фактичного завантаження вантажу на судно. У низці випадків контракт прямо вимагає наявності відмітки «on board».

Коносамент обов'язково містить такі реквізити: найменування судна; назву перевізника (судновласницького підприємства); порти навантаження й вивантаження; країни відправлення та призначення; найменування відправника та вантажоодержувача.

Виділяють кілька варіантів за ознакою зазначення одержувача:

- іменний коносамент – виписується на конкретного одержувача, зазвичай використовується тоді, коли товар уже продано і відправлено за вказаною адресою;
- коносамент на пред'явника – графа «вантажодержувач» не містить відомостей, і вантаж видається будь-кому, хто пред'явить документ;
- ордерний коносамент – оформлюється «наказові відправника» або «наказові одержувача» (у графі «одержувач» зазначається «to order of...» із найменуванням відповідної організації). У

міжнародній торгівлі саме ордерні коносаменти є найбільш поширеними, оскільки забезпечують зручну передачу прав на вантаж. Іменні ж застосовуються рідше, переважно для перевезення цінних товарів.

Штурманська розписка є підтвердженням з боку судновласника про прийняття вантажу до перевезення. Цей документ виписується помічником капітана як підтвердження фактичного завантаження конкретної партії товару на борт судна. У розписці зазначається видимий стан вантажу, що дає перевізникові підстави для подальшого оформлення коносамента. Вона містить результати перевірки, здійсненої контролерами судновласника під час приймання вантажу для навантаження або безпосередньо в процесі його завантаження. Важливо підкреслити, що штурманська розписка не є товаророзпорядчим документом, однак на прохання відправника вона може бути замінена на коносамент.

Чартерний коносамент – це документ, у який шляхом посилання інкорпоруються окремі умови чартер-партії для надання їм юридичної сили щодо вантажоодержувача або індосата. Водночас, якщо коносамент, виданий у межах чартеру, не містить відсилання до відповідних положень чартер-партії, він не визнається фрахтовим коносаментом у відносинах із вантажоодержувачем або індосатом.

Делівері-ордер – товаророзпорядчий документ, що видається перевізником або вантажоодержувачем і підтверджується капітаном судна. Його застосовують у випадках, коли вантажоодержувач продає товар ще до фактичного отримання доставки. При цьому товар може бути реалізований кільком покупцям, і для кожного з них оформлюється окремий делівері-ордер на відповідну частину вантажу.

Таймшит – це відомість, у якій ведеться облік стояночного часу судна (сталійного часу), передбаченого умовами чартеру для виконання вантажних операцій. Такий документ складають у кожному порту завантаження чи розвантаження, і він підписується як капітаном судна, так і представником

фрахтувальника. Таймшит є основою для нарахування диспачу або демереджу. У ньому детально відображаються всі операції, виконані під час стоянки, а також перерви та простої, включно з їх причинами. Серед основних даних, які вносяться в таймшит, зазначаються: назва судна і порту, дата та час прибуття і подачі нотису про готовність до вантажних робіт, фактичний початок і завершення операцій, тривалість простоїв та норми навантаження, встановлені в чартері.

Морська накладна – документ, що підтверджує укладення договору морського перевезення вантажу, а також факт його прийняття чи завантаження перевізником. За накладною перевізник зобов'язується доставити вантаж конкретному одержувачу, вказаному в документі.

Важливо, що морська накладна не має обігової сили та не виконує функції товаророзпорядчого документа – вантаж видається лише зазначеному в ній одержувачу. До неї додаються необхідні товаросупровідні папери.

Комерційний акт – це документ, який складає перевізник або його представник у разі виявлення нестачі, пошкодження чи псування вантажу під час видачі його в пункті призначення. В акті зазначаються обсяг і характер пошкоджень, а також причини несхоронності вантажу. Він є підставою для покладення матеріальної відповідальності на перевізника.

Маніфест – це перелік вантажів, завантажених на судно, який формується окремо для кожного порту призначення на основі даних із коносаментів. Документ призначений для митних органів. У ньому, по кожній партії вантажу, зазначаються: номер коносамента, маркування та кількість місць, характер вантажу, його маса й об'єм, назви відправника та одержувача, а також сума нарахованого і фактично сплаченого фрахту.

Виконавчий вантажний план складається після завершення навантаження судна і відображає повний розподіл вантажу по трюмам та на верхній палубі.

У процесі здачі вантажів виникає необхідність враховувати різні правила та процедури, які залежать як від національного законодавства конкретної держави, так і від місцевих норм чи звичаїв, що діють у портах.

Незалежно від того, який порядок приймання вантажів встановлено у певному порту, капітан зобов'язаний отримати офіційний документ, який підтверджує факт їх доставки.

Традиційним підтвердженням передачі вантажу є підпис одержувача на оригіналі коносаменту або, щонайменше, на капітанській копії. В окремих випадках капітану видається спеціальний документ — Autturnreport. Така розписка, незалежно від її назви чи форми, повинна містити підтвердження результатів здачі вантажу окремо за кожною коносаментною партією.

Крім того, правила приймання та здачі вантажів під час перевезень між портами можуть ґрунтуватися на положеннях чартерів чи коносаментів, з якими капітан може бути ознайомлений лише після прибуття. Такі документи іноді включають спеціальні умови щодо організації прийому-здачі вантажу та визначають межі відповідальності судна.

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

Повна розрахункова водотоннажність судна (Δ_p), яка є базою для визначення чистої вантажопідйомності (Δ_c) на конкретний рейс, визначається з урахуванням вантажних марок у портах відправлення й призначення, а також допустимих осадок на маршруті переходу.

Щоб встановити величину Δ_p , необхідно, користуючись картою зон та сезонних районів плавання, визначити чинні на цей період року вантажні марки.

Перехід за маршрутом Руваіс – Нью-Мангалур здійснюється в районі, де застосовується тропічна вантажна марка без обмежень по осадці. Тому за основу розрахункової водотоннажності береться значення, що відповідає тропічній вантажній марці.

Водотоннажність для тропічної вантажної марки з ТЕХ судна:

$$\Delta_p = 75903,7 \text{ т.}$$

Після визначення розрахункової водотоннажності судна переходять до обчислення його загальної вантажопідйомності (дедвейту):

$$\Delta_w = \Delta_p - \Delta_0,$$

де Δ_0 - водотоннажність судна порожнього, т.

$$\Delta_w = 75903,7 - 19821,7 = 56082 \text{ т}$$

Ходовий час визначається по формулі:

$$t_p = S/(V_s \cdot 24) + t_{зп},$$

де V_s - швидкість судна;

S - довжина траси переходу, миль;

$t_{зп}$ - час затримок судна, діб.

$$t_x = 1583/(16,8 \cdot 24) + 0,5 = 4,4 \text{ діб.}$$

Нормативна тривалість стояночного часу розраховується по формулі:

$$t_{ст} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{M},$$

де Q_i - маса вантажу одного найменування, т;

n - кількість найменувань вантажу (обов'язкових і факультативних);

M - валова норма вантажних робіт, т/доб.

$$t_{ст} = 46168/(4800 \cdot 24 \cdot (0,5072 + 0,5776)/2) = 0,7 \text{ доб}$$

Обсяг вантажу, який може бути завантажений на судно, визначається величиною наявних запасів. Як правило, стояночні запаси, що витрачаються під час перебування у порту навантаження, не враховуються, адже до завершення навантажувальних операцій вони вже будуть використані. Таким чином, загальна кількість рейсових запасів $P_{зап}$ визначається як сума ходових запасів $P_{зап}^x$ та стояночних запасів $P_{зап}^{ст}$ необхідних для роботи в порту вивантаження:

$$P_{зап} = P_{зап}^x + P_{зап}^{ст};$$

Кількість ходових запасів складає суму:

$$P_{\text{зап}}^x = P_T^x + P_B^x + P_{\text{см}}^x;$$

де $P_T^x, P_B^x, P_{\text{см}}^x$ - відповідно кількість палива, води і мастила необхідна на перехід від порту навантаження до порту вивантаження з урахуванням коефіцієнта штурмового запасу $k_{\text{шт}}$ (прийmemo 10%).

$$\begin{aligned} P_T^x &= q_T^x \cdot t \cdot k_{\text{шт}} \cdot P_{\text{шт}}^x \\ &= q_T^x \cdot t \cdot k_{\text{шт}} \cdot P_{\text{шт}}^x = \\ &0,05 \cdot P_T^x; \end{aligned}$$

де $q_T^x, q_B^x, q_{\text{см}}^x$ - добова норма витрати палива, води і мастила на ходу судна відповідно, т/добу.

$$P_T^x = 38,3 \cdot 4,4 \cdot 1,1 = 185,4 \text{ т}$$

$$P_B^x = 5 \cdot 4,4 \cdot 1,1 = 24,2 \text{ т}$$

$$P_{\text{см}}^x = 0,05 \cdot 185,4 = 9,3 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}}^x = 185,4 + 24,2 + 9,3 = 218,9 \text{ т}$$

Аналогічно знаходять кількість стояночних запасів:

$$P_{\text{зап}}^{\text{ст}} = P_T^{\text{ст}} + P_B^{\text{ст}} + P_{\text{см}}^{\text{ст}};$$

$$P_T^{\text{ст}} = q_T^{\text{ст}} \cdot t_{\text{ст}};$$

$$P_B^{\text{ст}} = q_B^{\text{ст}} \cdot t_{\text{ст}};$$

де $q_T^{\text{ст}}, q_B^{\text{ст}}$ - добова норма витрати палива і води на стоянці судна відповідно, т/добу.

$$P_T^{\text{ст}} = 12,6 \cdot 0,7 = 8,8 \text{ т}$$

$$P_B^{\text{ст}} = 5 \cdot 0,7 = 3,5 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}}^{\text{ст}} = 8,8 + 3,5 = 12,3 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}} = 218,9 + 12,3 = 231,2 \text{ т}$$

Реальні запаси палива, мастила і води прийняті більше ніж необхідно на рейс.

На відхід на судні було: важкого палива 439,6 т; дизельного палива 175,1 т; води 250 т; мастила 51,8 т.

$$\text{Разом } P_{\text{зап}} = 916,5 \text{ т}$$

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

$$\Delta_{\text{ч}} = \Delta_{\text{W}} - (P_{\text{зап}} + P_{\text{эк}});$$

де $P_{\text{эк}}$ – екіпаж, постачання та ін.

$$\Delta_{\text{ч}} = 56082 - (916,5 + 233,9) = 54931,6 \text{ т}$$

Чиста вантажопідйомність судна показує найбільшу масу вантажу, яку воно може взяти на даний рейс.

Обсяг вантажу в кожному танку розраховується з урахуванням можливого теплового розширення під впливом температури навколишнього середовища.

У цьому рейсі завантаження здійснюється при температурі $+36,0^{\circ}\text{C}$. Аналіз температурних умов на переході показує, що температура вантажу залишатиметься в межах цього значення і не перевищить показник під час навантаження.

Для розрахунків використані такі дані. Для пропану: паспортна густина при $15/4^{\circ}\text{C}$ становить $\rho = 0,506$; коефіцієнт зміни густини при підвищенні температури на 1°C дорівнює $\lambda = 0,00037$; температура вантаження – $t = 36^{\circ}\text{C}$. Для бутану: паспортна густина при $15/4^{\circ}\text{C}$ становить $\rho = 0,5751$; коефіцієнт зміни густини при підвищенні температури на 1°C дорівнює $\lambda = 0,00015$; температура вантаження – $t = 36^{\circ}\text{C}$.

Порядок розрахунку ρ_{min} :

$$\rho_{\text{minC3}} = \rho^{15/4} + 0,00037(15^{\circ}-36^{\circ}) = 0,506 + 0,00037(15^{\circ}-36^{\circ}) = 0,498$$

$$\rho_{\text{minC4}} = \rho^{15/4} + 0,00015(15^{\circ}-36^{\circ}) = 0,5751 + 0,00015(15^{\circ}-36^{\circ}) = 0,572$$

Допустимий сумарний об'єм вантажних танків при повному (100%) заповненні становить $\lim W_{\text{T}} = 84244,8 \text{ м}^3$.

Згідно з вимогами Міжнародного керівництва з безпеки для нафтових танкерів і терміналів (ISGOTT), заповнення вантажних танків дозволяється лише до 98%. У такому випадку їх робочий об'єм складає $W_{\text{T}98\%} = 82559,9 \text{ м}^3$.

Таким чином, було визначено, що максимальна кількість вантажу, яку може прийняти судно на даному рейсі, складає 82559.9 м³, що відповідає умовам рейсового завдання із завантаженням 46168 мт. вантажу.

Таблиця 3.2 - Відомості про маси й об'єми партій вантажу

Найменування вантажу	Маса вантажу, Q _i , т	Густина вантажу, т/м ³		Об'єм який займає вантаж, V _i , м ³	
		при t _{гр} =15 °С	при t _{гр} =36 °С	при t _{гр} =15 °С	при t _{гр} =36 °С
Пропан	24772,8	0,5072	1,1420	47484,7	41654,4
Бутан	24895,7	0,5776	1,0327	39578,2	38353

3.4 Складання вантажного плану

Відповідальність за правильне розміщення, кріплення та сепарацію вантажів на борту судна покладається на перевізника. Неправильний розподіл або перевантаження окремих відсіків може спричинити небезпечні напруження корпусу, що у крайніх випадках призводить до пошкоджень чи навіть аварії судна. Тому завантаження повинно здійснюватися так, щоб уникнути появи крену, забезпечити оптимальний диферент і достатню остійність, а також не допустити порушень умов як місцевої, так і загальної поздовжньої міцності корпусу. Досягти цього можливо шляхом раціонального розподілу вагового навантаження між вантажними приміщеннями.

Конструктивні особливості танкерів забезпечують, як правило, достатню остійність судна, навіть з урахуванням наявності вільних поверхонь рідини. Проте, навіть при транспортуванні однорідного вантажу, його розміщення виконується згідно з вимогами «Інформації для капітана щодо остійності та міцності судна» та рекомендаціями заводської інструкції. Враховуючи значні навантаження, що діють на корпус танкера при вигині, поздовжня міцність оцінюється за показниками згинальних моментів і поперечних сил у визначених перетинах корпусу.

Зазвичай танкер при завантаженні не повністю використовує свій дедекст, оскільки кількість вантажу визначається передусім за об'ємом вантажних танків та рідини. Далі, враховуючи густину, розраховують фактичну масу вантажу й зіставляють її з чистою вантажопідйомністю судна. При цьому вантажні танки допускається заповнювати не більше ніж на 98%, залишаючи приблизно 2% вільного простору для компенсації можливого температурного розширення рідини, що гарантує безпеку транспортування.

Особливо ретельно необхідно підходити до розподілу вантажів у випадку перевезення декількох сортів. Тут діє правило: між двома різними продуктами має бути щонайменше два закриті клинкетні клапани, аби уникнути їх змішування. Відповідно, якщо судно обладнане для перевезення двох типів вантажу, має дві окремі вантажні лінії та дві групи незалежних танків, то один і той самий блок танків не може використовуватися одночасно для двох сортів рідини.

Здебільшого вантажні трубопроводи можуть працювати як взаємозамінні та відокремлюються один від одного двома клинкетами. Проте при плануванні завантаження й розподілу вантажів по танках необхідно враховувати, що кожен окремий продукт повинен транспортуватися власною лінією. Використання одного трубопроводу для різних вантажів не допускається, аби уникнути змішування та втрати якості. Наприклад, якщо по трубопроводу здійснювалося завантаження бутадієну, цей же трубопровід не може бути застосований для пропілену чи бутану.

Розрахунок робимо в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Розподіл вагового навантаження по вантажних приміщеннях судна

Найменування вантажного приміщення	Густина вантажу	Об'єм танка 100%(м³)	Об'єм танка 98%(м³)	Маса вантажу,(т)	Об'єм вантажу (м³)
1	2	3	4	5	6
NO.1 С. О. Т. (Р)	1,0327	7980	7820,4	4687,4	8028,891
NO.1 С. О. Т. (S)	1,0327	7980	7820,4	4683,3	8028,891
NO.2 С. О. Т. (Р)	1,1420	11442	11213,2	6717,3	11491,975
NO.2 С. О. Т. (S)	1,1420	11442	11213,2	6714,2	11491,975
NO.3 С. О. Т. (Р)	1,0327	11665	11431,7	6865,9	11735,741
NO.3 С. О. Т. (S)	1,0327	11665	11431,7	6862,6	11735,741
NO.4 С. О. Т. (Р)	1,1420	11137	10914,3	14188,0	11205,370
NO.4 С. О. Т. (S)	1,1420	11137	10914,3	14188,0	11205,370
Всього		84448	82759	49618,5	84923,953

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

Під час формування вантажного плану потрібно комплексно враховувати особливості судна, властивості вантажів, маршрут плавання та умови в портах заходу.

Гідрометеорологічні фактори та характеристика портів з точки зору проведення вантажних операцій детально розглянуті у другому розділі.

Відстань між портами: $S = 1583$ миль. Порт відходу: Руваіс

Порт Руваіс є важливим індустріальним та нафтовим терміналом на західному узбережжі Абу-Дабі, який обслуговує великі обсяги нафтової, нафтопереробної та нафтохімічної продукції. Він має велике значення для експортної інфраструктури і є ключовою ланкою у системі перевалки та

зберігання речовин, таких як зріджені гази, нафта та нафтопродукти, сірка та інша промислова продукція.

Лоцманська проводка в Руваісі є обов'язковою для всіх суден, які не мають спеціального виключення, і доступна цілодобово.

Порт має значні технічні ресурси. Доступні буксири, морозильні, нафтосховища й термінали для нафтопродуктів і хімічної продукції. Є складська і передавачна інфраструктура для нафтопереробки, а також інтегровані трубопроводи, що з'єднують порт з великими виробничими комплексами.

Порт Руваіс також забезпечує підходи з визначеними каналами, які відповідають осадці суден та глибинам, підтримуваним у фарватері. Існують графіки работ портової служби — в тому числі щодо прийому суден, контролю погоди та умов морського середовища.

У порту Руваіс передбачена можливість заправки суден паливом, поповнення запасів прісної води і продовольства, а також обслуговування під час стоянок.

Порт приходу: Нью-Мангалур.

Порт New Mangalore (NMPT / NMPA) розташований на західному узбережжі Індії в місті Мангалур, штат Карнатака. Це стратегічний морський порт, який обслуговує великий обсяг контейнерних, навалочних, нафтопродуктів та інших вантажів, у тому числі ризикованих і небезпечних.

Порт має широкий спектр можливостей для обробки вантажів: рідини, хімікати, нафта, готова продукція, небезпечні вантажі, важкі машини, а також контейнери та проєктні вантажі.

Одна з ключових інновацій — новий контейнерний термінал, створений компанією JSW Infrastructure у партнерстві з New Mangalore Port Authority за моделлю DBFOT. Термінал має берегову лінію (quay) довжиною 350 метрів і оперативну зону зберігання контейнерів площею 15,5 гектарів.

Його поточна проєктна місткість складає близько 400 000 TEU.

Прихід великих контейнеровозів — приклад: судно “MSC Makoto II” з 2 689 TEU (1 210 імпорт + 1 479 експорт) пришвартувалося біля причалу №14 порту, що стало рекордом для New Mangalore.

Що стосується навалочних вантажів, зокрема вугілля: новий термінал біля причалу №16 (Coal Terminal) зведений для механізованої обробки вугілля, він має довжину причалу 325 м, ширину 25 м, і може обробляти до ≈ 10 млн тонн вугілля на рік.

Щодо осадок: порт має внутрішню гавань з максимальною дозволеною осадкою до 14 метрів.

Порт має добру транспортну інфраструктуру: залізничне сполучення (зона Southern / South Western / Konkan залізниць), напрямки доріг: National Highways 66, 75; гарний доступ до міжнародних морських маршрутів.

Порт надає повний набір допоміжних і сервісних послуг: судноремонт, складські потужності (відкриті та закриті майданчики), митну підтримку, обробку проектних і важких вантажів, небезпечні вантажі, смарт-портові рішення та автоматизовані системи управління.

4. ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

Координати відлічуються від мідель-шпангоута: для кормової частини вони беруться зі знаком «-», а для носової — зі знаком «+». Диферент вважається від'ємним при нахилі на корму та додатним — при нахилі на ніс.

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

Таблиця 4.1-Розподіл запасів на відхід

Найменування цистерн	Місткість, т	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо $\rho = 0,99 \text{ т/м}^3$						
NO.1 H.F.O.SERV.T.	870,4	50,2	29,61	18,93	1486	950
NO.2 H.F.O.SERV.T.	1212,9	36,0	26,81	18,93	965	681,5
NO.1 H.F.O.SETT.T.	102,2	51,9	32,81	18,93	1702,83	980,9
NO.2 H.F.O. SETT.T.	99,4	33,9	24,41	18,93	827,5	641,7
H.F.O.T. (Af)	104,9	817,0	34,34	13,59	28055,8	11103
H.F.O.SERV.T. (Fo)	78,7	781,2	207,52	15,78	162114,6	12327
NO.1 H.F.O.STORR.T	346,0	326,3	32,86	13,94	10722	4548,6
No.2 H.F.O.STORR.T	346,0	358,9	35,61	10,76	12780,4	3861,8
Всього моторного палива		2455,6			218656	34094,5
Дизельне паливо $\rho = 0,90 \text{ т/м}^3$						
L. S. MGO. SERV.T	39,4	32,2	24,42	18,7	786,3	602
NO.1 L.S. MGO T.	120,0	98,0	35,60	19,18	3288,8	1879,6
NO.2 L.S. MGO. T.	192,4	157,1	30,09	19,15	4727	3008,5
Всього дизельного палива		287,3			8802,1	5490,1
Мастило $\rho = 0,90 \text{ т/м}^3$						
CYL. O. STOR. T. (P)	35,9	31,1	32,0	18,65	995	580
CYL. O. STOR. T. (S)	35,9	31,1	30,40	18,65	945	580
NO.1 G/E L. O. STOR. T.	2,4	2,1	15,60	9,69	32,8	20,3
NO.2 G/E L. O. STOR. T.	2,4	2,1	15,60	9,69	32,8	20,3
NO.3 G/E L. O. STOR. T.	2,4	2,1	15,60	9,69	32,8	20,3

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7
M/E L.O. SETT. T. (P)	16,6	12,7	25,60	18,65	325	236,86
M/E L. O. SETT. T. (S)	16,6	12,2	25,60	19,33	312,32	235,83
G/E L. O. SETT. T. (P)	14,7	31,1	27,20	18,65	845,92	580
G/E L. O. SETT. T. (S)	14,2	31,1	28,80	18,65	895,68	580
S/T L.O.T.	7,1	6,1	25,60	17,32	156,16	105,65
L.O. SUMP.T.	28,7	28,7	23,11	1,16	663,26	33,29
Всього мастила		190,4			5236,74	2992,53
Вода $\rho = 1,00 \text{ т/м}^3$						
F. W. T. (P)	164,5	161,6	6,61	18,10	1068,18	2924,96
F. W. T.(S)	164,5	161,6	6,61	18,10	1068,18	2924,96
Всього води		323,2			2136,36	5849,92
ВСЬОГО ЗАПАСІВ		3256,5	89,05	14,85	234831,2	48247,05

Таблиця 4.2 - Розподіл запасів на прихід

Найменування цистерн	Місткість, т	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо $\rho = 0,99 \text{ т/м}^3$						
NO.1 H.F.O.SERV.T.	870,4	50,02	29,61	18,93	1481,09	946,88
NO.2 H.F.O.SERV.T.	1212,9	36	26,81	18,93	965,16	681,48
NO.1 H.F.O.SETT.T.	102,2	51,9	32,81	18,93	1702,84	621,09
NO.2 H.F.O. SETT.T.	99,4	33,9	24,41	18,93	827,50	462,08
H.F.O.T. (Af)	104,9	78,5	35,58	4,99	2793,03	391,72
H.F.O.SERV.T. (Fo)	78,7	0,0	207,52	15,92	0,0	0,0
Всього моторного палива		250,6			7769,62	3103,25
Дизельне паливо $\rho = 0,90 \text{ т/м}^3$						
L. S. MGO. SERV.T	39,4	29,3	24,42	18,47	708,18	535,63
NO.2 L.S. MGO T.	120,0	0,0	30,09	19,22	0,0	0,0
Всього дизельного палива		29,3			708,18	535,63
Мастило $\rho = 0,90 \text{ т/м}^3$						
CYL. O. STOR. T. (P)	35,9	31,1	32,00	18,65	995,2	580,02
CYL. O. STOR. T. (S)	35,9	31,1	30,40	18,65	945,44	580,02
NO.1 G/E L. O. STOR. T.	2,4	2,1	15,60	9,69	32,76	20,35

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7
NO.2 G/E L. O. STOR. T.	2,4	2,1	15,60	9,69	32,76	20,35
NO.3 G/E L. O. STOR. T.	2,4	2,1	15,60	9,69	32,76	20,35
G/E L.O.SETT. T.	14,7	12,7	25,60	18,65	325,12	236,86
G/E L. O. STORR. T.	14,2	12,2	25,60	19,33	312,32	235,83
M/E L. O. SETT. T.	16,6	31,1	27,20	18,65	845,92	580,02
M/E L.O. STORR.T	16,6	31,1	28,80	18,65	895,68	580,02
L.O. SUMO.T	28,7	28,7	23,11	1,16	663,26	33,29
Всього мастила		184,2			5081,22	2887,11
Вода $\rho = 1,00 \text{ т/м}^3$						
F. W. T. (P)	164,5	32,3	20,0	16,44	646	531,01
F. W. T.(S)	164,5	0,0	0,0	18,10	0,0	0,0
A.P.T.	1307,1	1307,1	3,95	13,39	5163	17502,07
Всього води		1339,4			5809	18033,08
ВСЬОГО ЗАПАСІВ		1809,6	111,20	11,93	14205,02	7057

Розподіл вантажів представлений у табл.4.3.

Таблиця 4.3 – Розподіл вантажів

Найменування приміщень і вантажу	m, т	V, м ³	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
NO.1 C. O. T. (P)	4687,4	8028,891	181,07	12,31	848747	57702
NO.1 C. O. T. (S)	4683,3	8028,891	181,07	12,31	848001	57651
NO.2 C. O. T. (P)	6717,3	11491,975	141,13	11,71	948013	78660
NO.2 C. O. T. (S)	6714,2	11491,975	141,13	11,71	947575	78623
NO.3 C. O. T. (P)	6865,9	11735,741	99,40	11,69	682470	80262
NO.3 C. O. T. (S)	6862,6	11735,741	99,40	11,69	682142	80224
NO.4 C. O. T. (P)	14188,0	11205,370	58,07	11,95	823897	169547
NO.4 C. O. T. (S)	14188,0	11205,370	58,07	11,95	823897	169547
ВСЬОГО ВАНТАЖУ:	49618,5	84923,953	115,22	11,88	6604742	772216

На основі виконаних розподілів вантажу і запасів складемо таблицю зведених даних і розрахунку водотоннажності з координатами центра ваги судна на відхід і на прихід.

Таблиця 4.4 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на відхід

Найменування статей навантаження	На відхід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		х	z	M_x	M_z
Судно порожнє	19821,7	98,82	13,04	1958780	258475
Постачання, екіпаж, провізія	241,9	34,43	8,59	8328,8	2077,95
Суднові запаси	3256,5	89,05	14,85	234831,2	48247,05
Вантаж	49618,5	115,22	11,88	6604742	772216
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНІСТЬ	72938,6	108,57	12,33	8806682	1081016

Таблиця 4.5 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на прихід

Найменування статей навантаження	На прихід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		х	z	M_x	M_z
Судно порожнє	19821,7	98,82	13,04	1958780	258475
Постачання, екіпаж, провізія	228,4	35,10	7,67	8016,84	1752
Суднові запаси	1809,6	111,20	11,93	201228	21589
Вантаж	49618,5	115,22	11,88	6604742	772216
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНІСТЬ	71472,2	107,77	12,24	1386177	2489146

Схематично вантажний план представлений на рис.4.1.

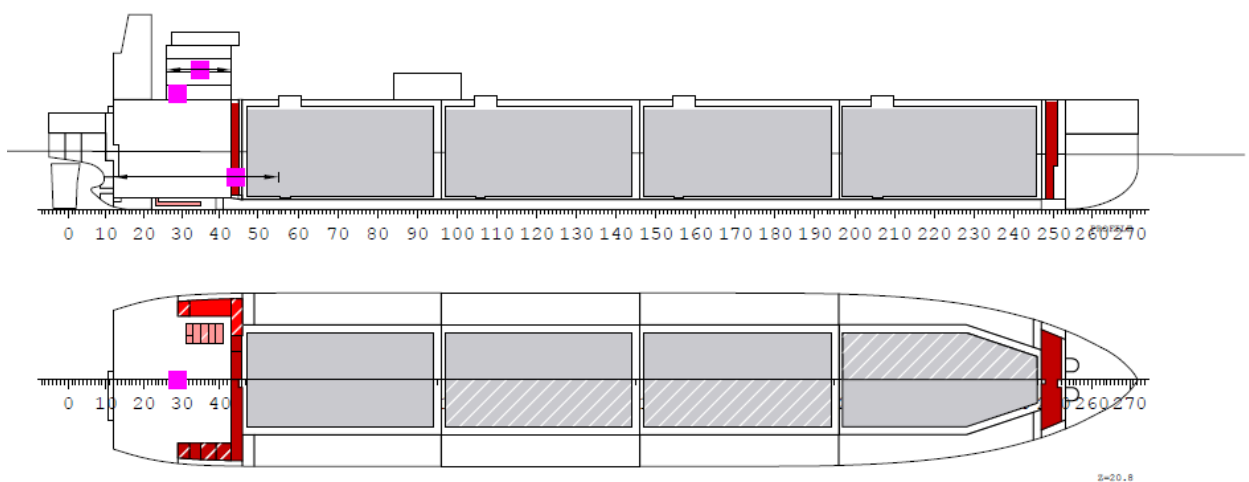


Рисунок 4.1 – Вантажний план

4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності

Визначення посадки судна при виході та підході здійснюється за допомогою вантажної шкали та гідростатичних характеристик.

Таблиця 4.6 – Розрахунки посадки судна на відхіді на прихід

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	72938,6	71472,2
Абсциса центра ваги судна, м	x_g	8,77	7,41
Водотоннажність об'ємна, м ³	$V = D / \rho$	71160	69729
Густина забортної води, т/м ³	ρ	1,025	1,025
Осадка судна, м	T	11,90	11,70
Момент диферентуючий на 1 см, тм/см	M_{cm}	1601	1660
Абсциса центра величини судна, м	x_c	8,39	9,09
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	x_f	-1,36	-2,54
Апліката поперечного метacentра, м	z_m	34,66	34,67
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,822	0,822
Диферент судна, м	$d = D(x_g - x_c) / (100M_{cm})$	0,17	-0,72
Осадка судна носом, м	$T_n = T - (L/2 + x_f) d / L$	11,82	12,05
Осадка судна кормою, м	$T_k = T_n + d$	11,99	11,33

Для проведення розрахунків та контролю остійності судна необхідно враховувати вплив вільних поверхонь рідких вантажів або запасів, який вносить поправки до метацентричної висоти та плечей статичної остійності. Під час визначення цих поправок у розрахунок беруться ті цистерни запасів, для яких спостерігається найбільше значення поправочного моменту $\Delta m h$, незалежно від рівня їх заповнення. Значення поправочних моментів $\Delta m h$ визначаються за таблицею характеристик суднових цистерн, наведеною у відповідній судовій Інформації з остійності.

Таблиця 4.7 – Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h , тм
1	2
NO.2 H.F.O.T.(P)	26,70
NO.2 H.F.O.T.(S)	26,30
M. D.O.STOR.T (S)	12620,69
F. W. T. (P)	161,23
F. W. T.(S)	161,23
NO.1 C. O. T. (P)	1826,59
NO.1 C. O. T. (S)	1046,60
NO.2 C. O. T. (P)	2274,31
NO.2 C. O. T. (S)	1338,61
NO.3 C. O. T. (P)	2295,05
NO.3 C. O. T. (S)	1350,77
NO.4 C. O. T. (P)	2245,85
NO.4 C. O. T. (S)	1321,83
Сума: $\Sigma \Delta m_h$	26669,45

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний у табл. 4.8.

Таблиця 4.8 – Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	72938,6	71472,2
Невиправлена апліката центра ваги судна, м	z_{g0}	12,33	12,24
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	15,63	15,70
Невиправлена метацентрична висота, м	$h_0 = z_m - z_{g0}$	3,30	3,46
Виправлення на вільні поверхні, м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / D$	0,42	0,43
Виправлена апліката центра ваги судна, м	$z_g = z_{g0} + \Delta h$	12,75	12,67
Виправлена метацентрична висота, м	$h = h_0 - \Delta h$	2,89	3,03

4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації

Перевірку остійності за матеріалами Інформації виконаємо по критичній аплікаті центра ваги судна.

Таблиця 4.9– Перевірка остійності по критичній аплікаті центра ваги судна.

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	72938,6	71472,2
Виправлена апліката Ц.В. судна, м	Z_g	12,75	12,67
Максимальна гранична апліката Ц.В., м	$Z_g^{\max}$	17,89	17,25

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

4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності

Плечі статичної остійності визначаються на основі таблиці плечей форми (Cross Curves of Stability). Значення плечей остійності форми обираються відповідно до осадки судна для тих кутів крену, які наведені у таблиці. Відлік плечей здійснюється від точки К, що відповідає кільовій лінії судна.

Плеche остійності від дії ваги визначається за формулою:

$$l_g = z_g \sin \theta,$$

З урахуванням впливу вільних поверхонь рідин у цистернах, скориговані значення плечей статичної остійності розраховуються за виразом:

$$l = l_\phi - l_g.$$

Розрахунок плечей для побудови діаграми статичної остійності виконується у табличній формі. У таблиці додатково проводиться визначення площ під діаграмою статичної остійності для кутів до 30°, до 40°, а також у діапазоні від 30° до 40°, із застосуванням коефіцієнтів Сімпсона для обчислення площ за інтегральним методом.

Таблиця 4.10 – Розрахунок плечей статичної остійності на відхід

Водотоннажність D, т							72938,6	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							12,33	
Апліката умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м							12,75	
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плеche форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \cdot \sin \theta^\circ$	Плеche статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \theta^\circ$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	2,664	0,174	2,214	0,45	4	1,800	3	1,350
20	5,551	0,342	4,361	1,19	2	2,380	3	3,570
30	8,375	0,500	6,375	2,00	4	8,000	1	2,000
40	11,076	0,643	8,196	2,88	2	2,880	Σ_{30}	6,92
50	12,167	0,766	9,767	2,40	Σ_{40}	15,06	$a_{0-30} = 3 \times 0,1745 \times 6,92 / 8 = 0,453$	
60	13,042	0,866	11,042	2,00	$a_{0-40} = 0,1745 \times 15,06 / 3 = 0,876$			
70	13,181	0,940	11,981	1,20				
						$a_{30-40} = 0,876 - 0,453 = 0,423$		

Таблиця 4.11 – Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність D, т							71472,2	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							12,24	
Апліката умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м							12,67	
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плеche форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \cdot \sin \theta^\circ$	Плеche статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \theta^\circ$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	2,650	0,174	2,200	0,45	4	1,80	3	1,35
20	5,658	0,342	4,335	1,323	2	2,65	3	3,969
30	8,445	0,500	6,335	2,110	4	8,44	1	2,110
40	11,210	0,643	8,146	3,063	1	3,06	Σ_{30}	7,43
50	12,109	0,766	9,709	2,40	Σ_{40}	15,95	$a_{0-30} = 3 \times 0,1745 \times 7,43 / 8 = 0,486$	
60	12,973	0,866	10,973	2,00	$a_{0-40} = 0,1745 \times 15,95 / 3 = 0,928$			
70	13,106	0,940	11,906	1,200	$a_{30-40} = 0,928 - 0,486 = 0,442$			

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

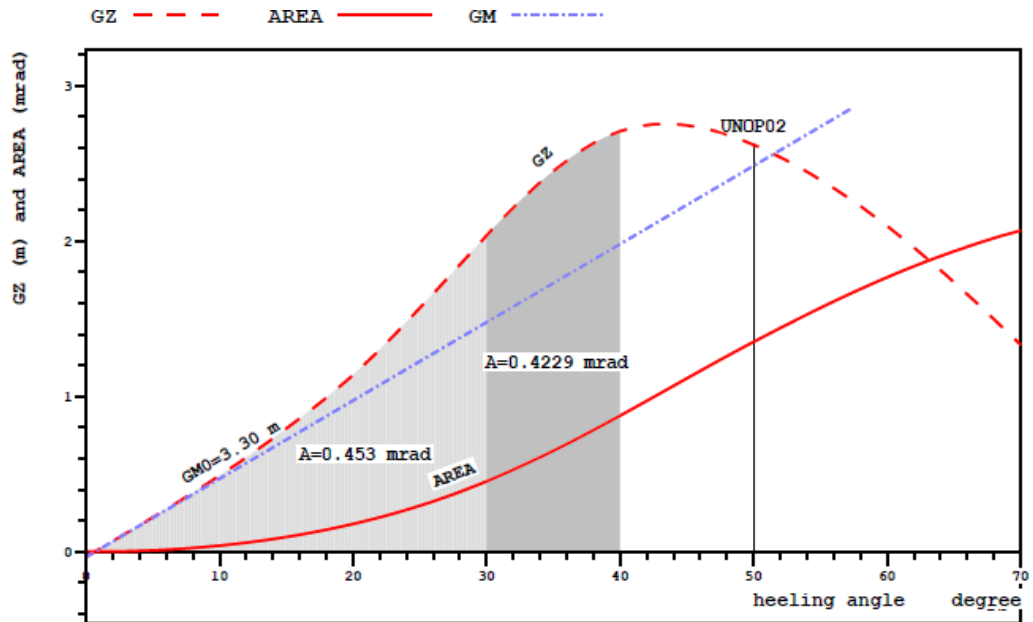


Рисунок 4.2 - Діаграма остійності на відхід

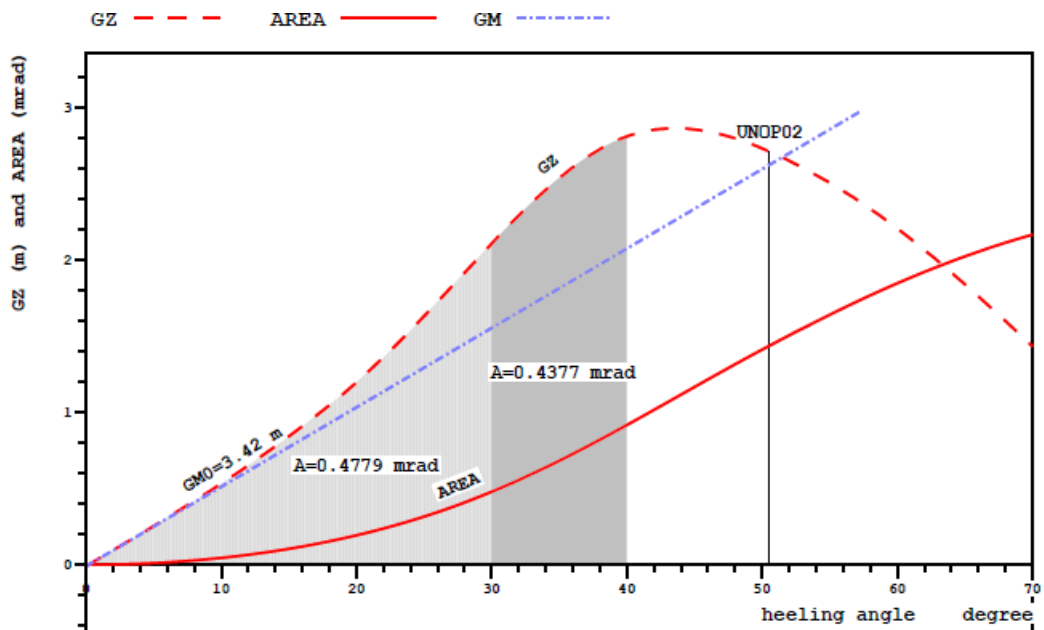


Рисунок 4.3 - Діаграма остійності на прихід

4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності

Міжнародна морська організація (ІМО) встановила рекомендовані критерії остійності неушкоджених суден у документі International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code), ухваленому резолюцією MSC.267(85).

Відповідно до цих вимог у таблиці 4.12 подано результати розрахунку нормованих показників остійності.

Таблиця 4.12 - Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	72938,6	71472,2
Осадка судна, м	T	11,90	11,70
Виправлена метацентрична висота, м	h	2,89	3,03
Площа парусності, м ²	A _v	2852	3656
Апліката центра парусності (ЦП), м	z	18,08	16,27
Плече парусності при постійному вітрі, м	$z_v = z + T/2$	24,03	22,12
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	$l_{w1} = 0,504 A_v z_v / (gD)$	0,047	0,057
Кренувальне плече від пориву вітру, м	$l_{w2} = 1,5 l_{w1}$	0,071	0,086
Відносна площа скулових кілей, %	$100 A_k / (L B)$	-	
Коефіцієнт	k	1	
Відносна ширина	B/T	3,13	3,13
Безрозмірний множник	X ₁	0,905	0,904
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,822	0,822
Безрозмірний множник	X ₂	1,000	1,000
Інерційний коефіцієнт	$c = 0,373 + 0,023B/T - 0,043L/100$	0,346	0,346
Період хитавиці, с	$T_0 = 2 c B / \sqrt{h}$	16,5	12,2
Коефіцієнт	S	0,0596	0,0596
Коефіцієнт	$r = 0,73 + 0,6 (z_g - T) / T$	0,104	0,112
Амплітуда хитавиці, °	$\theta_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{rS}$	7,8	8,1

Продовження табл.4.12

1	2	3	4
Кут заливання, °	θ_f	>60	>60
Кут входу палуби у воду, °	$\theta_d = \arctg(2(H - T) / B)$	26,1	26,0
Кут крену від постійного вітру, °	θ_0	0,1	0,1
Кут крену при хитавиці назустріч вітру, °	$\theta_1 = \theta_r - \theta_0$	7,7	8,0
Границя площ. “b” діаграми праворуч, °	θ_b	50	50
Площа “a” діаграми, м-рад	a	0,129	0,132
Площа “b” діаграми, м-рад	b	1,036	1,056
Критерій погоди	$K = b / a$	8,03	8,00

Щоб визначити погодний критерій остійності за діаграмами статичної остійності, необхідно побудувати та обчислити площі, позначені як “a” і “b”.

Для обчислення цих площ застосовується метод Сімпсона, який забезпечує достатню точність при чисельному інтегруванні кривих. З цією метою ділянки, що відповідають площам “a” і “b”, поділяються на чотири рівні інтервали за кутами крену.

Подальший розрахунок площ виконується у табличній формі, аналогічно до способу визначення площі a_{0-40} . Водночас, замість постійного коефіцієнта 0,1745, у формулах приймаються фактичні значення інтервалів кута крену, тобто $\Delta\theta_1$ і $\Delta\theta_2$, виражені в радіанах.

Таблиця 4.13 – Визначення площ “a” і “b” на відхід за правилом Сімпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (7,8 + 1,5 \cdot 0,1)/4 = 1,99^\circ$ $\Delta\theta_{1\text{рад}} = 4,73^\circ/57,3 = 0,0347$ рад					
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 0,1)/4 = 12,48^\circ$ $\Delta\theta_{2\text{рад}} = 12,48^\circ/57,3 = 0,2177$ рад					
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	B_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 2,11$	1	2,11	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 1,30$	4	5,20	$b_2 = 0,96$	4	3,84
$a_3 = 1,00$	2	2,00	$b_3 = 1,65$	2	3,30
$a_4 = 0,51$	4	2,04	$b_4 = 1,60$	4	6,40
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 0,74$	1	0,74
		$\Sigma a = 11,35$			$\Sigma b = 14,28$
$a = 1/3 \Sigma a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = 1/3 \cdot 11,35 \cdot 0,0347 = 0,129$			$b = 1/3 \Sigma b \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = 1/3 \cdot 14,28 \cdot 0,2177 = 1,036$		

Таблиця 4.14 – Визначення площ “a” і “b” на прихід за правилом Сімпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (7,8 + 1,5 \cdot 0,1)/4 = 1,99^\circ$ $\Delta\theta_{1\text{рад}} = 4,73^\circ/57,3 = 0,0347$ рад					
$\Delta\theta_2 = (\theta_5 - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 0,1)/4 = 12,48^\circ$ $\Delta\theta_{2\text{рад}} = 12,48^\circ/57,3 = 0,2177$ рад					
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 2,12$	1	2,120	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 1,3025$	4	5,210	$b_2 = 0,98$	4	3,92
$a_3 = 1,00$	2	2,00	$b_3 = 1,70$	2	3,40
$a_4 = 0,50$	4	2,00	$b_4 = 1,60$	4	6,40
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 0,83$	1	0,83
		$\Sigma_a = 11,33$			$\Sigma_b = 14,55$
$a = 1/3 \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = 1/3 \cdot 11,33 \cdot 0,036 = 0,136$			$b = 1/3 \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = 1/3 \cdot 14,55 \cdot 0,2177 = 1,056$		

4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

Виконаємо перевірку остійності за вимогами ІМО порівнюючи розраховані значення з нормативними.

Таблиця 4.15 – Перевірка виконання рекомендацій ІМО

Найменування величин	Позна- чення	Значення величин			Викон. (YES/NO)
		норма- тивні	відхід	прихід	
Загальні критерії:					
Площа під ДСО до кута крену 30 ⁰ , м·рад	A ₃₀	≥ 0,055	0,453	0,486	YES
Площа під ДСО до кута крену 40 ⁰ , м·рад	A ₄₀	≥ 0,09	0,876	0,928	YES
Площа під ДСО між 30 ° і 40 °, м рад	A ₃₀₋₄₀	≥ 0,03	0,423	0,442	YES
Плече ДСО при куті крену 30° або більше, м	l ₃₀	≥ 0,20	2,74	2,89	YES
Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, °	θ _m	≥ 25	43,0	43,6	YES
Виправлена метацентрична висота, м	h	> 0,15	2,89	3,03	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	8,03	8,00	YES
Кут крену від постійного вітру, °	θ ₀	≤ 16.0	0,1	0,1	YES

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

4.7 Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу

Загальний контроль міцності корпусу здійснюється шляхом аналізу значень поперечних сил і згинальних моментів у ряді вибраних поперечних перетинів уздовж довжини судна.

Для кожного з цих перетинів, відповідно до затвердженого вантажного плану, виконуються розрахунки поперечної сили та згинального моменту, після чого отримані дані зіставляються з допустимими межами.

Обчислення міцнісних параметрів проводиться із застосуванням програмного забезпечення, сертифікованого класифікаційним товариством.

Підсумкові результати розрахунків поперечних сил (SF) і згинальних моментів (BM) для вихідного стану судна наведені в таблиці 4.16.

Таблиця 4.16 – Перевірка подовжньої міцності на відхід

Переріз	SF, т	SF _{sea} , %	Доп.SF, %	BM, ктм	BM _{sea} ,%	Доп.BM,%
12	615	50.7	40.6	3688	5.6	4.5
26	-186	-15.3	-12.2	9266	14.0	11.2
43	-683	-56.3	-45.0	9321	14.1	11.3
57	1141	94.1	75.3	27195	41.1	32.9
71	1166	96.1	76.9	48276	73.0	58.4
84	450	37.1	29.7	58879	89.0	71.2
99	372	30.7	24.6	66163	100.0	80.0
114	-570	-47.0	-37.6	56221	85.0	68.0
128	-874	-72.1	-57.7	49576	74.9	59.9
141	-1213	-100.0	-80.0	40761	61.6	49.3
158	-1079	-89.0	-71.2	17610	26.6	21.3
183	-1162	-95.8	-76.6	-5111	-7.7	-6.2
208	-1103	-90.9	-72.7	-22703	-34.3	-27.4
247	-1165	-96.0	-76.8	-40564	-61.3	-49.0

Найбільше значення поперечної сили становить 1166 т у районі 71-го шпангоута.

Максимальний згинальний момент дорівнює 66163 кт·м на 99-му шпангоуті.

На рисунку 4.4 наведено епюру розподілу міцності при виході судна.

Отримані результати підтверджують, що поздовжня міцність корпусу знаходиться в межах норми та відповідає вимогам безпеки.

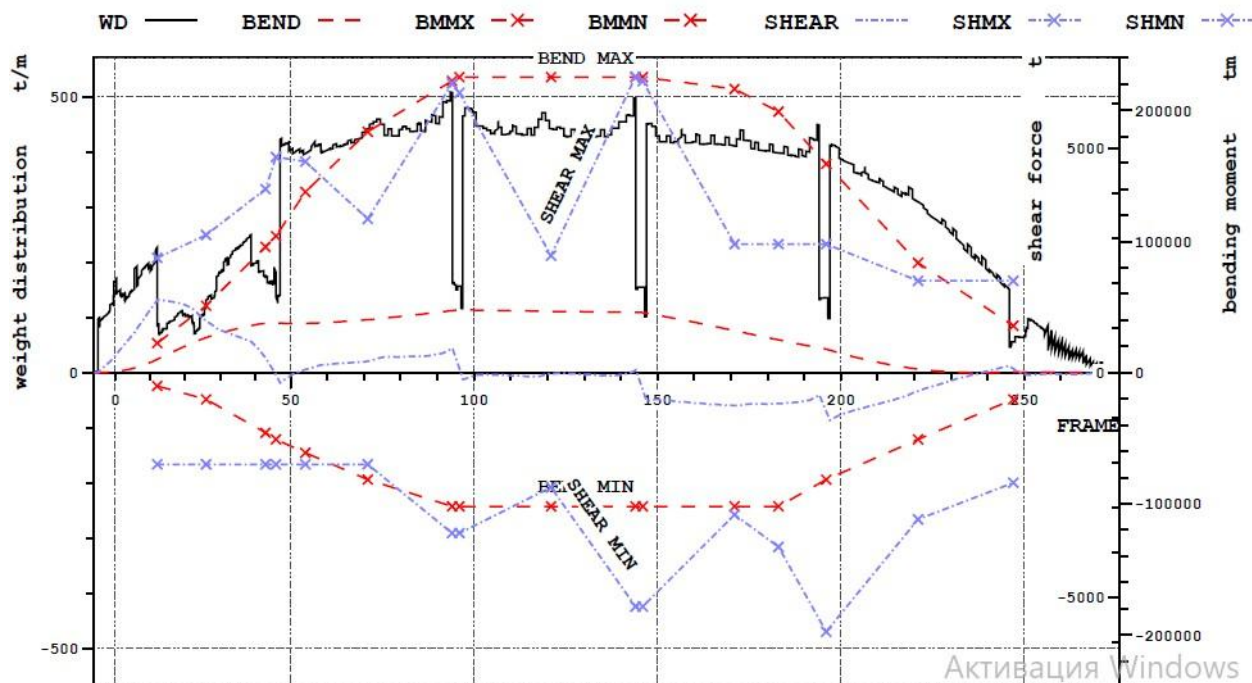


Рисунок 4.4 - Епюра розподілу міцності при виході судна

5. ДОСЛІДЖЕННЯ АВАРІЙНОСТІ СВІТОВОГО ФЛОТУ В ТАНКЕРНИХ ТЕРМІНАЛАХ.

Сучасне світове мореплавство є основним елементом глобальної транспортної системи, забезпечуючи понад 80% світових вантажопотоків. У структурі морських перевезень значне місце займають танкерні перевезення — транспортування нафти, нафтопродуктів, скрапленого природного газу (СПГ) та хімічних вантажів. Для забезпечення безперервності та безпеки таких операцій у портах функціонують спеціалізовані танкерні термінали, які є складними технічними комплексами з високим рівнем потенційної небезпеки.

Аварійність на танкерних терміналах становить одну з найсерйозніших проблем сучасного морського транспорту, оскільки будь-який інцидент тут може призвести не лише до матеріальних збитків, а й до масштабних екологічних катастроф, людських жертв і тривалих наслідків для прибережних екосистем. За статистикою Міжнародної морської організації (ІМО), до 15% усіх морських аварій із танкерами відбувається саме під час швартування, вантажних або бункеровочних операцій у порту.

Зі збільшенням обсягів морських перевезень нафти та зрідженого газу, зростанням тоннажу суден і ускладненням портової інфраструктури ризики аварійних ситуацій на терміналах лише підвищуються. Одночасно із цим посилюються міжнародні вимоги до безпеки — зокрема, положення MARPOL 73/78, SOLAS, ISGOTT (International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals), а також національні стандарти екологічного та технічного контролю. Проте статистика показує, що навіть при наявності сучасних систем управління ризиками людський фактор, технічні збої або організаційні недоліки залишаються головними причинами аварійності.

Особливу увагу слід звернути на танкерні термінали з інтенсивним трафіком, такі як порти Фуджайра, Сінгапур, Роттердам, Х'юстон, Рас-

Лаффан, Мальта, а також стратегічно важливі регіони — Ормузький пролив, Суецький канал, Малаккська протока. У цих зонах ризики підвищуються через щільність руху, обмежену маневровість, метеорологічні фактори та, останнім часом, радіоелектронні перешкоди навігаційним системам (GPS, AIS), що особливо актуально після численних випадків спотворення сигналів у Перській затоці.

За останнє десятиліття найбільші аварії на танкерних терміналах були пов'язані із такими факторами:

- помилки швартових операцій через неправильну оцінку гідрометеоумов;
- некоректне планування операцій із вантаження/розвантаження (порушення ISGOTT);
- відмови систем контролю тиску та температури в трубопроводах;
- пожежі та вибухи під час зливу/наливу через накопичення статичної електрики;
- людський фактор — втома екіпажу, недотримання процедур, недостатній рівень підготовки персоналу терміналу.

Відомі інциденти, такі як вибух на терміналі “Skikda LNG” (Алжир, 2004), пожежа на “Pengerang Terminal” (Малайзія, 2019) чи зіткнення танкера “Front Eagle” біля Ормузького проливу (2024), доводять, що навіть сучасні технологічні рішення не гарантують абсолютної безпеки. Вони підкреслюють необхідність системного підходу до аналізу аварійності та управління ризиками на всіх етапах портових операцій.

Метою даного розділу є комплексне дослідження причин, тенденцій і наслідків аварійності світового флоту під час роботи на танкерних терміналах, а також розробка практичних рекомендацій щодо зниження рівня ризиків і підвищення ефективності систем безпеки.

Для досягнення цієї мети передбачається вирішити такі завдання:

1. Проаналізувати статистику аварій світового танкерного флоту за останні 10 років.

2. Визначити основні фактори ризику, характерні для термінальних операцій.
3. Розглянути сучасні системи контролю безпеки (ISGOTT, OCIMF, ISPS, ISM Code) та їхню ефективність.
4. Провести порівняльний аналіз аварій на прикладі окремих регіонів (Європа, Перська затока, Південно-Східна Азія).
5. Запропонувати заходи щодо вдосконалення системи управління ризиками на рівні екіпажу та адміністрації терміналів.

Об'єктом дослідження є процес експлуатації танкерних суден під час швартування, вантажних і бункеровочних операцій на терміналах.

Предметом дослідження є випадки аварійності, їхні причини, умови виникнення та наслідки для безпеки судноплавства й навколишнього середовища.

Актуальність теми зумовлена тим, що на тлі зростання світового флоту і ускладнення логістичних маршрутів навіть поодинокі інциденти можуть мати системний вплив на енергетичну безпеку, екологічну стабільність і страхові ринки морського транспорту. Особливо небезпечними є аварії у стратегічних районах, таких як Ормузький пролив або Суецький канал, де навіть тимчасова зупинка суднопотоку здатна призвести до глобальних економічних наслідків.

Таким чином, дослідження аварійності світового флоту на танкерних терміналах має не лише теоретичне, але й практичне значення. Воно сприяє удосконаленню міжнародних норм безпеки, оптимізації процедур взаємодії між судном і берегом, а також зниженню ймовірності надзвичайних ситуацій, що можуть вплинути на стабільність світового енергетичного ринку.

5.1 Аналіз аварійності танкерного флоту

Світова морська торгівля є основою глобальної економіки, забезпечуючи понад 80% обсягів міжнародних перевезень вантажів. Особливе місце у структурі світового флоту посідають танкери — судна,

призначені для транспортування сирої нафти, нафтопродуктів, зріджених газів та хімічних речовин. Ефективна й безпечна експлуатація танкерів безпосередньо впливає на енергетичну стабільність, стан морського середовища та міжнародну економічну безпеку. Водночас, саме танкерна галузь залишається однією з найбільш ризикованих у морській індустрії, адже будь-яка аварія, навіть локального масштабу, може спричинити катастрофічні наслідки — як для людей, так і для екосистеми.

Серед критичних етапів функціонування танкерного транспорту виділяються операції біля терміналів — місць навантаження й розвантаження нафтопродуктів або зріджених газів. Саме під час цих операцій судна перебувають у безпосередньому контакті з береговою інфраструктурою, здійснюється передача небезпечних вантажів під високим тиском або температурою, виконується швартування в умовах обмеженого маневрового простору. Статистика показує, що понад 35% усіх інцидентів з танкерами стаються під час вантажних операцій або маневрування в акваторіях портів і терміналів. Серед найпоширеніших типів аварій — зіткнення з причалами, розриви вантажних рукавів, витіки нафтопродуктів, пожежі, вибухи та людські травми.

Згідно з даними Міжнародної морської організації (ІМО) та компанії Lloyd's List Intelligence, у період 2015–2024 років у світі було зареєстровано понад 180 значних аварій із танкерами, з яких приблизно 40% сталися поблизу терміналів. Зокрема, 2020 року під час вантажних операцій у порту Нова-Фос (Бразилія) вибух на хімічному танкері призвів до загибелі трьох членів екіпажу, а 2023 року у Фуджайрі через витік газу на газовозі стався викид і займання палива, що призвело до зупинки терміналу на кілька діб.

Водночас, навіть незначні інциденти часто спричиняють мільйонні збитки через екологічні штрафи, репутаційні втрати компаній та затримки в ланцюгах постачання.

Причинами аварій на танкерних терміналах у більшості випадків є людський фактор, недосконалість організації робіт, технічні відмови

обладнання та вплив зовнішніх умов — вітру, течій, хвилювання, а також навігаційних перешкод. Додаткову небезпеку створює збільшення габаритів сучасних танкерів, які часто перевищують пропускну здатність старих портових споруд. В окремих регіонах — зокрема, в Ормузькому, Малаккському та Сінгапурському протоках — ситуацію ускладнює висока інтенсивність руху, геополітична напруга й поширення випадків глушіння GPS-сигналів, що може призводити до збоїв навігації та небезпечних маневрів.

Особливу увагу міжнародна спільнота приділяє питанням екологічної безпеки. Аварії на танкерах здатні спричинити масштабне забруднення моря, як це сталося внаслідок аварій суден *Prestige* (2002), *Hebei Spirit* (2007), *Sanchi* (2018). Кожен подібний інцидент зумовлює посилення вимог до експлуатації флоту, розвитку систем моніторингу й вдосконалення міжнародних конвенцій — MARPOL, SOLAS, ISGOTT, OCIMF та ін. Однак навіть за наявності сучасних технологій — систем контролю навантаження, автоматизованих клапанів, термінальних симуляторів — повністю усунути ризики не вдається, тому актуальним залишається завдання аналізу причин аварійності та розроблення превентивних заходів.

Метою цього дослідження є аналіз статистики та факторів аварійності світового флоту на танкерних терміналах, виявлення типових небезпечних ситуацій та розроблення рекомендацій щодо їх попередження. Завданням роботи є систематизація причин інцидентів, оцінка ролі людського фактору, технічного стану суден, впливу погодних і навігаційних умов, а також дослідження ефективності сучасних систем управління безпекою (SMS) у портах і компаніях операторів. У рамках дослідження буде проведено аналіз статистичних даних IMO, Equasis, Lloyd's List Intelligence, The Maritime Executive та інших джерел, що відображають стан безпеки у світовій танкерній галузі за останнє десятиліття.

Практичне значення роботи полягає в тому, що її результати можуть бути використані при розробленні внутрішніх політик безпеки судноплавних

компаній, навчанні екіпажів, плануванні портових операцій, а також у підготовці штурманів і капітанів для сертифікації на танкерному флоті. Аналіз аварійності дозволяє не лише виявити слабкі місця в системі управління ризиками, а й сформувати культуру безпеки, орієнтовану на запобігання, а не на ліквідацію наслідків.

За даними Lloyd's List Intelligence та аналітики DNV, з 2021 року кількість зареєстрованих морських інцидентів (casualty incidents) щорічно перевищує ~2 200 випадків. У 2024 році приблизно 60 % усіх інцидентів були пов'язані з пошкодженнями або відмовами машинерії (machinery damage/failure). На графіку 5.1 зображена статистика причин морських інцидентів.



Рисунок 5.1 – Розподіл морських інцидентів, 2024

Аналітики також зауважують, що значна частка інцидентів припадає на старі судна: у 2024 році ~41 % інцидентів були пов'язані з суднами віком понад 25 років. На рисунку 5.2 зображено розподіл суден.

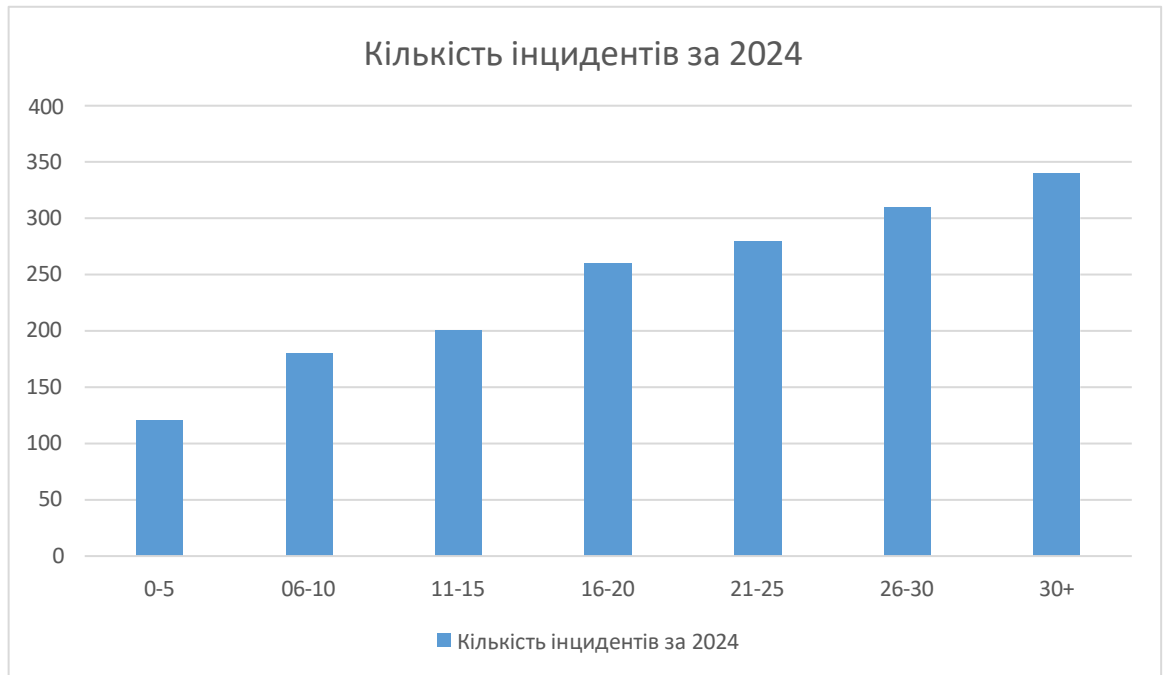


Рисунок 5.2 – Розподіл суден, 2024

Загалом, згідно зі звітом Safety & Shipping Review 2025 від Allianz, кількість зареєстрованих інцидентів у 2024 році зросла на ~10 % порівняно з 2023 роком: 3 310 випадків проти 2 963. На рисунку 5.3 зображена статистика інцидентів з 2015-2024.



Рисунок 5.3 – Кількість інцидентів, 2015-2024

Серед цих інцидентів, найбільший вклад зробили пошкодження машинерії — 1 860 випадків у 2024 році, далі — зіткнення (251 випадок) та пожежі/вибухи.

Що стосується повних втрат (total losses), в 2018 році було 46 випадків суден понад 100 GT, порівняно з 98 у 2017 році — це свідчить про певне зниження масштабних втрат.

Загалом у світовій морській навігації спостерігається зменшення великих втрат, хоча кількість інцидентів меншого масштабу залишається значною.

За даними ITOPF / IIMS, у 2024 році було зареєстровано 10 випадків розливів (>7 тон) через танкерні інциденти — таку ж кількість, як і в 2023 році. Об'єм нафти, що була втрачена з танкерів за інцидентами >7 тон у 2024 році — приблизно 10 000 тон.

За довший період (1970–2023) загальний обсяг втраченої нафти через танкерні аварії перевищив 5,88 млн тон, статистика на графіку 5.4.

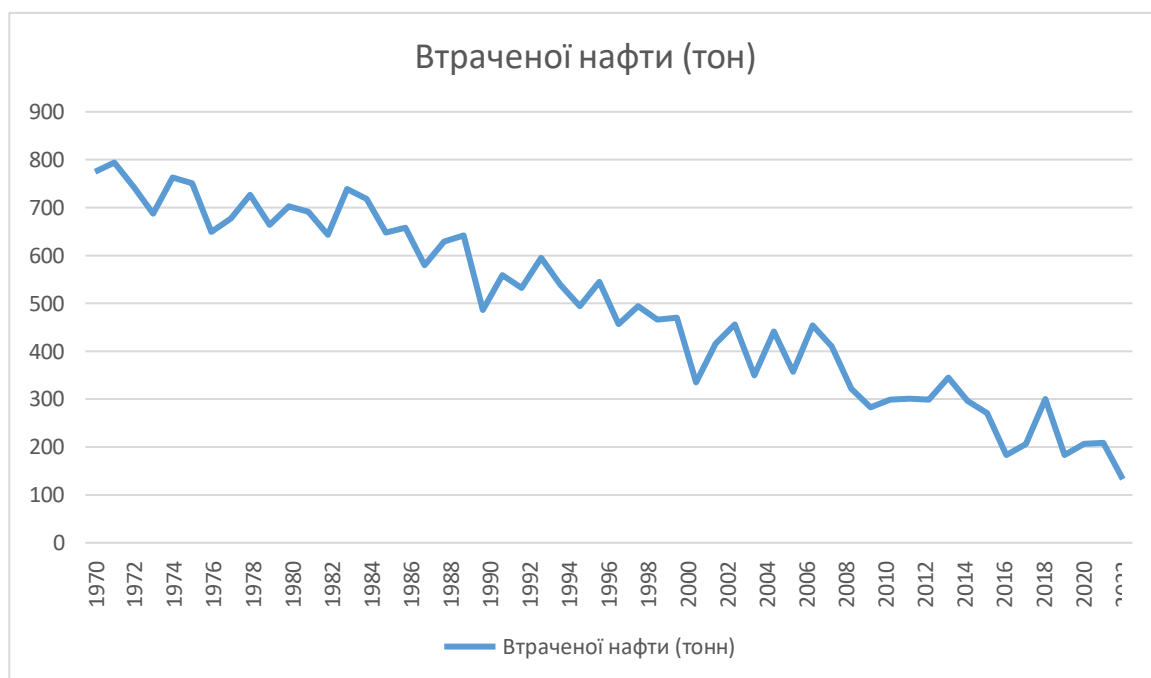


Рисунок 5.4 – Кількість інцидентів, 1970-2023

Ці дані свідчать про те, що хоча число інцидентів з розливом зменшується за десятиліття, кількість випадків середнього й великого масштабу залишається істотною, і вони мають серйозний екологічний вплив.

Хоча наведена статистика охоплює всі типи морських інцидентів (не лише на терміналах), вона демонструє кілька важливих закономірностей, які мають застосування для теми танкерних терміналів:

1. Старіння флоту — велика частка інцидентів припадає на судна віком понад 25 років, що вказує на підвищений ризик технічних відмов у старих танкерах.
2. Пошкодження машинерії як головна причина — зростання частки інцидентів через відмову машинерії підкреслює важливість технічної підтримки та діагностики перед заходом у термінал.
3. Зменшення великих втрат, але збереження частини середніх інцидентів — хоча кількість total losses зменшується, інциденти з менш серйозними наслідками (пожежі, витоки, механічні пошкодження) залишаються регулярними. Це важливо для терміналів, адже навіть середній інцидент може завдати значних збитків.
4. Геополітичні / небезпечні події — інциденти типу атак на танкери (Mercer Street) підкреслюють, що охорона району навколо терміналів може виходити за рамки лише морської навігації.
5. Прямий вплив на термінали — інциденти біля або під час швартування, трансферу вантажів чи маневрування можуть безпосередньо торкатися інфраструктури терміналу, викликати пожежі, витоки або затримки, що має прямий економічний та екологічний ефект.

5.2 Танкерні термінали та аналіз аварійності.

Танкерні термінали є ключовими елементами глобальної енергетичної інфраструктури: через них відбувається прийом, тимчасове зберігання та

перевалка нафтових і газових вантажів. Через високу концентрацію небезпечних речовин, великий обсяг операцій і взаємодію судна з береговою інфраструктурою такі об'єкти мають підвищений ризик аварій із екологічними, людськими та економічними наслідками. Для коректного аналізу аварійності необхідно опиратись на відносні показники (інциденти/кількість суден; втрати тонн нафти/млн GT; інциденти/операції), а також поєднувати дані кількісного характеру (Lloyd's, Equasis, ITOPF, Allianz/AGCS, EMSA) з кейс-аналізом окремих інцидентів та нормативною базою (ISGOTT, MARPOL, SOLAS, OCIMF рекомендації). У цьому розділі застосовано комбінований підхід: статистичний огляд, аналіз причин і наслідків, регіональний контекст та практичні рекомендації.

Контекст: зростання тоннажу, інтенсивність операцій і їхній вплив на ризику терміналів

За останні десятиліття світовий флот демонструє стійку тенденцію до зростання тоннажу та поступового збільшення кількості суден великих класів. Дані Equasis свідчать про суттєве збільшення загального тоннажу та перерозподіл флоту за віковою структурою і типами суден, що впливає на експозицію до ризику у термінальних операціях. Зокрема, зростання тоннажу підвищує потенціал втрат у випадку інциденту — одна аварія великого танкера може призвести до втрат, які еквівалентні десяткам і сотням дрібніших інцидентів за обсягом і впливом.

Паралельно з цим зросла інтенсивність операцій у ключових терміналах через масштабні потоки нафти й СПГ (скраплений природний газ). Збільшення частоти швартувань, зливу/наливу та бункерних операцій логічно корелює з підвищенням кількості операційного ризику: чим більше циклів «підхід — швартування — операція — відхід», тим більша ймовірність виникнення людської помилки, технічного збою або організаційного недоліку.

Отже, при оцінці аварійності на терміналах необхідно віддавати перевагу відносним індикаторам (інциденти на 1000 суден конкретного типу; обсяг втраченої нафти на 1 млн GT; інциденти на 10 000 операцій тощо), а не лише абсолютним числам інцидентів.

Огляд статистики аварійності і тенденції (загальний рівень і танкерні інциденти)

Глобальна статистика морських інцидентів показує дві паралельні тенденції: з одного боку — поступове зниження числа катастрофічних розливів і тотальних втрат порівняно з піковими десятиліттями минулого сторіччя; з іншого — збереження або навіть зростання кількості інцидентів меншого масштабу (пожежі, відмови обладнання, локальні витоки), що мають значні локальні наслідки та сукупний економічний ефект. Зміни пояснюються технологічними поліпшеннями, жорсткішою нормативною базою та підвищенням стандартів, водночас старінням частини флоту й ростом числа операцій.

ITOPF та інші агрегатори показують значне зниження кількості великих розливів (тобто категорії >7 т або >700 т), проте окремі роки все ще фіксують великі події — що нагадує про ризик одиничних катастрофічних випадків, особливо на терміналах, де взаємодіють великі судна та берегова інфраструктура. З 1970 по сучасний час загальні обсяги нафтових розливів помітно знизились у тренді, але окремі наймасштабніші аварії (і їхні наслідки для прибережних екосистем) зберігають вагу при формуванні політики і практик.

Allianz/AGCS та Lloyd's в останніх оглядах зауважують: хоча тотальні втрати (total losses) знижуються, кількість повідомлених інцидентів (casualties) залишається істотною і в деяких регіонах демонструє зріст через фактори машинерії та технічних відмов. Це безпосередньо стосується й

танкерного парку, де проблема технічних збоїв під час заходу в термінал чи виконання операцій є однією з провідних причин інцидентів.

Характерні сценарії інцидентів на танкерних терміналах

Аналіз практичних випадків і статистики дозволяє виділити типові сценарії аварійних подій на терміналах:

1. Розрив/розгерметизація вантажних рукавів та з'єднань: неправильне підключення, деформація рукава під тиском, перевищення режимів напору/температури, дефекти матеріалу. Часті причини — технічний знос, некоректна процедура при підготовці з'єднання або відсутність контрольних сигналів моніторингу.
2. Перелив і перенаповнення резервуарів: помилки у моніторингу рівня, неправильно налаштовані попереджувальні системи чи людська помилка при перекладі клапанів/насосів.
3. Пожежі та вибухи під час наливу/зливу: створення вибухонебезпечної суміші парів у замкнутих просторах, статична електрика при перекачуванні, іскри під час технічного обслуговування.
4. Зіткнення судна з причалом або іншим судном: через помилку маневрування, відмову двигунів, сильний вітер/течії або порушення координації з буксирами. Такий сценарій часто веде до механічних пошкоджень, розривів ліній і вторинних подій.
5. Витоки та руйнування трубопровідної мережі берегової частини терміналу: старіння обладнання, корозія, неправильне технічне обслуговування.
6. Кіберінциденти та порушення навігації: сучасні приклади глушіння GPS/AIS чи кібератак можуть призвести до помилкового позиціонування й помилкових маневрів при заході в термінал (особливо у вузьких фарватерах). Така загроза посилює потребу в незалежних засобах валідації позиції і схемах «fallback». (див. окремі дослідження і звіти по кіберрезилієнтності навігаційних систем).

Наведені сценарії зазвичай комбінуються: технічна несправність + людська помилка + несприятливі метеоумови — так утворюються синергетичні ризики.

Аналіз причин аварійності — статистичне співвідношення

Системні аналізи (зокрема EMCIP/EMSA) наводять наступний розподіл основних причин морських інцидентів (структурно релевантних для терміналів): людський фактор (помилкові дії судноводіїв, операторів терміналів) — близько 60–70% випадків; технічні відмови (машинерія, обладнання) — ~20–25%; інші фактори (небезпечні речовини, погодні умови, дії третіх сторін) — менша, але значуща частка. Значна частина інцидентів відбувається в обмежених умовах (при заході в порт, у вузьких фарватерах і на території терміналів), що підсилює вагу цих факторів.

Ці пропорції має сенс інтерпретувати у контексті специфіки термінальних операцій: тут людський фактор не лише у навігації, а й у процедурному забезпеченні терміналу (контроль клапанів, спостереження за рівнями, оперативні інструкції), тому підвищення компетенцій персоналу терміналів і екіпажів — надзвичайно важливий напрям превентивних заходів.

Регіональний аспект: «гарячі точки» та їхні особливості

Регіональна класифікація інцидентів показує концентрацію ризиків у зонах високої інтенсивності руху та великої кількості терміналів. Серед таких регіонів — Перська затока (висока щільність танкерного трафіку й стратегічна значимість), Південно-Східна Азія (велика кількість маневрових операцій, численні малі і середні судна), Середземномор'я та деякі частини Північного моря, де інтенсивність руху і метеорологічні особливості посилюють ризики. Регіональна специфіка також визначає домінантні сценарії: у Перській затоці — ризик зіткнень і навігаційних збоїв; у Південно-Східній Азії — проблеми з керуванням малими суднами й локальні інфраструктурні недоліки.

Нормативна база, стандарти та практики управління ризиками

Для мінімізації ризиків на танкерних терміналах існує комплекс міжнародних стандартів і рекомендацій:

- ISGOTT (International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals) — практичний посібник, що об'єднує вимоги до організації операцій, безпечного підходу, швартування, підключення рукавів, управління статичною електрикою та інших ключових процедур.

- SOLAS, MARPOL та кодекс ISM — нормативно-правові рамки для сертифікації, технічного стану та реагування на надзвичайні ситуації.
- OCIMF-інструменти та Good Practice Guides — рекомендації для операторів нафтотерміналів і судновласників щодо процедур безпечної експлуатації та взаємодії.

На рівні портів працюють локальні правила VTS (Vessel Traffic Service), планування місця швартування і оперативні процедури, що регулюють доступ суден до причалів.

Надійна нормативна база є необхідною, але недостатньою умовою: вирішальне значення має імплементація стандартів, тренінги персоналу, культура безпеки та технічне забезпечення діагностики й моніторингу.

2. Вплив старіння флоту та технічних трендів

Старіння частини світового танкерного парку підвищує частоту технічних відмов — відмов двигунів, насосів, клапанів і систем контролю. Перехід на condition-based maintenance (обслуговування за станом) дає переваги за ефективністю ресурсів, проте вимагає високої кваліфікації персоналу та інвестицій у діагностичне обладнання; помилки в імплементації цієї політики можуть призвести до непередбачених відмов. Окрім цього, укрупнення суден підсилює ефект одиначної аварії — великий танкер у аварії здатен спричинити масштабні економічні й екологічні наслідки, що висуває жорсткіші вимоги до технічного стану та процедур на терміналах.

Екологічні й економічні наслідки інцидентів на терміналах

Навіть «середні» інциденти (локальні витіки, пожежі) на терміналах мають значні наслідки: витрати на ліквідацію, штрафи, компенсації, простої терміналів і суден, репутаційні ризики, зниження вартості активів. Випадки з великими розливами призводять до довготривалих екологічних пошкоджень, що тягнуть роки і мільйони витрат. ITOPE та інші організації наводять статистику зниження загального обсягу розливів у довгій перспективі, проте одиначні великі події все ще визначають політику — і економічну вартість сектору.

Превентивні заходи і рекомендації (операційні, технічні, організаційні)

На основі аналізу причин і практик рекомендується поєднувати мультидисциплінарні заходи:

1. Посилення процедур ISGOTT/OCIMF в практиці терміналів та на судах — контрольні списки, стандартизовані процедури підключення/відключення рукавів, маневрові плани, системи попереджень і відключення при аномаліях.
2. Покращення технічного контролю та діагностики — виявлення потенційних відмов машинерії й берегового обладнання шляхом регулярних інспекцій, використання condition-based maintenance за умови наявності необхідних діагностичних інструментів і кваліфікованого персоналу.
3. Тренування персоналу й тренажерна підготовка — відпрацювання аварійних сценаріїв, спільні навчання екіпажів і берегових служб, сценарії взаємодії VTS — судно — термінал.
4. Розвиток систем раннього виявлення інцидентів — сенсори рівня/тиску, контроль парів, автоматичні відключення, системи моніторингу екологічних індикаторів.
5. Планування операцій з урахуванням метеорологічного ризику та навігаційних загроз — обмеження операцій за екстремальних умов, чіткі критерії для початку/зупинки робіт.
6. Резильєнтність до кібер- і радіоелектронних загроз — наявність «fallback» процедур, багатосенсорне підтвердження позиціонування (радар, берегові пеленги, візуальні орієнтири) та захищена архітектура управління терміналом.
7. Покращення обміну інформацією і звітності — централізовані бази інцидентів і інтеграція логів терміналів у національні / міжнародні реєстри (EMCIP, Lloyd's Casualty Returns, ITOPF).

Аналіз аварійності на танкерних терміналах показує, що основні драйвери ризику — це комбінація людського фактора, технічного стану обладнання і операційної складності. Хоча загальна тенденція до зниження

катастрофічних розливів відображає прогрес у технологіях і стандартах, зростання тоннажу, інтенсивності операцій і геополітичні виклики створюють нові точки вразливості. Практична імплементація міжнародних рекомендацій (ISGOTT, OCIMF, SOLAS/MARPOL), регулярні тренування, інвестиції в діагностику та системи раннього виявлення, а також підвищення кіберрезилієнтності — ключові напрямки зниження ризику.

Ефективне управління ризиками вимагає від операторів терміналів, судновласників і наглядових органів комплексного підходу: вимірювання відносних індикаторів аварійності, аналіз причин на підставі репрезентативних баз даних (Equasis, Lloyd's, ITOPF, EMCIP), а також практичної реалізації інструментів превенції й реагування.

5.3 Забезпечення безпечних операцій в танкерних терміналах

Безпека операцій у танкерних терміналах є ключовим елементом функціонування світової нафтової та газової логістики, адже від належної організації технологічного процесу на межі «судно–берег» залежить не лише збереження вантажу і майна, але й екологічна стабільність прибережних акваторій, репутація портових операторів і стійкість усієї системи постачання енергоносіїв. Термінальні операції передбачають злагоджену взаємодію кількох технічних і людських систем — суднового екіпажу, персоналу берегових служб, диспетчерів, операторів насосних станцій, представників агентських і контролюючих органів. Будь-який збій у цій взаємодії може призвести до інцидентів, які, навіть маючи локальний характер, здатні завдати серйозних матеріальних і екологічних збитків. Тому концепція безпечних операцій у танкерних терміналах базується на принципах системного підходу, управління ризиками, стандартизації процедур, попереджувального контролю, навчання персоналу та постійного вдосконалення технологій моніторингу і комунікації.

Основним міжнародним документом, який регулює безпечні операції під час вантажних робіт між танкерами та терміналами, є ISGOTT — International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals. Цей посібник створено спільно Міжнародною морською організацією (IMO), ICS і OCIMF і він визначає стандартизовані процедури швартування, перевірок перед початком операцій, контролю атмосфери, заземлення, управління статичною електрикою, координації дій екіпажу і берегового персоналу. Його вимоги деталізують положення SOLAS, MARPOL і ISM Code, спрямованих на забезпечення безпеки судноплавства, запобігання забрудненню моря та формування культури безпечної експлуатації. На практиці реалізація цих стандартів полягає у чіткій структурі відповідальності: капітан судна і старший помічник відповідають за внутрішню підготовку судна, перевірку стану систем зливу, герметичності рукавів, роботу насосів і клапанів, тоді як оператор терміналу контролює стан берегової інфраструктури, колекторів, приймальних резервуарів, систем збору парів і аварійного відключення.

Одним із найважливіших етапів забезпечення безпеки є передопераційна координація, тобто погодження плану вантажних операцій між судном і берегом. У сучасних терміналах ця процедура включає заповнення контрольних листів (checklists) ISGOTT, підписання декларації безпеки (Ship/Shore Safety Checklist) і встановлення єдиного каналу зв'язку. У ході цих дій узгоджуються тип вантажу, його властивості, температурний режим, тиск, швидкість перекачування, послідовність відкриття й закриття клапанів, порядок дій у разі аварійного відключення. Важливим аспектом є перевірка функціональності сигнальних систем, засобів зв'язку, аварійного освітлення та систем пожежогасіння. Наявність чітко прописаних процедур комунікації дозволяє мінімізувати людський фактор — основну причину більшості аварійних випадків у термінальних операціях.

Дуже важливу роль відіграє моніторинг атмосфери в закритих просторах і системах зливу. Перед початком операцій обов'язково перевіряється відсутність вибухонебезпечної концентрації парів у

колекторних лініях, вентиляційних трубах і танках, що з'єднуються. При роботі з леткими вуглеводнями використовується система зворотного збору парів (Vapour Return Line), яка запобігає виходу парів у атмосферу. Це не лише вимога екологічних норм MARPOL Annex VI, але й фактор безпеки, адже суміш повітря з парами бензину чи нафти при певних концентраціях може бути вибухонебезпечною. На сучасних терміналах використовується автоматизований контроль температури, тиску і концентрації газів у режимі реального часу, що дозволяє своєчасно реагувати на відхилення.

Окрему увагу необхідно приділяти управлінню статичною електрикою під час зливу/наливу. Потік вуглеводневих рідин, особливо дизельного палива або бензину, здатен генерувати статичний заряд, який у разі накопичення може стати джерелом іскри. Для цього система трубопроводів і з'єднань має бути надійно заземлена, а швидкість початку наливу повинна бути обмежена до моменту занурення рукава нижче рівня рідини в танку.

ISGOTT регламентує мінімальні параметри швидкості перекачування на початковій стадії та порядок підключення електричних потенціалів між судном і берегом.

Одним з найвідповідальніших процесів є керування швидкістю перекачування. Занадто швидка подача може призвести до гідравлічного удару, розриву рукавів або деформації клапанів. Тому на терміналах встановлюються обмеження по швидкості потоку для кожного типу вантажу. Контроль виконується за допомогою витратомірів і тискомірів, а інформація дублюється як на пульті терміналу, так і в насосному відділенні судна. У разі виявлення відхилення оператор повинен негайно повідомити про це по узгодженому каналу зв'язку й, за необхідності, призупинити операцію.

У контексті забезпечення безпеки надзвичайно важливим є фактор швартування і маневрування. Багато аварій виникає ще до початку вантажних операцій через некоректне позиціонування судна, надмірне натягнення швартових або вплив вітру і течії. Сучасні термінали застосовують системи динамічного контролю натягу швартових, автоматичні

відкидні швартові крани, а також берегові лазерні системи позиціонування, які дозволяють точно утримувати судно в межах допустимих відхилень.

Використання буксирів і суворе дотримання локальних портових інструкцій є обов'язковими умовами.

Не менш важливим аспектом є організація чергування і постійного нагляду під час операцій. На судні призначається відповідальний офіцер (зазвичай старший помічник), який повинен постійно перебувати на вантажній палубі або в контрольному пункті. На терміналі відповідальна особа — оператор зміни або супервізор. Усі зміни параметрів системи — тиск, рівень, температура — мають фіксуватись у журналі з точним часом і підписом відповідального. Це не лише вимога внутрішніх інструкцій, але й елемент юридичного захисту у випадку спорів щодо причин інциденту.

Безпечне проведення операцій неможливе без пожежної готовності. На причалі повинні бути розгорнуті засоби пожежогасіння, укомплектовані мобільні установки пінного типу, а також обладнані аварійні душі та станції для промивання очей. Судно має мати на палубі пожежні рукави, насос у режимі готовності та чіткий план взаємодії з береговою службою. Практичні навчання з реагування на пожежу проводяться не рідше ніж один раз на місяць, а перед прибуттям у термінал екіпаж зобов'язаний перевірити справність усіх пожежних систем.

Людський фактор залишається основною причиною аварій.

Незважаючи на розвиток автоматизації, саме помилки у координації, неуважність, втома або неправильне розуміння команд призводять до більшості інцидентів. Тому особливе значення має культура безпеки та система постійного навчання персоналу. Міжнародні оператори запроваджують програми «Safety Leadership» і «Stop Work Authority», що надають кожному члену екіпажу або працівнику терміналу право зупинити операцію, якщо він вважає її небезпечною. Така культура довіри і спільної відповідальності формує основу реальної безпеки, а не лише формального виконання процедур.

У сучасному світі зростає значення кібербезпеки в термінальних операціях. Системи управління насосами, клапанами, вимірюванням рівня і навіть контролю швартових дедалі частіше мають віддалений або цифровий інтерфейс. Це створює потенційні вразливості для кібератак або технічних збоїв через некоректну інтеграцію програмного забезпечення. Принципи кіберрезилієнтності вимагають, щоб усі критично важливі функції мали резервні ручні режими керування, а також щоб мережеві системи були ізольовані від зовнішнього доступу. Проведення аудитів безпеки, тестування на проникнення (penetration testing) і періодичне оновлення програмного забезпечення є обов'язковими.

Додатковим напрямом є екологічна безпека. У разі аварії термінал повинен мати затверджений план реагування на розливи (Oil Spill Contingency Plan), що включає мобілізацію бонових загороджень, сорбентів, скімерів і мобільних ємностей для збору забрудненої води. Регулярні навчання з ліквідації наслідків розливів повинні проводитись як на судах, так і на терміналах. Міжнародна практика показує, що швидкість реагування є визначальним чинником у мінімізації шкоди довкіллю.

Сучасні технології забезпечують новий рівень контролю: автоматизовані системи SCADA дозволяють відстежувати параметри перекачування, сигналізувати про нештатні ситуації, виявляти найменші витoki ще до того, як вони стануть небезпечними. Інтеграція таких систем у мережі моніторингу терміналів дає змогу оперативно локалізувати проблему. Паралельно розвиваються технології прогнозування ризиків на основі аналізу великих даних (Big Data) — за допомогою штучного інтелекту відбувається оцінка параметрів роботи обладнання, поведінки персоналу, метеорологічних умов і навантаження систем у реальному часі, що дозволяє передбачати ймовірність відмов і запобігати їм превентивно.

Важливою частиною комплексного підходу є сертифікація і аудит. Всі термінали, що приймають нафтові танкери, повинні проходити регулярні перевірки за системою SIRE (Ship Inspection Report Programme), а також

внутрішні аудити відповідності стандартам ISGOTT, OCIMF, ISO 9001 і ISO 14001. Результати таких перевірок визначають репутацію терміналу на ринку та можливість приймати судна провідних компаній.

Таким чином, забезпечення безпечних операцій у танкерних терміналах — це не сукупність окремих технічних заходів, а цілісна система управління ризиками, що охоплює підготовку персоналу, стандартизацію процедур, технічне обслуговування обладнання, комунікацію, кіберзахист і постійне вдосконалення технологій. Ключовим фактором залишається людина — компетентна, дисциплінована і свідомо своєї відповідальності. Лише за умови поєднання сучасних технічних рішень із високою культурою безпеки можливо досягти мінімізації аварійності й забезпечити сталий розвиток морської транспортної галузі.

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 попередньому розділі цієї дипломної роботи, взятих із суднової документації при роботі на переддипломної практиці, а також з довідкових матеріалів кафедри М і ЕМТ ОНМА, преїскурантів, тарифів та ін. Вихідні дані рейсу т/х «GAZ IMPERIAL» з порту Руваїс до порту Нью-Мангалур зведені в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 – Початкові дані для розрахунку рейсу.

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначе ння	Одиниця вимірюван ня	План	Факт
1	2	3	4	5	5
1	Дедвейт т/х «GAZ IMPERIAL»	D_w	тон	54304,0	54304,0
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	2290	2290
3	Відстань між портами	L	милі	1602,4	1602,4
4.	Кількість навантаженого вантажу: Пропан Бутан	ΣQ	мт	24772,8 24895,7	24772,8 24895,7
5	Фрахтова ставка	f_l	\$/т	45	45
6	Норми навантаження вантажу	M_p	т /доб.	4800	1227
7	Норми вивантаження вантажу	M_v	т/ доб.	4800	915
8	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	15,2	15,2
9	Швидкість в каналах, в узкостях	v	кан. вузли	8	8
10	Добова витрата палива на ходу:				
	Важке	q_x	тон/доб	60,00	60,00
	Легке	q_x	тон/доб	2,5	2,5
11	Добова витрата палива на стоянці: Важке	q_x	тон/доб	12,0	12,0
12	Вартість однієї тони палива				
	Важке	Π	\$/т	480	480
	Легке	Π	\$/т	600	600
13	Балансова вартість судна	$C_{бал}$	тис. \$	75500	75500

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5	6
14	Позаексплуатаційний час	T_{ze}	діб	5	5
15	Чисельність екіпажу	$\text{Ч}_{\text{эк}}$	чол.	24	24
16	Час затримки в дорозі	$t_{\text{зад}}$	діб.	0,1	0,2
17	Додатковий час в портах стоянки	$t_{\text{доп}}$	годину.	-	6
18	Заробітна платня	$R_{\text{зп}}$	\$/доб	3500	3500
19	Витрати на технічне постачання	$R_{\text{т.сн}}$	\$/доб	350	170
20	Навігаційні витрати	$R_{\text{нав}}$	\$/доб	440	440
21	Портові збори	$R_{\text{п}}$	\$/суд.зах.	43000	43000
22	Агентство судів	$R_{\text{аг}}$	\$/доб	120	120
23	Витрати на страхування судів	$R_{\text{стр}}$	\$/доб	640	640
24	Вартість одного доковання, тис.;	$C_{\text{док}}$	\$	400000	400000
25	Вартість ремонту	$C_{\text{рем}}$	\$	4000000	4000000

Для визначення кількісних показників експлуатації судна в рейсі використовуються дані рейсового завдання.

1. Чиста вантажопідйомність судна розраховується за формулою:

$$D_{\text{ч}} = D_{\text{в}} - G_{\text{зан}},$$

$$D_{\text{ч}} = 54304 - 2290 = 52014 \text{ т}$$

2. Тривалість експлуатаційного періоду визначається як різниця між календарною кількістю діб у році та витратами часу на докові ремонти:

$$T_{\text{э}} = T_{\text{к}} - T_{\text{в.э}}$$

$$T_{\text{э}}^{\Phi} = 365 - 15 = 350 \text{ доби}$$

3. Час рейсу складається з ходового і стояночного:

а) ходовий:

$$t_{\text{х}} = \frac{L - l_{\text{узк}}}{V_{\text{экс}} \times 24} + \frac{l_{\text{узк}}}{V_{\text{узк}} \times 24} + t_{\text{зад}}$$

$$t_{\text{х}}^{\Phi} = 1602,4 / 15,2 \times 24 + 0,2 = 4,6 \text{ доби}$$

б) стояночний:

$$t_{\text{см}} = t_{\text{см}} + t_{\text{см}} = \left| \frac{Q_1}{M_{n1}} + \frac{Q_2}{M_{n2}} \right| + \left| \frac{Q_1}{M_{\text{в1}}} + \frac{Q_2}{M_{\text{в2}}} \right| + t_{\text{дон}}$$

$$t_{\text{ст.}}^{\text{пл}} = 49618,5 / (4800 \cdot 24 \cdot 0,5424) + 49618,5 / (4800 \cdot 24 \cdot 0,5424) = 1,5 \text{ доби}$$

$$t_{\text{ст.}}^{\Phi} = 49618,5 / (1227 \cdot 24 \cdot 0,5424) + 49618,5 / (917 \cdot 24 \cdot 0,5424) + 6 / 24 = 7,4 \text{ доби}$$

в) загальний час рейсу:

$$t_p = t_x + t_{\text{ст.}},$$

$$t_p^{\Phi} = 4,6 + 7,4 = 12,0 \text{ доби}$$

4. Дохід судна за рейс:

$$\Sigma F = \Sigma Qf$$

$$\Sigma F^{\Phi} = 46210 \times 45 = 2235083 \text{ \$/рейс}$$

5. Розрахунок витрат судна

Постійні експлуатаційні витрати враховують зарплату екіпажу, харчування, ремонт, амортизацію, постачання, технічне забезпечення, навігаційні витрати, портові збори, агентування та страхування.

заробітна плата:

$$\Sigma R_{\text{зп}} = R_{\text{зп діб}} \times t_p$$

$$\Sigma R_{\text{зп}}^{\Phi} = 3500 \times 12,0 = 42000 \text{ \$/рейс}$$

харчування:

$$\Sigma R_{\text{пит}} = \text{Ч}_{\text{эк}} \times \text{до діб} \times t_p$$

$$\Sigma R_{\text{пит.р}}^{\Phi} = 24 \times 7 \times 12,0 = 2016 \text{ \$/рейс}$$

ремонт:

$$R_{\text{рем}}^{\text{сут}} = \frac{(n_{\text{док}} \cdot C_{\text{док}} + C_{\text{рем}})}{T_{\text{эк}} t_{\text{мп}}},$$

де $n_{\text{док}}$ – кількість докованій за міжремонтний період;

$C_{\text{док}}$ – вартість одного докування, тис.;

$C_{\text{рем}}$ – вартість ремонту, тис.;

$t_{\text{мп}}$ – міжремонтний період, сут.;

$T_{\text{эк}}$ – експлуатаційний період, сут.,

По нашому судну витрати на ремонт за добу експлуатації склали:

$$R_{\text{рем.с}}^{\Phi} = (1 \times 400000 + 4000000) / 5 \times 350 = 838 \text{ \$/діб.}$$

Витрати на ремонт за рейс склали:

$$\Sigma R_{рем}^{рейс} = R_{рем}^{дiб} t_p,$$

$$\Sigma R_{рем,р}^{\Phi} = 838 \times 12,0 = 10057 \text{ \$/рейс}$$

амортизація:

$$R_{ам} = \frac{C_{бал} \times H_{ам}}{T_{эк} \times 100} \times t_p$$

$$\Sigma R_{ам,р}^{\Phi} = (75000000 \times 15 / 355 \times 100) \times 12,0 = 388286 \text{ \$/рейс}$$

5. постачання:

$$R_{ам} = \frac{C_{бал} \times H_{ам}}{T_{эк} \times 100} \times t_p$$

$$\Sigma R_{сн,р}^{\Phi} = (75000000 \times 2 / 355 \times 100) \times 12,0 = 51771 \text{ \$/рейс}$$

технічне постачання:

$$R_{сн} = \frac{C_{бал} \times H_{сн}}{T_{екс} \times 100},$$

де $H_{сн}$ - норма постачання;

$$R_{сн} = (80000000 \times 0,02) / 350 = 4500 \text{ \$/добу};$$

додатково враховано: технічне постачання – 350 \\$/добу, навігаційні витрати – 440 \\$/добу, портові збори – 43000 \\$/рейс, агентування – 120 \\$/добу, страхування – 640 \\$/добу.

Загальна сума постійних експлуатаційних витрат за рейс становить:

$$\Sigma R_{экс.}^{\Phi} = 42000 + 2016 + 10057 + 380281 + 50704 + 4200 + 5280 + 43000 +$$

$$1440 +$$

$$+ 7680 = 546658 \text{ \$/рейс}$$

6. Непрямі (адміністративні) витрати приймаються у розмірі 3% від експлуатаційних:

$$R_{кос.} = \Sigma R_{экр.} k_{ад}$$

$$\Sigma R_{кос,с}^{\Phi} = 546658 \times 0,03 = 16400 \text{ \$/рейс}$$

7. Загальні постійні експлуатаційні витрати:

$$\Sigma R_{\text{кос.}}^{\text{рейс}} = \Sigma R_{\text{экс.}} + \Sigma R_{\text{кос.}}$$

$$\Sigma R_{\text{экс.}}^{\Phi} = 546658 + 16400 = 572710 \text{ \$/рейс}$$

8. Змінні витрати судна за добу і за рейс.

Витрати на паливо і мастильні матеріали на ходу і на стоянці за добу експлуатації.

$$R_{\text{х.маз.}} = k_{\text{см}} \times q_{\text{х}} \times \Pi_{\text{т}} = 1,2 \times 60,00 \times 480 = 34560 \text{ \$/діб.}$$

$$R_{\text{х.диз.}} = k_{\text{см}} \times q_{\text{ст}} \times \Pi_{\text{т}} = 1,2 \times 2,5 \times 600 = 1800 \text{ \$/діб.,}$$

$$R_{\text{ст.маз.}} = k_{\text{см}} \times q_{\text{ст}} \times \Pi_{\text{т}} = 1,2 \times 12,0 \times 480 = 6912 \text{ \$/діб.}$$

де $K_{\text{см}}$ – коефіцієнт, що враховує витрати на мастильні, обтиральні матеріали.

У залежності від двигуна $K_{\text{см}} = 1,07 \div 1,95$.

$q_{\text{х}}$, $q_{\text{ст}}$ – добовий норматив витрати палива, т/діб.

$\Pi_{\text{т}}$ – ціна 1 тонни палива, включаючи витрати на бункерування.

Розраховуємо загальні перемінні витрати за рейс

$$\Sigma R_{\text{пер.}}^{\text{рейс}} = (R_{\text{х.с.}} \times t_{\text{х.р.}}) + (R_{\text{ст.с.}} \times t_{\text{ст.р.}}),$$

$$\Sigma R_{\text{пер.р.}}^{\Phi} = (34560 + 1800) \times 4,6 + 6912 \times 7,4 = 218405 \text{ \$/рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс

$$\Sigma R_{\text{общ.инв.}} = R_{\text{нос.инв.}} + R_{\text{пер.инв.}}$$

$$\Sigma R_{\text{общ.}}^{\Phi} = 563058 + 218405 = 791115 \text{ \$/рейс}$$

12. Прибуток за рейс:

$$\Pi = \Sigma F - \Sigma R$$

$$\Pi^{\Phi} = 2079450 - 781463 = 1443968 \text{ \$/рейс}$$

Прибуток судна «GAZ IMPERIAL» з порта Руваіс в порт Нью-Мангалур з вантажем сира нафта за рейс склав 1297987 \\$/рейс.

Якісні показники роботи судна в рейсі розраховуємо за методикою:

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

$$K_{\text{э}} = \frac{T_{\text{э}}}{T_{\text{к}}};$$

$$K^{\Phi}_3 = 355 / 365 = 0,973$$

2. Коефіцієнт завантаження судна $K_{\text{заг}}$ визначається на момент виходу судна з порту

$$\alpha_3 = \frac{\Sigma Q}{\Sigma D_{\text{ч}}};$$

$$\alpha^{\Phi}_3 = 46210 / 52014 = 0,955$$

3. Коефіцієнт використання вантажопідйомності (це показник якості використання тоннажу):

$$\alpha_{\text{зр.}} = \frac{\Sigma Ql}{\Sigma D_{\text{ч}}l};$$

$$\alpha^{\Phi}_{\text{гр}} = 46210 \times 1602,4 / 52014 \times 1602,4 = 0,955$$

4. Коефіцієнт ходового часу (основним показником використання судна в часі для транспортної роботи з переміщення вантажів є питома вага ходового часу в загальному часі рейсу й експлуатаційного періоду):

$$\varepsilon_x = \frac{t_x}{t_p};$$

$$\varepsilon^{\Phi}_x = 4,6 / 12,0 = 0,383$$

5. Середньодобова експлуатаційна швидкість судна в рейсі:

$$V_{\text{зр.}} = \frac{L}{t_x};$$

$$V^{\Phi}_{\text{зр.}} = 1602,4 / 4,6 = 348 \text{ миль/добу.}$$

6. Розраховуємо продуктивність 1т вантажопідйомності у валову добу експлуатації судна. Валова продуктивність 1 тонни вантажопідйомності показує нам, яку транспортну продукцію в тонно-милях дає в середньому 1т вантажопідйомності за добу експлуатації. Це комплексний показник якості використання палива.

$$\mu_6 = \alpha_{\text{зр.}} \cdot V_{\text{зр.}} \cdot \varepsilon_x$$

$$\mu^{\Phi}_6 = 0,955 \times 348 \times 0,383 = 127,2862 \text{ т-миль/тнж-дів.}$$

7. Розрахуємо валову прибутковість одних судно-дів у нашому рейсі:

$$\mu_6 = \frac{\Pi}{t_p};$$

$$\mu^{\Phi}_6 = 1297987 / 12,0 = 120331 \text{ \$/дів.}$$

8. Рівень прибутковості в рейсі:

$$PP = \frac{\Sigma F}{\Sigma R};$$

$$PP = 2235083 / 791115 = 2,83$$

9. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

$$S_T = \Sigma R / \Sigma Q,$$

$$S_T^{\Phi} = 791115 / 49668,5 = 16,91 \text{ \$/т.}$$

10. Собівартість змісту судна в добу експлуатації за виконаний рейс в американських доларах

$$S_{c-c} = \Sigma R / t_p \text{ \$/діб}$$

$$S_{c-c}^{\Phi} = 791115 / 12,0 = 65926 \text{ \$/діб.}$$

Таблиця 6.2 - Кількісні і якісні показники виконаного рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Валовий дохід	F	\$	2235083
2	Затрати загальні	R	\$	791115
3	Прибуток	Π	\$	1443968
4	Коефіцієнт ходового часу	ϵ_x		0,383
5	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	милі/доб	348
6	Дохідність судна	μ	\$/ доб	120331
7	Рівень дохідності	PF		2,83
8	Собівартість перевезення 1 т вантажу	S_T	\$/т	15,73
9	Собівартість 1 т-милі	S_{T-M}	\$/т-м	0,0013050
10	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	S_{C-C}	\$/доб.	65926

За підсумками виконаних розрахунків, представлених у таблиці 6.2, можна зробити висновок, що рейс виявився економічно ефективним.

Рентабельність склала 2,66, а чистий прибуток за рейс становить 1 297 987 доларів США. Таким чином, експлуатація «GAZ IMPERIAL» на даному маршруті є доцільною.

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)

Суховантаж "BARZAN" стоїть на якорі в зовнішньому рейді порту Кальяо (Перу). Надійшло повідомлення про теракт в порту біля причалу № 6: в результаті вибуху на танкері-хімовозі був пошкоджений вантажний контейнер зі зрідженим сірчистим ангідридом. Розвиток надзвичайної ситуації призвів до розливу скрапленого газу, який є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). Кількість розлитого СДОР - 10 т. характер розливу - "вільний". На території порту оголошено терористичну загрозу. Метеорологічні умови на момент аварії: час доби - день, 16.00, температура повітря 30°, швидкість вітру 5 м/с, вітер - зустрічний, суцільна хмарність. Відстань до аварійного танкеру - хімовозу 3 км. Місцевість відкрита, характер - водна поверхня. Виконати оперативний прогноз хімічної обстановки на час через 1 годину після аварії. Запропонувати заходи по зменшенню можливих втрат серед екіпажу судна.

Розподілити обов'язки та відповідальність щодо забезпечення охорони судна.

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 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 $Q_{\Sigma 1}$ (т) речовини у первинній хмарі

$$Q_{\Sigma 1} = 0 \text{ т.}$$

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

Площа розливу S_p (м²) сірковуглецю дорівнює:

$$S_p = \frac{V_p}{h} = \frac{Q_o / \rho}{h} = \frac{10 / 1,462}{0,05} = 136,8 \text{ м}^2$$

де: V_p – об'єм сірчистого ангідриду, що розлився, м³; $Q_o = 10$ т – кількість сірчистого ангідриду, що розлився при аварії; $\rho = 1,462$ т/м³ – щільність

сірчистого ангідриду (табл. 7.2); $h = 0,05$ м – товщина шару сірчистого ангідриду (для характеру розливу – «вільно»).

Таблиця 7.2 - Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найменування СДОР	Щільність СДОР, т/ м ³		Температура кипіння, °С	Порогова токсодоза, мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів							
	Газ	Рідина			К1	К2	К3	К7 для температури повітря (°С)				
								-40	-20	0	30	40
Сірчистий Ангідрид	0,0029	1,462	-10,0	1,8	0,11	0,049	0,333	0	0	0,3	1,3	1,7
								0,2	0,5	1	1	1

Примітка. У таблиці наведені значення К для вторинної хмари, тобто

$$K = K_{II}$$

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 Т (год.) сірчистого ангідриду:

$$T = \frac{h \cdot \rho}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{II}} + \frac{1}{K_M \cdot v_{II}} = \frac{0,05 \cdot 1,558}{0,052 \cdot 2,67 \cdot 1} + \frac{1}{1 \cdot 35} = 0,52$$

де: $K_2 = 0,049$ – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей сірчистого ангідриду (табл. 7.2); $K_4 = 2,34$ – коефіцієнт, що враховує

швидкість вітру (табл. 7.3); $K_7^{II} = \frac{1,3}{1}$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення вторинної хмари (табл. 7.2); $K_M = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари сірчастого ангідриду (табл. 7.4); $v_{II} = 29$ 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≤	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 ≤	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 сірчистого ангідриду $Q_{\text{с2}}$ (т) у вторинній хмарі:

$$Q_{\text{с2}} = (1 - K_1) \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \times K_7^{II} \times \frac{Q_0}{h \times \rho} = (1 - 0,11) \times 0,049 \times \\ \times 0,333 \times 2,34 \times 0,23 \times 1 \times \frac{1,3}{1} \times \frac{10}{0,05 \times 1,462} = 1,39 \text{ т}$$

де: $K_1 = 0,11$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (табл. 7.2); $K_3 = 0,333$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози ірчистого ангідриду (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) хмарою 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 відсутня, то для $Q_{\Sigma 1} = 0,0$ т та швидкості вітру $u = 5$ м/с глибина зони зараження буде дорівнювати: $\Gamma_1 = 0,0$ км.

Для $Q_{\Sigma 2} = 1$ т та швидкості вітру $u = 5$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою сірчистого ангідриду:

$$\Gamma_2 = 1,68 \text{ км.}$$

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \times \Gamma'' = 1,68 + 0,5 \times 0,0 = 1,68 \text{ км,}$$

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

Визначаємо гранично можливе значення глибини перенесення повітряних мас Γ_{Π} (км):

$$\Gamma_{\Pi} = N \times v_{\Pi} = 1 \times 29 = 29 \text{ км}$$

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

$$\Gamma = \min \begin{Bmatrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{Bmatrix} = 1,68$$

Визначаємо площу зони можливого зараження S_B (км²) хмарою сірчистого ангідриду:

$$S_B = \pi \times \Gamma^2 \times \frac{\varphi}{360^\circ} = 3,14 \times 1,68^2 \times \frac{35^\circ}{360^\circ} = 0,86 \text{ км}^2$$

де: $\Gamma = 1,68$ км – розрахункова глибина зони зараження; $\varphi = 45^\circ$ - 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_f (км²):

$$S_f = K_8 \times \Gamma^2 \times N^{0,2} = 0,133 \times 1,68^2 \times 1^{0,2} = 0,38 \text{ км}^2$$

де: $K_8 = 0,133$ – коефіцієнт, що залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря – ізо- термії (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 $\varphi = 45^0$ (табл. 7.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 1,68$ км. Центр сектора співпадає з джерелом зараження – місцем розливу сірчистого ангідриду. 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):

$$\Gamma_1 = \lambda \times K_m \times \left(\frac{Q_3}{D_t}\right)^{\Psi} = 1,34 \times 1 \times \left(\frac{1}{6}\right)^{0,542} = 0,51 \text{ км}$$

де: $\lambda = 1,34$; $\Psi = 0,542$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (табл. 7.8); $Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0,0 + 1,0 = 1,0$ т – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару; $D_t = 6$ мг.хв/л – летальна токсодоза для хлору.

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

Коефіцієнти	Швидкість вітру (u), м/с							
	1 и 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 $\Gamma_{0,4}$ (км):

$$\Gamma_{0,4} = \lambda \times K_m \times \left(\frac{Q_3}{D_{0,4}} \right)^{\Psi} = 1,34 \times 1 \times \left(\frac{1}{2,4} \right)^{0,542} = 0,83 \text{ км}$$

де: $D_{0,4} = 0,4 \times D_t = 0,4 \times 6 = 2,4$ мг.хв/л – значення токсодози, що відповідає 40% летальної токсодози для хлору.

Розраховуємо глибину зони уражень середньої важкості $\Gamma_{0,2}$ (км):

$$\Gamma_{0,2} = \lambda \times K_m \times \left(\frac{Q_3}{D_{0,2}} \right)^{\Psi} = 1,34 \times 1 \times \left(\frac{1}{1,2} \right)^{0,542} = 1,21 \text{ км}$$

де: $D_{0,2} = 0,2 \times D_t = 0,2 \times 6 = 1,2$ мг.хв/л – значення токсодози, що відповідає 20% летальної токсодози для хлору.

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 1,68$ км.

6) Визначення часу підходу зараженого повітря до об'єкту (до надбудови судна)

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

$$t = \frac{x}{K_m \times v_{\Pi}} = \frac{3}{1 \times 29} = 0,10 \text{ год} = 6 \text{ хв}$$

де: $x = 3$ 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 зрідженого сірчистого ангідриду на танкері-хімовозі показала, що хмара зараженого повітря досягне межі житлової надбудови судна, де укритися екіпаж, через 6 хв. Не зважаючи на утворення зони хімічного

зараження, приміщення надбудови судна, де знаходиться екіпаж судна, навіть не потрапляють в зону легких уражень, що у свою чергу гарантує мінімальний ризик для життя членів екіпажу. Це значною мірою збільшує можливість проведення ефективних заходів по ліквідації наслідків розливу сірчистого ангідриду.

При досить швидкому підході зараженого повітря до житлової надбудови дія вражаючих концентрацій хмари може тривати не більше 35-ти хвилин. Сильна сила вітру (5 м/с) забезпечує збереження вражаючих концентрацій на глибині до 1,68 км.

Для зменшення людських втрат пропонується виконати наступні заходи:

- як найскоріше 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 і 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, відповідальному 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.

ВИСНОВОК

Дипломну роботу присвячено плануванню та забезпеченню економічного й безпечного переходу судна з порту Руваіс до порту Нью-Мангалур.

На основі Catalogue of Admiralty Charts and Publications NP 131 здійснено підбір необхідних навігаційних карт, довідників і посібників, що використовуються для коректного прокладання маршруту. У роботі виконано розрахунок курсів, визначено характеристики плавання на окремих ділянках, а також проаналізовано природну освітленість уздовж усього переходу з метою оцінки умов видимості.

Вантажі були оптимально розміщені в танках відповідно до їхніх характеристик, після чого проведено розрахунок та перевірку статичної остійності відповідно до вимог Міжнародної морської організації.

Додатково виконано аналіз подовжньої міцності корпусу судна, результати якого підтвердили, що протягом усього рейсу конструкційна міцність судна не порушується.

Окрім технічних розрахунків, проведено визначення основних економічних показників роботи судна як за окремий рейс, так і за експлуатаційний період, а також здійснено їх порівняльний аналіз, що дозволяє оцінити ефективність використання судна в різних умовах експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки для виконання магістерської роботи / Укл. І.І. Ворохобін та ін. – Одеса: НУ «ОМА», 2023. – 96 с.
2. Алексишин В.Г. Практическое судовождение. / Алексишин В.Г., Долгочуб В.Т. – Одесса: Феникс- Одесская национальная морская академия, 2006. — 376 с.
3. Резолюція ІМО А.893 (21) –1999 «Руководство по планированию рейса».
4. Рекомендации по организации штурманской службы на морских судах Украины (РШСУ-98).—Одесса: ЮжНИИМФ, 1998.—111с.
5. Bridge Procedure Guide. - International chamber of shipping. 1998 p.
6. International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, 1978/95 (STCW-78/95)
7. Николаева Л. Л. Коммерческая эксплуатация судна: учебн. [для студ. высш. учебн. зав.] / Л. Л Николаева. – Одесса: Феникс, 2006. – 754 с.
8. Савчук В. Д. Технологія перевезення вантажів : підруч. / В. Д. Савчук. – Одеса: ВидавІнформ, 2008. – 335 с.
9. International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk (International Grain Code). – London: International Maritime Organization, 1991. – 35 p.
10. Правила класифікації та побудови морських суден. В 5-ти т. Том 2. – Київ: Регістр судноплавства України, 2014.
11. Сизов В.Г. Теория корабля: Учебник. Издание 4-е., переработанное и дополненное. – Одесса: Фенікс, 2008. – 464 с.
12. Code on Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments. Resolution A.267(85). -London: International Maritime Organization, 2008. - 109 с.
13. Регістр Судноплавства України. Правила класифікації та побудови морських суден.: У 5-ти т. Том 2. - Київ: Регістр судноплавства України, 2016.
14. Астапенко П.Д. Вопросы о погоде – Гидрометеоиздат, 1982 – 240 с.
15. Мальцев А. С. Маневрирование судов при расхождении. Учебное пособие - Одесса: Морской тренажерный центр, 2002. 208 с.

16. Дёмин С.И. Вопросы управления морского судна. - Москва.: Рекламинформбюро, 1975.-75с.
17. <https://unctad.org/en/pages/> - Review of Maritime Transport 2023
18. Винников В.В. Экономика предприятия морского транспорта (экономика морских перевозок): - 3 изд., перераб. доп. – О.: Феникс, 2011. – 944 с.
19. 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.
20. Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи. – Одеса: НУ «ОМА», 2017, с. 20.
21. Колегаев М. А., Иванов Б.Н., Басанец Н.Г. Безопасность жизнедеятельности и выживание на море: учебное пособие - О., 2007. - 352 с.
22. Міжнародна конвенція МАРПОЛ-73/78. - ІМО, 2014. - 143 с.
23. Конвенція з охорони людського життя на морі 1974 г. (SOLAS-74)
24. International Guide for Oil Tankers and Terminals - ІМО, 2020 - 486 с.
25. International Code for Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gas in Bulk - ІМО, 2024 - 200 с.