

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

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра Судноводіння

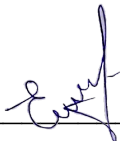
ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА

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

Цекової Олени Сергіївни

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи: «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна
«МН PERSEUS» за маршрутом Волфіш-Бей (Walvis Bay) – Порт-Кланг (Port
Klang)

Підпис магістранта  _____

Завідуючий кафедрою _____

Керівник _____

Рецензент _____

Нормоконтроль _____

м. Одеса
2025 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут навігації

кафедра Судноводіння

спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Завідуючий кафедрою

_____ 20__ р

З А В Д А Н Н Я

по дипломній роботі магістранта

Цекової Олени Сергіївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «МН PERSEUS» за маршрутом Волфіш-Бей (Walvis Bay) – Порт-Кланг (Port Klang)»
затверджена наказом по академії від " ____ " _____ 20__ р. № _____
2. Строк здачі курсантом закінченої роботи ____ " ____ " _____ 20__ року
3. Вхідні дані до роботи:
Ворохобін та ін. Методичні вказівки до виконання магістерської роботи
Ship's particulars, Trim and Stability Booklet
Nautical Publications
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
Забезпечення безпеки судноводіння в зонах підвищеної грозової активності
5. Перелік графічного матеріалу:
Wheelhouse Poster
Графічний план переходу
Вантажний план судна
Діаграми статичної остійності на відхід та на прихід

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

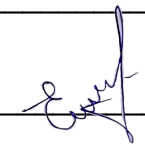
Розділ (визначається кафедрою)	ПІБ консультанта	Підпис і дата
1. Характеристики судна	Фусар І.Ю.	
2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	Фусар І.Ю.	
3. Обробка та розміщення вантажів	Фусар І.Ю.	
4. Оцінка морехідних якостей судна	Фусар І.Ю.	
5. Забезпечення безпеки судноводіння в зонах підвищеної грозової активності	Фусар І.Ю.	
6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі	Фусар І.Ю.	
7. Охоронні заходи та цивільна оборона на судні	Фусар І.Ю.	

7. Календарний план дипломної роботи магістранта

№ п/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Вступ. Характеристики судна	Вересень 2025	
	Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	Жовтень 2025	
	Обробка та розміщення вантажів	Жовтень 2025	
	Оцінка морехідних якостей судна	Жовтень 2025	
	Забезпечення безпеки судноводіння в зонах підвищеної грозової активності	Листопад 2025	
	Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі	Листопад 2025	
	Охоронні заходи та цивільна оборона на судні. Висновки	Грудень 2025	

8. Дата видачі завдання _____

Керівник _____

Завдання до виконання прийняв  _____

Магістерська робота містить 133 с., 47 використаних джерел.

В магістерській роботі виконано комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу т/х «МН PERSEUS» за маршрутом Волфіш-Бей (Walvis Bay) – Порт-Кланг (Port Klang). Вантаж – 2867 контейнери.

В роботі проведено аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу. Було розраховано кількість вантажу, запасів для здійснення безпечного переходу. Зроблено аналіз забезпечення безпеки судноводіння в зонах підвищеної грозової активності.

Проведено аналіз та розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі.

Додатково розглянуто тему по охороні праці і навколишнього середовища та безпеки і охорони на морі.

Ключові слова: безпека судноплавства, сучасні засоби навігаційного обладнання, оцінка морехідних якостей судна.

The master's thesis consists of 133 pages and 47 references.

The thesis presents a comprehensive study and analysis of the passage stages of the **m/v "MH PERSEUS"** along the **Walvis Bay – Port Klang** route. The cargo consists of 2,867 containers.

The work includes the analysis, assessment, and planning of the navigational passage. Calculations regarding the cargo quantity and necessary supplies for ensuring a safe passage were performed. An analysis of navigation safety assurance in areas of high thunderstorm activity was conducted.

The economic performance indicators of the vessel during the voyage were analyzed and calculated.

Additionally, issues of occupational health, environmental protection, and maritime safety and security were examined.

Keywords: safety of navigation, modern navigational equipment, assessment of vessel seaworthiness.

ЗМІСТ

Вступ	7
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА	8
1.1 Загальні відомості і головні розміри судна	8
1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна	10
1.3 Маневрені характеристики	12
1.4 Навігаційне обладнання	14
1.5 Забезпечення непотоплюваності	15
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ	16
2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу	16
2.2 Оцінка запланованого переходу	16
2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході	19
2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації	21
2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні	23
2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання	29
2.3.1 Розрахунок ортодромії	29
2.3.2 Складання маршрутних листів	32
2.3.3 Графічний план переходу	33
2.3.4 Розрахунок природної освітленості	33
2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів	35
2.4 Висновки	37
РОЗДІЛ 3. ОБРОБКА І РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖУ	38
3.1 Транспортні характеристики вантажів	38
3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів	43
3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна	49
3.4 Складання вантажного плану	53
3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу	53
РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА	56
4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна	56
4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності	61
4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації	64
4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності	65
4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності	67

4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності	71
4.7 Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу	72
РОЗДІЛ 5. БЕЗПЕКА СУДНОВОДІННЯ В ЗОНАХ ГРОЗОВОЇ АКТИВНОСТІ	75
5.1 Природа електричних явищ атмосфери та їх небезпека	75
5.2 Аналіз просторового розподілення електричної активності атмосфери	95
5.3 Рекомендації щодо підвищення безпеки судноплавства	103
РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ	108
6.1 Морські вантажні контейнерні перевезення сьогодні	108
6.2 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна	110
6.3 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу	118
РОЗДІЛ 7. ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ	120
Висновки	129
Список використаних джерел	130

ВСТУП

Актуальність теми. Забезпечення безпеки судноплавства є одним із найважливіших завдань водного транспорту на сьогодні. Це набуває особливого значення під час таких операцій, як причалювання, швартування, заходження в шлюз або док, проходження вузькими фарватерами та плавання у складних умовах.

Аварійні ситуації на водному транспорті несуть значні ризики: загрозу людським життям, псування гідротехнічних споруд, пошкодження суден і вантажів, а також забруднення навколишнього середовища.

Мета. Аналіз рейсу судна МН PERSEUS з боку навігаційної, вантажної та економічної складової безпеки мореплавства.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- Опис характеристик судна МН PERSEUS
- Аналіз, оцінка та планування переходу Волфіш-Бей– Порт-Кланг
- Аналіз та опис характеристик вантажу, необхідних нормативних документів. Розрахувати кількість вантажу, запасів для здійснення безпечного переходу.
- Оцінка морехідних якостей судна.
- Забезпечення безпеки судноводіння в зонах підвищеної грозової активності.
- Аналіз та розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі.

Об'єкт дослідження – рейс судна МН PERSEUS

Предмет дослідження – опрацювання етапів рейсу судна МН PERSEUS.

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

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

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

В даному підрозділі необхідно дати основні відомості про судно у вигляді таблиці, як приведено нижче.

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

1.	Назва судна	MH PERSEUS
2.	Тип судна	Container ship
3.	Позивний сигнал судна	9V8721
4.	ІМО №	9967433
5.	MMSI №	563197900
6.	Рік і місце будівництва	2023 г., Shanghai Waigaoqiao Shipbuilding, Шанхай, Китай
7.	Клас реєстру	GL +100A5, Container ship, OG, +MC, AUT, IW, BWM, CM-PS, EP, HLP
8.	Порт приписки	Singapore
9.	Судновласник:	Dalvey Shipping Pte Ltd
10.	Менеджмент:	Eastaway Ship Management Pte Ltd (Сингапур)
11.	Довжина найбільша, (L):(м):	256,06
12.	Довжина між перпендикулярами, ($L_{\perp\perp}$): (м):	242,00
13.	Ширина найбільша, (B):(м):	37,40
14.	Висота борту до верхньої палуби, (H):(м):	22,10
15.	Найбільше осідання (T):(м):	$T_L=13,519$; $T_T=13,8$; $T_3=13,23$;
16.	Осадка (T) в повному вантажу і порожньому: (м):	$T_{\max}=14,05$; $T_{\min}=4,122$
17.	Водотоннажність: в повному вантажу Δ : порожньому Δ_0 :	Δ : 81982 Δ_0 : 18985
18.	Повна вантажопідйомність Δ_w :	62997
19.	Головний двигун: тип: потужність:	MAN B&W 6s80ME-C9.2 27060kWt
20.	Швидкість судна:	у вантажу – 21,5; у баласті – 22,9
21.	Гребний гвинт: кількість лопастей: діаметр та крок гвинта (мм): напрямок обертання:	Ni, Al, Bronze 5 8800 mm
22.	Тип руля и площа його пера:	напівбалансирний; 29,2(м ²)

Продовження таблиці 1.1

23.	Тип стернової машини:	Electro-Hydraulic				
24.	Режим роботи головного двигуна:	Engine order		RPM setting	Speed (kts)	
					Loaded	Ballast
		ahead	Navigation Full	78	21.5	22.9
			Full	63	17.7	18.9
			Half	52	14.6	15.7
			Slow	39	10.8	11.6
Dead slow	22		6.1	6.3		
26.	Валова реєстрова місткість (GRT):	52464				
27.	Чиста реєстрова місткість (NRT):	29347				
28.	Добова витрата палива: на ходу: Важке паливо (HFO) на стоянці: Дизельне паливо (DO)	на ходу: важке паливо(HFO) - 75 т/ доба; на стоянці: дизельне паливо(DO) – 12 т/ доба				
29.	Координати центру мас порожнього судна:	Z= 10,43 м; X= - 12,39 м				

Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району АЗ.

Таблиця 1.2 - Склад суднової радіоапаратури

№ з/п	Радіоапаратура	Функції	ВИРОБНИК	Модель	К-ть
1	УКВ	Радіотелефонія ЦИВ	JRC DEBEG SAILOR	NCE - 2211 3817 RT - 2048	4
2	ПВ/КВ	Радіотелефонія ЦИВ	FURUNO DEBEG	FD1562 - 25 3818	2
3	Портативна аварійна УКВ	Радіотелефонія	SAILOR	SP - 3110	3
4	Inmarsat - C	Телекс	SAILOR	H - 2095B H - 2095B	2
5	MINI M	Супут. телефон Інтернет(e - mail) Факс	NERA SHARP	MOBIQ UX - 104	1
6	SHIP SECURITY ALERT SYSTEM	Суднова система сигналізації про піратські атаки	SATA - MATICS	A008Y01	1
7	NAVTEX	Радіотелекс Прийом навіг.повідомлень	JRC	NCR-333	1
8	EPIRB	Сигнал лиха	SANGYUN ENC. CO.LTD	SEP - 406	1
9	SART	РЛС відповідач Зсм-діапазону	JORTON	TRON	2

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна

В даному підрозділі приводимо схематичний план бокового вигляду судна з розташуванням приміщень для вантажів і запасів Рис.1.1.

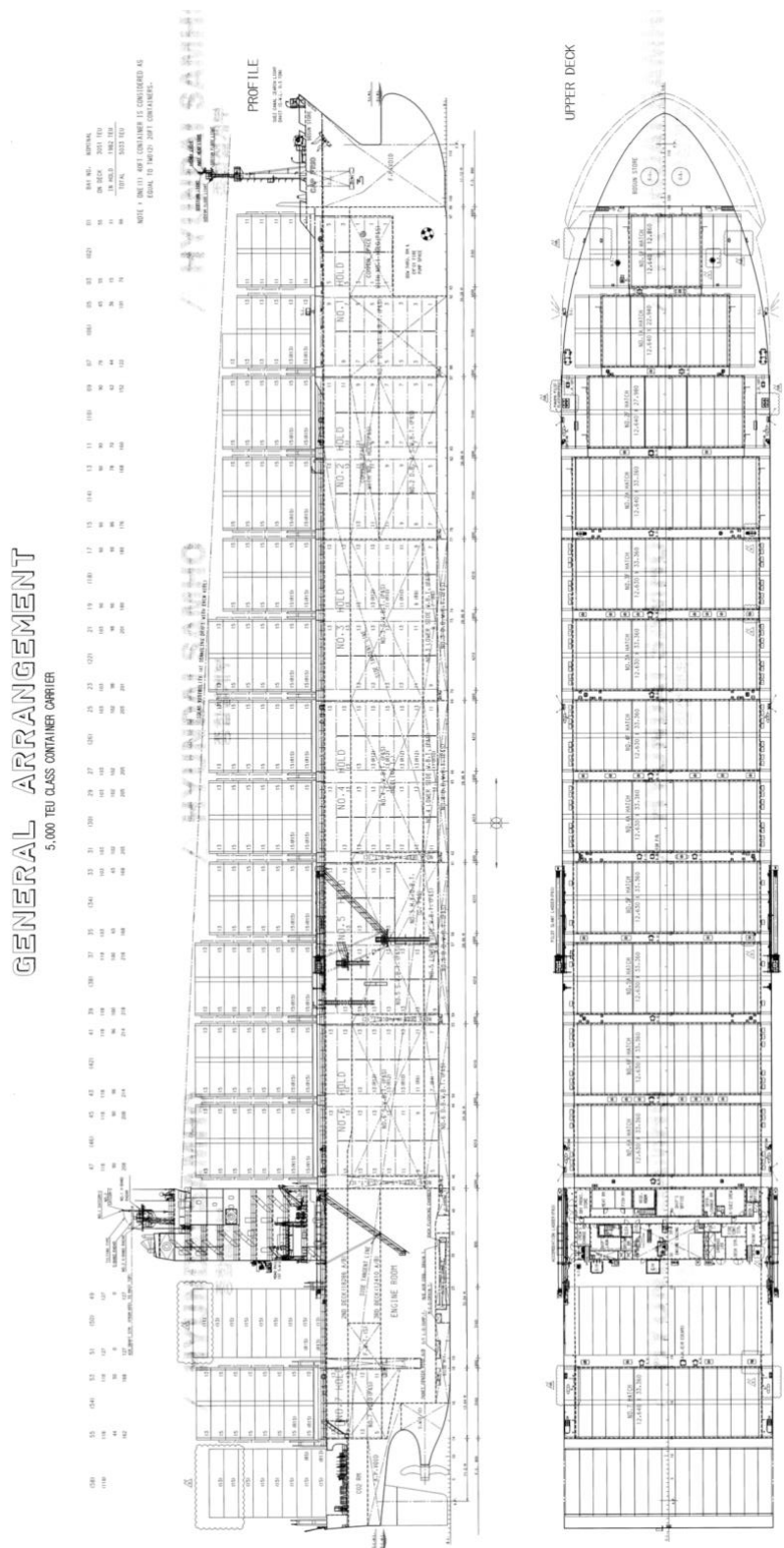


Рисунок 1.1 - Схематичне креслення судна

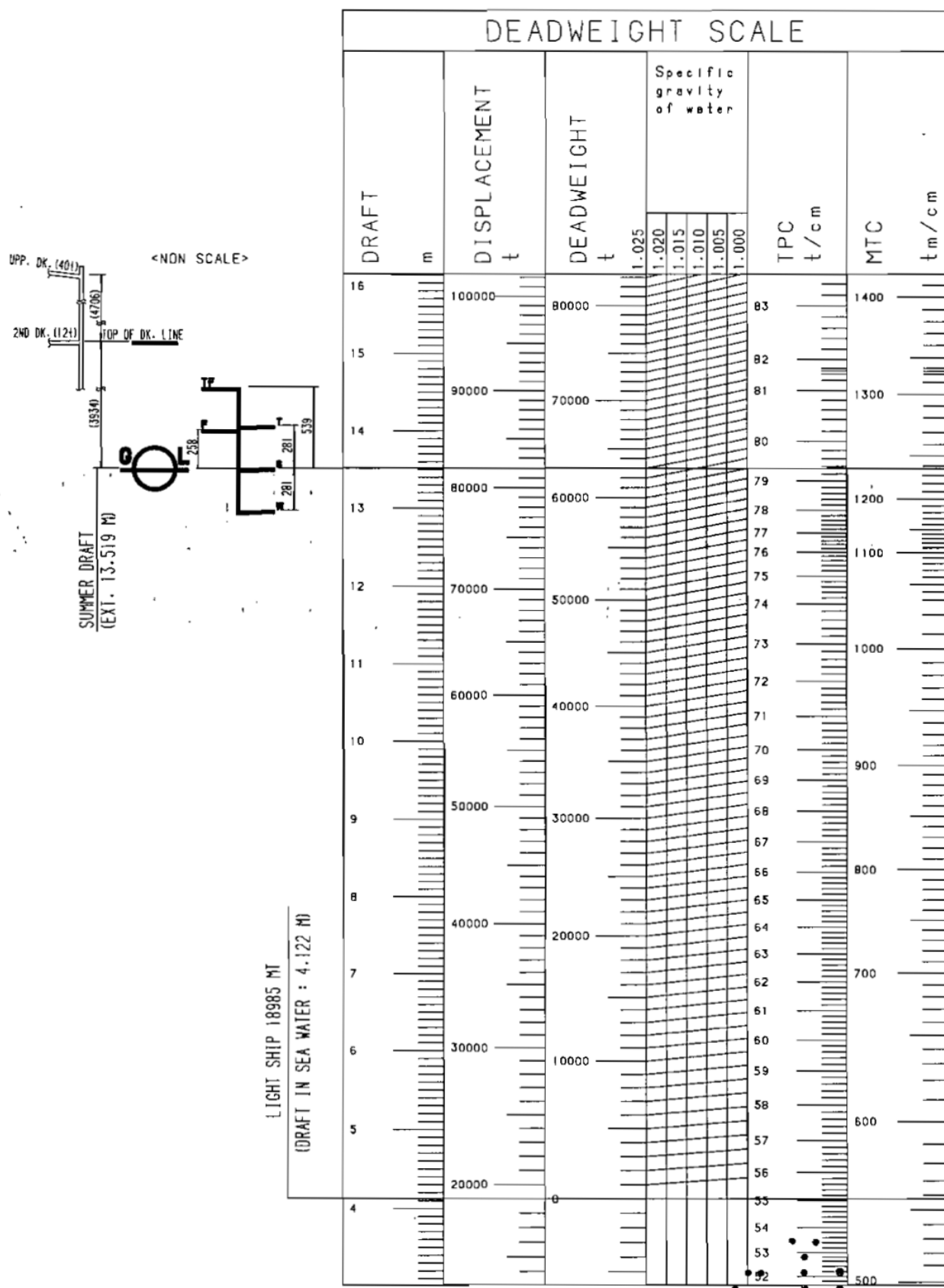


Рисунок 1.2 - Вантажна шкала судна

Рисунок 1.3 – Wheelhouse Poster

Pilot Card

SHIP'S PARTICULARS

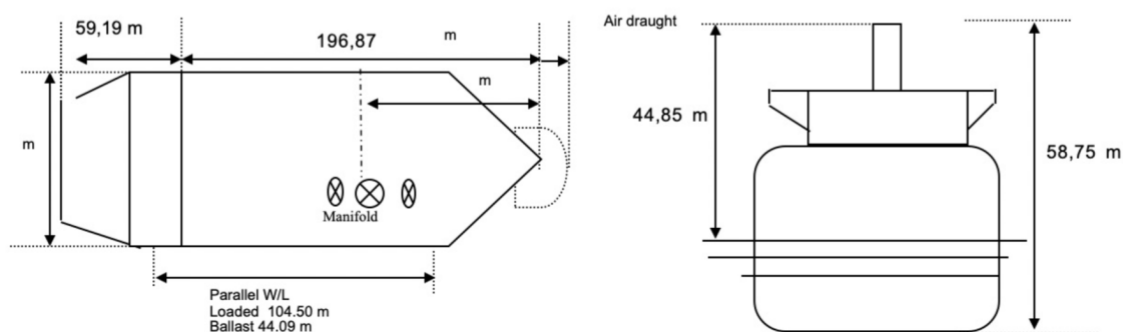
Name : MH PERSEUS Call sign : 9V8721

Displacement : 83030 (Tonnes) Deadweight 64045 (Tonnes) Year Built : 2012

Length OA 256,06 (m) Breadth 37,4 (m) Bulbous bow: Yes

Draught fwd 13,9 (m) Draught aft 13,9 (m) Draught amidships 13,9 (m)

Port anchor 13 (shackles) Stbd anchor 13 (shackles) (1 shackles=27.4m/15 fathoms)



ENGINE

Type of engine : Hyundai - MAN BW DIESEL, 6S80ME-C9.2 Maximum power 27060 (kw) 36802 (hp)

	rpm/pitch	loaded speed (kts)	ballast speed (kts)
Full ahead	63	17.7	18.9
Half ahead	52	14.6	15.7
Slow ahead	39	10.8	11.6
Dead slow ahead	22	6.3	6.3
Dead slow astern	22		
Slow astern	39		
Half astern	52		
Full astern	62		(% of full ahead power) 40

Engine Critical rpm 25 - 32 Maximum number of consecutive starts 21

Time full ahead to full astern 310 (sec) Time limit astern NIL (min)

Рисунок 1.4 – Pilot Card

1.4 Навігаційне обладнання

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

Таблиця 1.3 – Технічні засоби навігації

Прилад Система	Тип Марка	К-ть
Магнітний компас	TOKIMEC SH-165A1	2
Гірокомпас(ГК)	TOKIMEC TG-8000	1
Радіолокатор(САРП)	JRC JMA 9932 6XA	2
Ехолот	JRC JFE - 582	1
Лаг	TOKIMEC TD-310	1
ПІ СНС	TRIMBLE NAVTRAC - XL / PHILIPS AP NAVIGATOR	2
DGPS	JRC JLR-7700MK2	2
ECDIS	TRANSAS NS-4000FD	2

Таблиця 1.4 - Точностні характеристики технічних засобів навігації

Тип марка ТЗН	Вимірювані навігаційні параметри	СКП	Модуль градієнта параметра
МК TOKIMEC SH-165A1	Пеленг	0,5°-1,5°	57,3°/Д
ГК TOKIMEC TG-8000	Пеленг	0,3°-0,5°	57,3°/Д
Радар САРП JRC JMA 9932 6XA	Пеленг	1,0°-1,5°	57,3°/Д
	Дистанція	0,1 кбт	1
	Дистанція	1 % від Д	1
	Дистанція	0,6 % від Д	1
Ехолот JRC JFE - 582	Глибина	0,2 м 1-1,5 % від Н	-
Лаг TOKIMEC TD-310	Швидкість	0,1 вуз	-

1.5 Забезпечення непотоплюваності

Для забезпечення непотоплюваності судна воно забезпечено подвійним дном.

Судно обладнане сім'ю водонепроникними відсіками.

Система осушіння є присутньою на судні в усіх трюмах, а також в машинному відділенні. Осушіння здійснюється двома насосами продуктивністю по 25мЗ, також можливе осушіння ежектором, один насос розташований в трюмах, другий в машинному відділенні. Вікатка льял робиться через сепаратор льяльних вод. Усі льяльні колодязі забезпечені сенсорними датчиками, з автоматичною видачею сигналу в ЦПУ і на місток. Льяльні води можуть відкочуватися за борт або накопичуватися у відстійному танку. Управління клапанами - гідравлічне, пульт дистанційного керування знаходиться в ЦПУ.

Баластна система служить для прийому, переміщення по судну і видалення за борт рідкого баласту. Баласт(забортна вода) приймається на судно для збільшення осідання при порожньому рейсі з метою поліпшення роботи грібних гвинтів, для вирівнювання крену або диферента, зміни остійності судна. Вага баласту, що приймається, доходить до 20% водотоннажності судна, а іноді і більше.

Як баластні місткості використовуються відсіки подвійного дна, форпик, ахтерпик і підпалубні цистерни.

Розташування баластних цистерн показане на головному кресленні судна.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

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

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

Існують чотири стадії планування безпечного переходу:

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

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

2.2 Оцінка запланованого переходу

Приведемо конкретну інформацію, що відноситься до опрацьовуваного переходу, що відповідає етапу "Passage Plan Appraisal". Для цього проведемо підбір навігаційних і допоміжних карт, посібників і публікацій на заданий

перехід по Каталогю Адміралтейських карт і публікацій (Catalogue of Admiralty Charts and Publications) щорічно видаваних Гідрографією Великобританії [6].

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

Таблиця 2.1 – Перелік карт на перехід

Cell No.	Назва карти	Дата випуску
4134	Approaches to Walvis Bay	Aug 2023
4203	Ascension Isl. And Luanda to Walvis Bay	May 2020
3859	Cape Cross to Conception Bay	Aug 2022
4204	Walvis Bay to Maputo	Feb 2023
632	Hollandsbird Island to Cape Columbine	Aug 2021
578	Cape Columbine to Cape Seal	Apr 2021
4700	Port Elizabeth to Mauritius	Apr 2022
4070	Indian Ocean – Southern Part	Dec 2017
4707	Maldives to Sumatera	May 2021
2777	Indira Point to Teluk Aru	Jun 2020
3920	Ujung Peureula to Teluk Aru	Jan 2021
3921	Teluk Aru to Kualatanjung	Aug 2022
1353	Tanjung Jamboaye to Permatang Sedepa	Aug 2023
3945	Kepulauan Sembilan to Port Klang	Mar 2022
2153	Approaches to Pelabuhan Klang	Oct 2018
5502	Mariners Routeing Guide (Malacca)	May 2021
5310	General Surface Current Distribution	2022
5102	Mooring and Manoeuvring Board	2005

Таблиця 2.2 – Перелік публікацій на перехід

NP No	Title	Edition
NP 2	Africa Pilot, Vol. 2	19th Ed. (2022)
NP 3	Africa Pilot, Vol. 3	19th Ed. (2022)
NP 39	South Indian Ocean Pilot	16th Ed. (2023)
NP 44	Malacca Strait and West Coast of Sumatera Pilot	18th Ed. (2023)
NP 77	Vol. D: Eastern Atlantic, Western Indian Ocean	Ed. 2024/2025
NP 79	Vol. F: NE Indian Ocean, South China Sea	Ed. 2024/2025
NP 281(1)	Maritime Radio Stations: Europe, Africa, Asia	Ed. 2024/2025
NP 281(2)	Maritime Radio Stations: Americas, Far East	Ed. 2024/2025
NP 282	Radio Navigational Aids & Time Signals	Ed. 2024/2025
NP 283(1)	MSI Services: Europe, Africa and Asia	Ed. 2024/2025
NP 283(2)	MSI Services: Americas, Far East	Ed. 2024/2025
NP 284	Meteorological Observation Stations	Ed. 2024/2025
NP 285	GMDSS	Ed. 2024/2025
NP 286(3)	Pilot Services, VTS: Mediterranean and Africa	Ed. 2024/2025
NP 286(4)	Pilot Services, VTS: Asia and Australasia	Ed. 2024/2025
NP 288	Satellite Navigation Systems	Ed. 2024/2025
NP 202	Vol. 2: Europe, Med, Atlantic Ocean	Ed. 2025
NP 203	Vol. 3: Indian Ocean and South China Sea	Ed. 2025
NP 314-26	Nautical Almanac 2025	Ed. 2025
NP 100	The Mariners Handbook	14th Ed. (2024)
NP 136	Ocean Passages for the World, Vol 1 & 2	Ed. 2023
NP 131	Catalogue of Admiralty Charts and Publications	Ed. 2025
NP 735	IALA Maritime Buoyage System	8th Ed. (2018)
NP 5011	Symbols and Abbreviations used on Charts	8th Ed. (2023)
—	Ports Guide (IHS / Lloyd's)	Ed. 2024/2025

2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

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

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

Таблиця 2.3 - Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

N з/п	Радіо станція	Позначення і межі карти	Зміст передачі	Час передачі
1	Cape Naval	ASXX 1:20 000 000 0° 020°W; 0° 70°E 60°S 50°W; 60°S 90°E	Surface Analysis	0500(00) 1030(06) 1530(12) 2230(18)

Продовження таблиці 2.3

2	Beijing	A1 1:30 000 000 N Hemisphere F 1:20 000 000 43°N 41°E; 20°N 160E° 5°S 33°E; 4°S 130E°	36&48 hour surface prognosis 48 hour surface prognosis	0134(12) 0428(18)
---	---------	--	---	----------------------

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

Таблиця 2.4 - Райони NAVAREA, станції NAVTEX на переході

N з/п	Ділянка переходу	Район NAVAREA	Станції NAVTEX	Координатор NAVAREA
1	Південна Африка	VII	Cape Town [C] Port Elizabeth [I]	South Africa
2	Малаккська протока	XI	Penang [U]	Malaysia

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

Таблиця 2.5 - Зв'язок на переході

N п/п	Станція	Спосіб Зв'язку	Канали, частоти	Примітка
1	Walvis Bay Pilots and Port	VHF	12; 16	Approach, berthing, unberthing. Cargo Operations
2	Port Klang Pilots and Port	VHF	16; 12;	Call sign, name of ship, IMO number, Next port of Call, ETA, LOA, Draught Ch 12: Port Control / Pilot requests. Call "Klang VTS" 2 hrs before arrival.

Таблиця 2.6 – СУРС по маршруту переходу

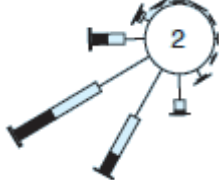
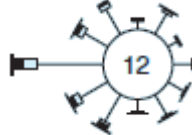
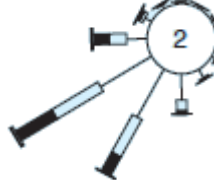
№	Traffic separation scheme	Station	VHF	Reporting point description
1	Malacca Strait	VTIS STRAITREP (Klang VTS) sector 5-6	88, 16	Reporting system area H24, Mandatory report

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

2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

Аналіз гідрометеорологічних умов по маршруту плавання виконується за період (місяць) переходу, що проробляється. Для цього використовуються середні багаторічні дані, які наведені в Атласах океанів, кліматологічних, гідрографічних і океанографічних посібниках, Pilot Chart (Інтернет-сайт www.passageweather.com). Для опису гідрометеорологічних умов необхідно перехід розбити на ділянки (три і більше) в залежності від відстані між портами. Необхідні данні вносимо в таблиці 2.7, 2.8.

Таблиця 2.7. - Атмосферний тиск і розшифровка «роз вітрів»

Характеристики за ділянками	Дурбан			Індійський океан			Порт Кланг		
Атмосферний тиск, гПа	1018			1016			1010		
Вітер									
Направлення вітру	Повторюваність вітру, %			Повторюваність вітру, %			Повторюваність вітру, %		
	Сумарна	11-15 м/с	>16 м/с	Сумарна	11-15 м/с	>16 м/с	Сумарна	11-15 м/с	>16 м/с
N	4	-	-	1	-	-	4	-	-
NE	7	-	2	4	-	-	7	-	2
E	7	-	-	3	-	-	7	-	-
SE	14	-	-	4	-	-	14	-	-
S	25	1	-	2	-	-	25	1	-
SW	24	1	-	26	5	1	24	1	-
W	10	2	-	38	9	1	10	2	-
NW	5	-	-	22	7	1	5	-	-
Результуючий вітер	направлення, у румбах		SW	направлення, у румбах		W	направлення, у румбах		SW
	швидкість, м/с		6	швидкість, м/с		7	швидкість, м/с		6
Максимальна швидкість вітру, м/с	спостережена		12	спостережена		12	спостережена		7
	розрахункова		11	розрахункова		11	розрахункова		10
Повторюваність штилів, %	50			55			65		

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

Характеристики за ділянками		Дурбан	Індійський океан	Порт Кланг
Температура повітря, °C		20	28	33
Температура води, °C		14	20	27
Відносна вологість, %		73	78	82
Повторюваність туманів, %		1	1	1
Видимість менше 2 міль		-	-	1
Хмарність, бали		4	5	5
Солоність води, ‰		37	35	35
Щільність води, г/см ³ (або кг/м ³)		1,024	1.025	1.025
Постійні течії	назва	-	Екваторіальне	
	термодинамічна характеристика	тепле	тепле	тепле
	направлення	NE	E	SE
	швидкість, вузл.	1-2	1	1-2
	стійкість	50-75	50	50-75
Швидкість припливних течій, вузл.		0,5	0,5	1
Висота хвиль, м	середня	3	3	3
	максимальна	8	6	6
Період хвиль, с		8	7	7

2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибрежному плаванні

Порт Волфіш Бей обладнаний у південно-східного берега бухти Волфіш Бей проти міста Волфіш Бей. У порту є гавань, набережна Хофмейер і кілька пірсів, що належать рибозаводам.

До акваторії порту відноситься вся акваторія бухти Волфіш Бей.

Помітні пункти. У порту Волфіш Бей помітні: будівля холодильника з вежею і трубою, розташоване біля північно-східного кінця набережної Хофмейер; рибальська науково-дослідницька станція, розташована в 6 кбт. до NE від будівлі холодильника; шпиль католицької церкви заввишки 33,5 м з освітленим хрестом в 4 кбт. до SE від будівлі холодильника

Лоцманська проводка при вході в порт Волфіш Бей, при виході з нього, а також для пересування на його акваторії обов'язкова.

Лоцмана зустрічають судна поблизу буя Феруей, виставленого до N від входу в поглиблений канал, що веде в порт.

У порту Волфіш Бей є два морських буксира з рятувальним і протипожежним обладнанням і один портовий буксир. Крім того, тут є чотири ліхтера вантажопідйомністю по 400 т і кілька кранів.

У порту можна зробити невеликий ремонт. У порту є елінг, розташований в 1,3 кбт. до NY від північно-східного краю набережній Хофмейер.

Постачання. У порту, якщо попередньо подати заявку, можна поповнити запаси рідкого палива і води; причому прийом води з набережної проводиться зі швидкістю 15 т на годину, а з водоналивний судна 30 т на годину. У порту також можна отримати в обмеженій кількості свіже та морожене м'ясо, рибу, лід і інше продовольство.

Необхідні документи на прихід / відхід:

1. Cargo stowage plan – 3 шт.
2. Cargo manifest – 8 шт.
3. Hatch list – 3 шт.
4. Hazardous and Dangerous Cargo declaration – 8 шт.
5. Crew List – 5 шт.
6. Passenger List – 5 шт.
7. Last port clearance – 1 шт.
8. Ship's Registry – 1 шт.

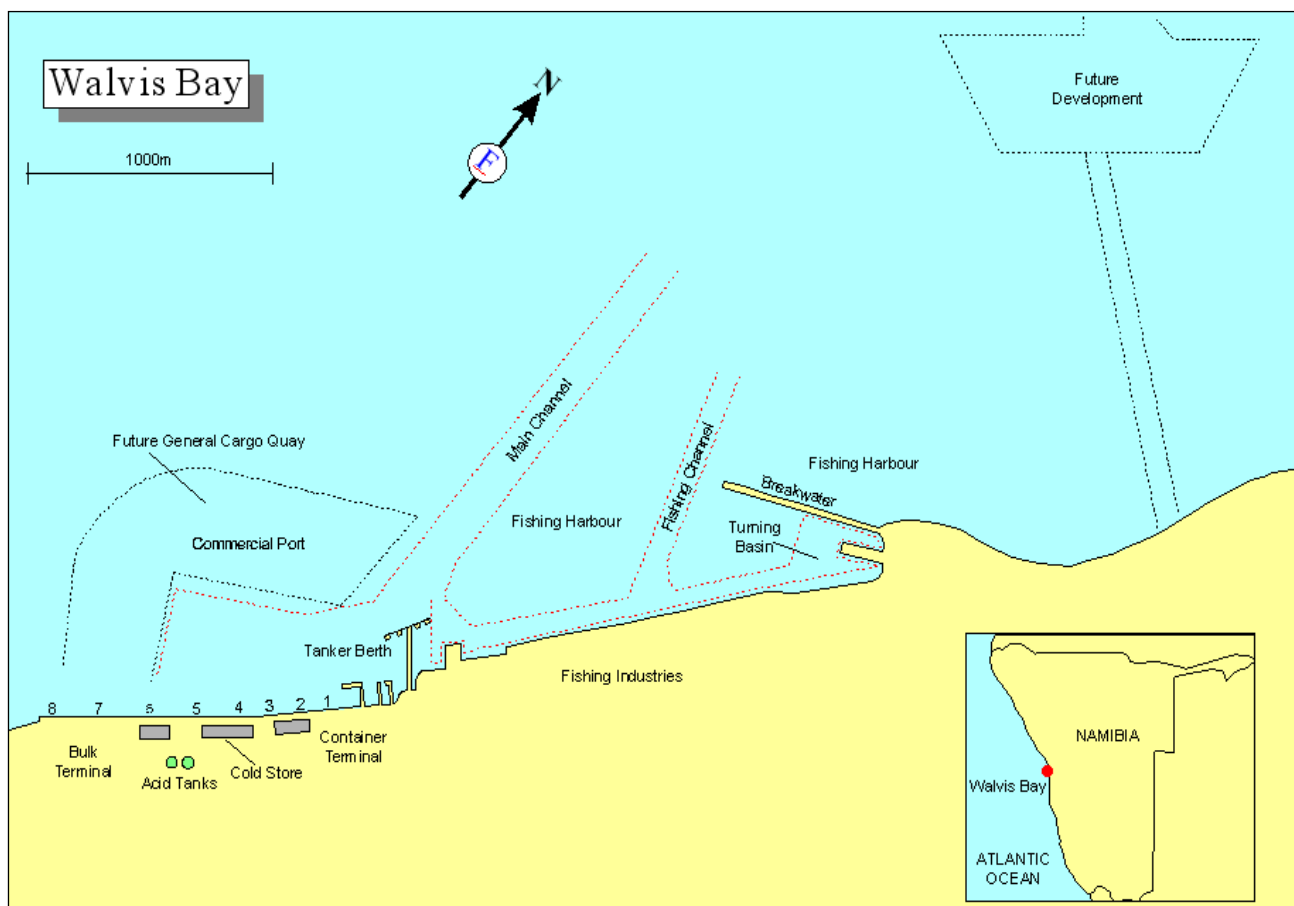


Рисунок 2.1 - План порта Волфіш Бей

Порт Кланг (Port Klang)

Географічне положення та навігація

Межі порту визначені: на півночі - по паралелі $03^{\circ} 07' \text{ пн. ш.}$.; на заході – з меридіану $101^{\circ} 22' \text{ східної довготи. д.}$; на півдні - по паралелі $02^{\circ} 50' \text{ пн. ш.}$ і на сході - по меридіану $101^{\circ} 26' \text{ східної довготи. д.}$

Припливна течія спрямована на південь, відпливна — на північ. На якірних місцях припливні та відпливні течії під час сизигії сягають 2–3 вузлів. До порту можуть заходити судна з осадкою до 11,3 м. Глибина Північного підхідного каналу становить 11,5 м; Південного — 10,5 м.

Причали та обладнання

Пірс Світтенгем (Swettenham Pier) розташований за 1,5 кабельтових на південь від маяка Форт. На пірсі є 2 причали довжиною по 365 м, з глибиною біля стінки 9,7 м.

Причали біля мису Баттерворт (Butterworth) можуть прийняти до 6 великих суден з осадкою до 11 м. Причали № 5 та № 6 призначені для обробки контейнерів та суден-ролкерів (Ro-Ro).

Причал для обробки наливних вантажів має довжину 146 м і глибину біля стінки 10 м. Порт має сучасне обладнання для обробки 6-ти та 12-метрових контейнерів. Причал для обробки контейнерів та суден-ролкерів має довжину 159,4 м і обладнаний 35-тонним краном для перевантаження контейнерів. Ширина рампи для обробки ролкерів становить 8,2 м.

Інформація про прихід та зв'язок

Зв'язок з лоцманським судном, буксирами та диспетчерською порту (VTS) здійснюється на **каналі 12 УКХ**.

Порядок подання нотисів ETA (Expected Time of Arrival): Бригади стивідорів замовляються не пізніше ніж за 12 годин до прибуття. Остаточний нотис подається за 3 години до підходу до лоцманської станції.

При проходженні в порт Північним підхідним каналом повідомлення надсилається на відповідну адресу (VTS). Зв'язок з лоцманською службою може також здійснюватися через телефонний комутатор Кланг (Klang) на каналі 16 УКХ. Місцевий номер телефону: 63313.

Митні та карантинні правила

Необхідні документи:

Відомості про пасажирів за встановленою формою;

Суднова роль (Crew List);

Список пасажирів;

Свідоцтво про митне очищення з останнього порту заходу;

Санітарна декларація;

Міжнародний санітарний сертифікат для пасажирів і членів екіпажу;

Свідоцтва про вакцинацію членів екіпажу проти холери та віспи.

Владі також пред'являються всі звичайні судові документи. Дозволяється схід на берег (Shore Leave).

Послуги лоцманів та буксирів

Лоцманська проводка в порту є обов'язковою для суден валовою місткістю понад 600 рег. т брутто. У заявці на лоцманське проведення має бути вказана осадка судна.

Послуги буксирів: У порту є 3 буксири потужністю 2000, 1320 та 1200 к. с. Буксири зазвичай використовуються для швартових операцій біля причалів Баттерворт.

Постачання

Паливо надається приватними компаніями за попереднім **24-годинним нотисом**. Паливо в обмежених кількостях також надається з паливних барж. Прісна вода надається у будь-який час з гідрантів біля причалів або з барж-водовозів місткістю 180 і 200 т. Швидкість подачі води близько 40 т/год.

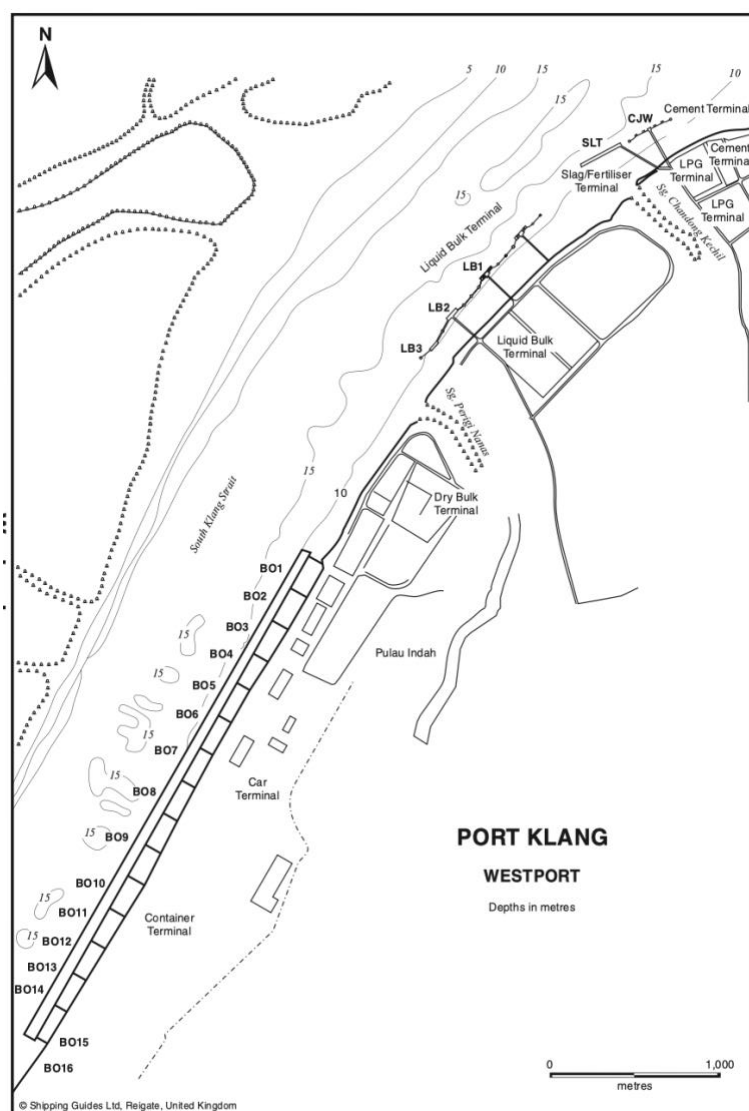


Рисунок 2.2 - План Порт Кланг

Таблиця 2.9 - Засоби навігаційного обладнання

N п/ п	Назва	Координати $\varphi(N)$ $\lambda(E)$	Дальність видимости милі	Хар-ки
1	Pelican Pt	22°53,5' 14°26,1'	19	Fl(2)20s
2	Permatang Sedepa	2°53,2' 100°59,8'	23	Fl(4)20s
3	T Gabang	2°40,9' 101°29,1'	12	Fl5s
4	P Undan	2°02,9' 102°20,0'	18	Fl(2)15s
5	Sungai Ayam	1°44,8' 102°55,6'	13	Q
6	P Pisang	1°28,2' 103°15,4'	20	Fl10s
7	Pulau Iyu Kecil	1°11,5' 103°21,1'	12	Fl(3)15s
8	Pulau Cula	1°02,4' 103°42,7'	12	Fl(3)15s
9	Padang	1°10,1' 103°52,8'	7	Fl3s
10	Buran	1°15,1' 103°50,9'	4	Fl2,5s

2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1 Розрахунок ортодромії

Коли траса майбутнього плавання включає океанський перехід, вплив погоди і стан моря набувають особливо важливого і нерідко основного значення при виборі найвигідного шляху судна. При здійсненні такого вибору виникає потреба задовольнити найрізноманітніші запити : перехід має бути для судна безпечним, економічним, протікати у бажані терміни і за найбільш сприятливих зовнішніх умов, сприяючих підлягаючому зберіганню перевезенню вантажів, комфорту пасажирів і екіпажа, мінімальній витраті палива і мастильних матеріалів і т. д. Усі подібні умови перерахувати нелегко, але навіть якщо обмежуватися приведеними вище і вважати їх рівнозначними, то за певних умов

погоди і стану моря взагалі неможливо буде знайти той шлях, наслідуючи які судно буде в змозі виконати поставлені завдання. Тому при виборі найвигідного шляху обмежуються завданням якого-небудь одного або декількох найбільш важливих для цього рейсу умов. Маршрут, що якнайкраще задовольняє таким умовам, називають оптимальним шляхом морського судна.

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

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

Для того, щоб нанести ортодромію на Меркаторську проекцію, необхідно знати параметри ортодромії, а по них розрахувати координати проміжних точок. Параметрами ортодромії є: λ_0 - довгота точки перетину з екватором, k_0 - курс в цій точці.

$$tg\left(\frac{\lambda_n - \lambda_k}{2} - \lambda_0\right) = tg\frac{\lambda_n - \lambda_k}{2} \times \sin(\varphi_n + \varphi_k) \times \cos ec(\varphi_n - \varphi_k)$$

де: $(\lambda_n - \lambda_k)$ и $(\varphi_n + \varphi_k)$ - координати точок приходу і відходу.

Курс обчислюється за формулою:

$$ctgk_0 = tg\varphi_n \times \cos ec(\lambda_n - \lambda_0)$$

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

$$tg_i = \sin(\lambda_i - \lambda_0) \times ctgk_0$$

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

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

При розробці плану переходу Волфіш Бей– Порт Кланг перехід розрахуємо від точки $\varphi_n = 34^\circ 59,0'S$; $\lambda_n = 39^\circ 48,0'E$ до точки $\varphi_k = 6^\circ 18,0'N$ $\lambda_k = 94^\circ 57,0'E$

.Розраховують локсодромічний курс:

$$tgk_n = \frac{PД}{PМЧ}$$

Обчислюють довжину локсодромії:

$$S_l = PШ \times \sec k_n$$

Таблиця 2.10 - Розрахунок локсодромії

φ_k	$6^\circ 18,0'N$	λ_k	$94^\circ 57,0'E$	РМЧ	2622
φ_n	$34^\circ 59,0'S$	λ_n	$39^\circ 48,0'E$	К	51°
РШ	2477	РД	3310	S	3989

Визначити довжину ортодромії:

$$\cos D = \sin \varphi_1 \times \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \times \cos \varphi_2 \times \cos PД$$

$$D = 3977 \text{ миль}$$

Доцільність плавання по ортодромії дорівнює:

$$\Delta S = S_n - D = 3989 - 3977 = 12 \text{ миль или при } V_c = 14 \text{ узл} \Rightarrow \Delta t = 0,9 \text{ часа.}$$

Плавання по ортодромії не вигідно

Виконаємо розрахунок плавання по ортодромії:

знаходимо λ_0 :

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\lambda_n - \lambda_k}{2} - \lambda_0\right) = \operatorname{tg} \frac{PD}{2} \times \sin 2\varphi \times \cos ec PIII$$

$$\operatorname{tg} k_0 = \frac{\sin(\lambda_n - \lambda_0)}{\operatorname{tg} \varphi_n}$$

Обчислюємо $k_0 \Rightarrow$

Таблиця 2.11 - Курси і відстані при плаванні по ортодромії

N	Широта	Довгота	Курс	Дистанція
1	30° 03. 0 S	50° 00.0 E	60	595
2	23° 50.0 S	60° 00.0 E	55	651
3	16° 16.0 S	70° 00.0 E	51	723
4	7° 35.0 S	80° 00.0 E	48	785
5	6° 18.0 N	94° 57.0 E	47	1223

2.3.2 Складання маршрутних листів

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

MV

MH PERSEUS

DATE:

FROM:

Walvis Bay

TO:

Port Klang

Voyage

WPT	Latitude		Longitude		Position/Geo Ref	Co.	Tide / Current	Distance on Track	Estimated Speed	Time to next WP (hrs)	Permitted X.T.E.	Primary & Secondary Fix Method	Fix Interval (Min)	UKC (m)	CATZOC	UKC Accuracy	Distance to Dest.	List of Lights / ALRS (Vol Numbers)	Sailing Directions	Chart	Required Engine Status
4	S	22 ° 51,4	E	14 ° 29,7	Walvis Bay Pilot	284		6,0	7	0,9	0,1	VIS / Rad / GPS	Cont.	7,68	B	1,60	6359,3	ADLL / ADRS	e-NP	ENCs	Manned
5	S	22 ° 49,9	E	14 ° 23,4	0	216		18,0	15	1,2	0,5	GPS / Cel	Cont.	86,53	U	6,00	6353,2	ADLL / ADRS	e-NP	ENCs	Full Nav.
6	S	23 ° 4,5	E	14 ° 12,0	0	181		66,2	15	4,3	0,5	GPS / Cel	Cont.	86,53	U	6,00	6336,3	ADLL / ADRS	e-NP	ENCs	Full Nav.
7	S	24 ° 9,6	E	14 ° 10,3	0	165		408,7	15	27,2	0,5	GPS / Cel	Cont.	86,53	U	6,00	6270,1	ADLL / ADRS	e-NP	ENCs	Full Nav.
8	S	30 ° 43,7	E	16 ° 12,5	0	155		185,6	15	12,4	0,5	GPS / Cel	Cont.	86,53	B	3,00	5861,4	ADLL / ADRS	e-NP	ENCs	Full Nav.
9	S	33 ° 32,3	E	17 ° 44,3	0	152		62,4	15	4,2	0,5	GPS / Cel	Cont.	86,53	B	3,00	5675,7	ADLL / ADRS	e-NP	ENCs	Full Nav.
10	S	34 ° 27,3	E	18 ° 19,9	0	120		67,1	15	4,5	0,5	GPS / Cel	Cont.	86,53	B	3,00	5613,3	ADLL / ADRS	e-NP	ENCs	Full Nav.
11	S	35 ° 0,7	E	19 ° 30,7	0	99		62,0	15	4,1	0,5	GPS / Cel	Cont.	86,53	B	3,00	5546,2	ADLL / ADRS	e-NP	ENCs	Full Nav.
12	S	35 ° 10,3	E	20 ° 45,6	0	83		21,7	15	1,4	0,5	GPS / Cel	Cont.	86,53	B	3,00	5484,2	ADLL / ADRS	e-NP	ENCs	Full Nav.
13	S	35 ° 7,5	E	21 ° 11,9	0	84		10,1	15	0,7	0,5	GPS / Cel	Cont.	86,53	B	3,00	5462,5	ADLL / ADRS	e-NP	ENCs	Full Nav.
14	S	35 ° 6,5	E	21 ° 24,2	0	87		18,4	15	1,2	0,5	GPS / Cel	Cont.	86,53	B	3,00	5452,4	ADLL / ADRS	e-NP	ENCs	Full Nav.
15	S	35 ° 5,7	E	21 ° 46,6	0	93		13,2	15	0,9	0,5	GPS / Cel	Cont.	86,53	B	3,00	5434,0	ADLL / ADRS	e-NP	ENCs	Full Nav.
16	S	35 ° 6,4	E	22 ° 2,8	0	82		148,7	15	10,0	0,5	GPS / Cel	Cont.	86,53	B	3,00	5420,8	ADLL / ADRS	e-NP	ENCs	Full Nav.
17	S	34 ° 44,9	E	25 ° 3,5	0	65		1157,9	15	77,2	0,5	GPS / Cel	Cont.	86,53	U	6,00	5271,1	ADLL / ADRS	e-NP	ENCs	Full Nav.
18	S	26 ° 38,8	E	45 ° 27,4	0	56		1200,5	15	80,0	0,5	GPS / Cel	Cont.	86,53	U	6,00	4113,2	ADLL / ADRS	e-NP	ENCs	Full Nav.
19	S	15 ° 31,1	E	63 ° 18,9	0	55		2284,8	15	152,3	0,5	GPS / Cel	Cont.	86,53	U	6,00	2912,7	ADLL / ADRS	e-NP	ENCs	Full Nav.
20	N	6 ° 14,7	E	94 ° 51,5	0	98		182,8	15	12,2	0,5	GPS / Cel	Cont.	86,53	U	6,00	627,9	ADLL / ADRS	e-NP	ENCs	Full Nav.
21	N	5 ° 48,5	E	97 ° 53,5	0	135		242,3	15	16,2	0,5	GPS / Cel	Cont.	86,53	U	6,00	445,0	ADLL / ADRS	e-NP	ENCs	Full Nav.
22	N	2 ° 55,8	E	100 ° 43,9	Port Klang	118		14,1	15	0,9	0,5	GPS / Cel	Cont.	86,53	B	3,00	202,7	ADLL / ADRS	e-NP	ENCs	Full Nav.

Рисунок 2.3. Маршрутні листи

2.3.3 Графічний план переходу

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

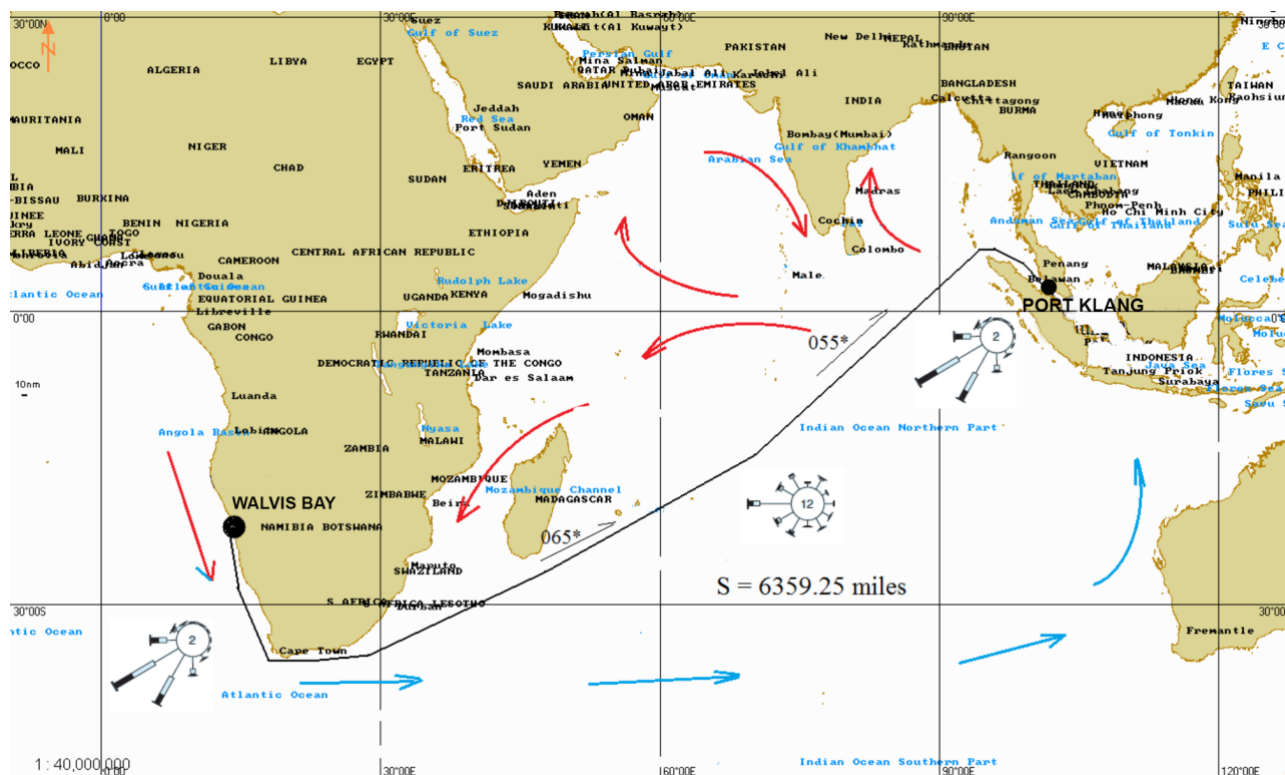


Рисунок 2.4 – Графічний план переходу

2.3.4 Розрахунок природної освітленості

Розрахунки освітленості виконують двома послідовними наближеннями:

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

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

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

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

Для отримання місцевого часу явища (Correct LMT) треба у табличний час ввести дві поправки: $\text{Correct LMT} = \text{LMT for Lat} + \text{Lat correction} + \text{Long correction}$.

Місцевий час явища переводять у Грінвічний:

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

Грінвічний час явища переводять в судновий:

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

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

Таблиця 2.12 – Елементи освітленості

Дата	ННС	Сонце				КНС	Луна		
		Схід		Захід			Схід Тс	Возрас т дни	Захід Тс
		Тс	А	Тс	А				
05/08	05.09	05.54	83	17.53	277	18.38	10.02	5	22.28
10/08	05.41	06.26	85	18.13	274	18.59	14.09	10	02.51
15/08	04.56	05.46	87	17.31	273	18.21	17.49	14	05.34
19/08	04.44	05.39	88	17.38	272	18.32	21.21	17	06.59

2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

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

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

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

У будь-якому пункті Землі рівень моря постійно змінюється. Причини впускених коливань можуть бути короткочасними і позовними. Останні обумовлюються, головним чином, підйомами і опусканнями суші; вони незначні за величиною і прямого стосунку до безпеки мореплавання не мають. Короткочасні коливання рівня моря можуть носити регулярний(періодичний) і випадковий(неперіодичний) характер. Регулярні коливання рівня викликаються: приливообразуючими силами Місяця і Сонця(приливні коливання); вітрами, що періодично змінюються; річним ходом опадів; випаром; стоком континентальних вод(сезонні коливання) та ін. Випадкові коливання рівня відбуваються під впливом вітру, що неперіодично змінюється, від різкої зміни атмосферного тиску.

Загальна характеристика приливних явищ для усього переходу описана вище. У цьому підпункті приведені дати і час висот повних і малих вод на дати і порти відходу і приходу. Нижче представлена таблиця повних і малих вод для вказаних портів на дати відходу і приходу.

Таблиця 2.13 - Час настання повних і малих вод.

Волфіш Бей		Порт Кланг	
05/08	05/08	19/08	19/08
Тп	Тп	Тп	Тп
hп	hп	hп	hп
05:53 1.5	18:03 1.4	08:12 2.4	18:18 2.6
Тм	Тм	Тм	Тм
hм	hм	hм	hм
11:46 0.4	00:00 0.3	00:27 0.8	12:55 2.0

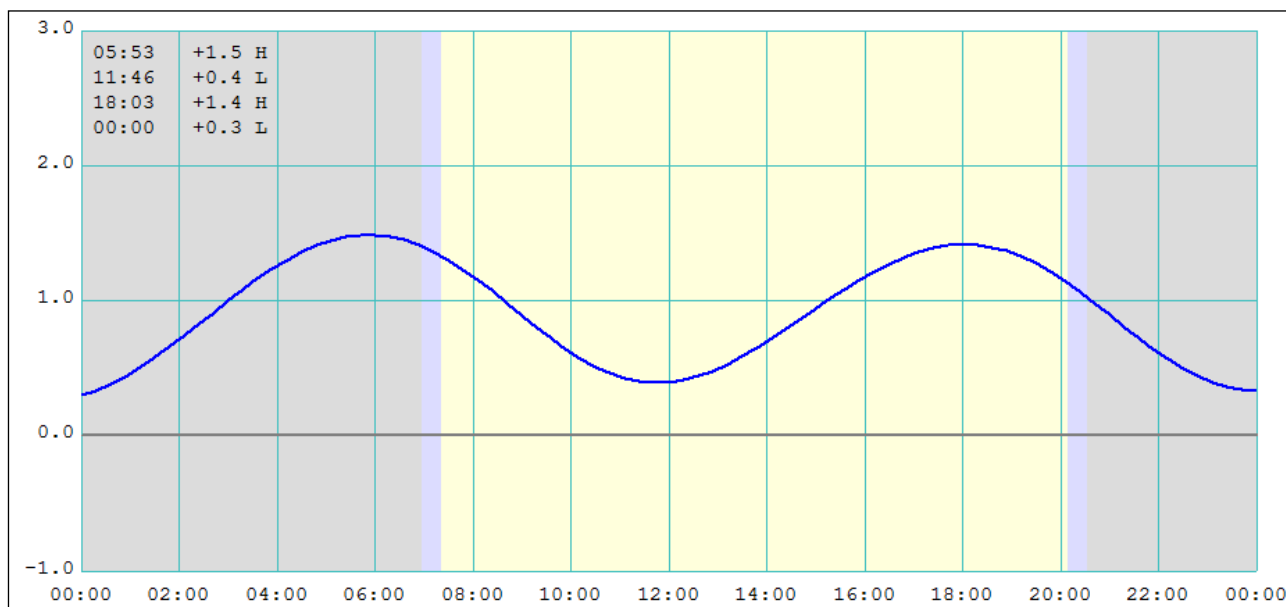


Рисунок 2.4 - Графік повної та малої води для порту Волфіш Бей

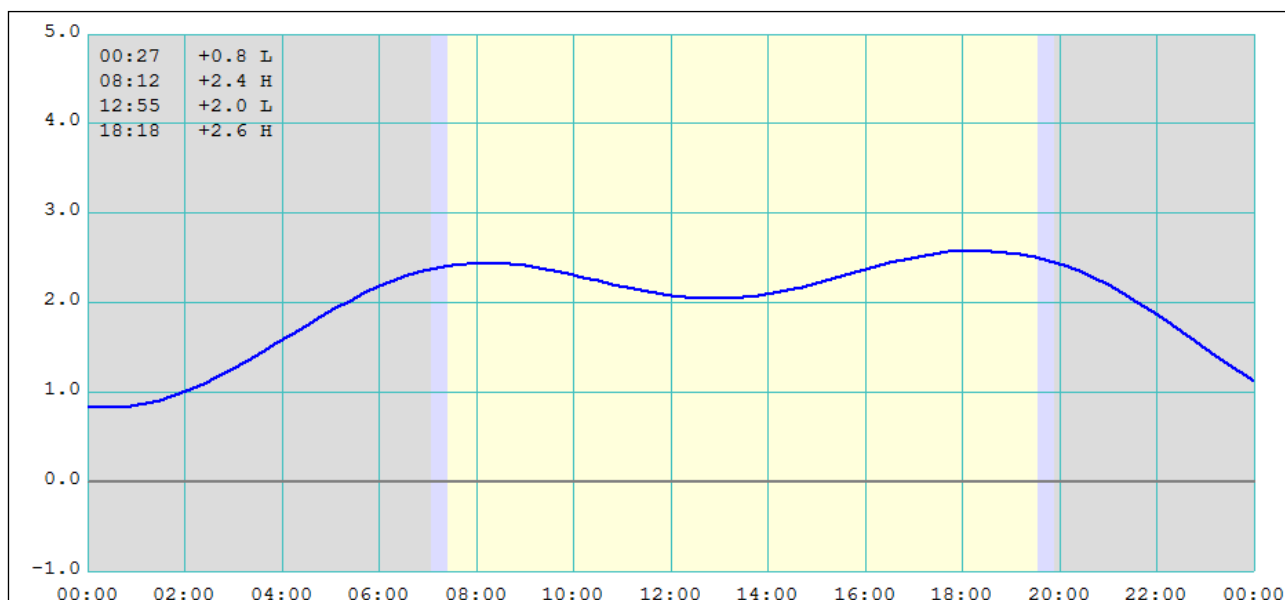


Рисунок 2.5 - Графік повної та малої води для порту Порт Кланг

2.4 Висновки

Переход із порту Волфіш Бей до порту Порт Кланг проходить через Атлантичний та Індійський океан і далі через Маллакську протоку. У процесі опрацювання навігаційного переходу були обрані безпечні курси плавання відповідно до пори року. Загальна протяжність переходу склала 6359,25 милі.

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

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

РОЗДІЛ 3

ОБРОБКА І РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖУ

3.1. Транспортні характеристики вантажів

Розрахунок вантажного плану та детальне вивчення транспортних характеристик і властивостей вантажів є одним з важливих етапів підготовки до перевезення та своєчасної і бережної доставки вантажа.

Контейнери. Під вантажним контейнером розуміється одиниця транспортного устаткування багаторазово використовувана на одному або декількох видах транспорту, призначена для перевезення і тимчасового зберігання вантажів, з пристосуваннями, що забезпечують механізовану установку і зняття її з транспортних засобів.

Вантажі в контейнерах повинні укладатися так щоб виключалась можливість їх пошкоджень, переміщення вантажу всередині контейнера в умовах морського перевезення і щоб навантаження на підлогу і тиск на стінки контейнера були рівномірними.

Двері контейнера повинні вільно закриватися і відкриватися, для чого при укладанні вантажу необхідно залишати вільний простір між вантажем і дверима контейнера: для контейнерів масою брутто до 5 т – від 3 до 5 см, масою брутто понад 5 т – 5 см.

Прибивати вантажі або пристосування для їх кріплення (стілки, прокладки, клини та ін.) Цвяхами, скобами або іншим способом до підлоги, стінок, стелі забороняється.

При композитному завантаженні більш важкий вантаж повинен розташовуватися внизу, більш легкий і крихкий – нагорі.

В один контейнер можуть бути поміщені ті вантажі, які сумісні за своїми фізико-хімічними властивостями

При перевезенні в контейнерах вантажів в первинній (цеховій) упаковці

або полегшеної тарі вантажовідправником повинні застосовуватися засоби, що оберігають вантажі від потертості, смятості, примерзання або перегріву, підмочки (обладка стін контейнера папером, обгортка вантажу в м'які ізолюючі матеріали, установка захисних планок, гумових прокладок і т.п.).

За псування вантажу всередині контейнера, внаслідок властивостей самого вантажу, несправності упаковки перевізник відповідальності не несе.

Вантажі в контейнері приймаються і здаються за масою і пломбами вантажовідправників, по зовнішньому огляду справності контейнерів та пломб та відповідності відбитків на пломбах записи в транспортних документах.

Після завантаження контейнер повинен бути опломбований вантажовідправником або за його дорученням експедитором, виробляють завантаження контейнера. В окремих випадках, коли завантаження контейнерів за дорученням і за рахунок вантажовласника виробляє порт, він може пломбувати ці контейнери своїми пломбами.

Перевізник вправі перевозити навантажені великотоннажні контейнери на палубі судна. Якщо особливості вантажу, що перевозиться в великотоннажному контейнері, вимагають розташування його в трюмі, то вантажовідправник зобов'язаний заздалегідь вказати це в перевізному документі.

На кожному контейнері, на добре видному важкодоступному для ушкодження місці поруч з будь-якої іншої табличкою про допущення, виданої для офіційних цілей, постійно кріпиться табличка про допуск за умовами безпеки.

Табличка повинна містити наступну інформацію принаймні англійською або французькою мовою:

- "Допущення за умовами безпеки КБК"
- Країна допущення і номер допущення
- Дата (рік і місяць) виготовлення

- Ідентифікаційний номер контейнера, присвоєний заводом – виробником, або для існуючих контейнерів, у яких цей номер невідомий, номер, присвоєний Адміністрацією
- Максимальна експлуатаційна вага брутто (кілограми і фунти)
- Допустима вага на штабелювання при 1,8g (кілограми і фунти)
- Величина навантаження при поперечному випробуванні на жорсткість конструкції (кілограми і фунти).

На табличці повинно бути залишено вільне місце для включення величин (коефіцієнтів) міцності торцевої та/або бічної стінки

На табличці оставляється також вільне місце для дати першого та наступних оглядів (місяць і рік), якщо нанесення таких на табличці передбачено.

Наявність таблички про допуск за умовами безпеки не усуває необхідності наявності ярликів або іншої інформації, які можуть вимагатися згідно з іншими діючими правилами.

Для зручності ідентифікації контейнерів в стандарті ISO 6346:1995 були введені типи контейнерів, що складаються з двох латинських букв:

GP (англ. General Purpose) - контейнер загального призначення без вентиляції; часто називається, як DC (Dry Cube) - сухий контейнер; різновиди цього типу контейнерів:

HC (High Cube), також HQ - збільшений по висоті контейнер (висота збільшена на один фут в порівнянні зі стандартним контейнером)

PW (Pallet Wide) - збільшений по ширині контейнер (242-245 см; дозволяє розмістити поруч два стандартних піддону по 120 см)

RE, RT, RS (Reefer) - Рефрижераторний контейнер, реф-контейнер, контейнер-холодильник: з заміною холодоагенту або підключенням до джерела електроенергії для роботи вбудованої охолоджуючої установки. Його поверхня має поліпшену теплоізоляцію.

HI, HR - ізольований

VH (Ventilation) - контейнер загального призначення з вентиляцією

UT - контейнер з відкритим верхом, різновиди цього типу контейнерів:

OT (Open Top) - з брезентовим дахом

HT (Hard Top) - контейнер з відкривається металевим верхом

PL, PF, PC, PS (Platform) - контейнер-платформа

TN, TG, TD (Tank) - танк-контейнер для перевезення рідин і газів

BU, BK (Bulk) - контейнер для перевезення сухих сипких вантажів

SN (Special) - контейнер спеціального призначення: транспортування худоби, автомобілів, живої риби

Кожен контейнер, що використовується в міжнародному судноплавстві, повинен за своєю конструкцією та технічним станом відповідати вимогам Міжнародної конвенції щодо безпечних контейнерів (КБК) 1972 р.

У відповідності з Правилами конвенції контейнер підлягає огляду адміністративного органу країни, який видає свідоцтво Про допущення з безпеки», згідно з КПК, а на контейнер прикріплюється табличка про допущення. Початковий термін дії свідоцтва 5 років, в подальшому переогляд проводиться через кожні 2 роки.

Конструкція виготовлених контейнерів, повинна відповідати Правилам з виготовлення контейнерів. За діючими Правилами контейнер повинен витримувати штабелювання в 6 ярусів.

Якщо в контейнері здійснюється перевезення вантажів під митною пломбою, він повинен по своїй конструкції відповідати вимогам Митної конвенції 1972 і мати спеціальну табличку з написом «Допущений до перевезення під митним печатками і пломбами».

Для стандартизації контейнерів Міжнародна організація по стандартизації (ISO) утворила технічний комітет 104 «Вантажні контейнери», який встановив основні параметри і область застосування всіх контейнерів. Для контейнерів серії 1 встановлено єдиний поперечний переріз - 2438×2438 мм, а довжина їх є кратною основному модулю 1528 мм з урахуванням встановлених зазорів по довжині 76,2 мм між рядом стоять контейнерами.

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

Таблиця 3.1 – Транспортні характеристики вантажів

№ п/п	Найменування вантажу	Кількість, шт	Маса партії груза, т	Тип контейнера, ISO	IMDG Code					Норми вантажних робіт, шт/добу	
					Номер ООН	Клас	Знак маркування	Категорія розміщення і обробка	Аварійні дії (АВК)	Вантаження	Вивантаження
1	Контейнери 20'	2139	23008,0	GP	-	-	-	-	-	1800	3000
2	Контейнери 40'	646	11491,1	GP	-	-	-	-	-		
3	Контейнери 20'	48	571,2	RS	-	-	-	-	-		
4	Контейнери 40'	17	324,8	RS	-	-	-	-	-		
5	Контейнери 40'	5	89,8	GP	3065	3		Category E	F-E, S-D		
6	Контейнери 20'	3	41,2	GP	3091	9		Category A	F-A, S-I		
7	Контейнери 20'	12	144,4	GP	1379	4.2		Category A	F-A, S-J		
8	Контейнери 40'	2	37,8	GP	3028	8		Category A	F-A, S-B		
Всього		2867	35618,5								

Під час перевезення контейнерів необхідно керуватися:

- 1) Кодексом безпечної практики розміщення й кріплення вантажів (CSS Code);
- 2) МК СОЛАС Гл.6. (SOLAS -74);
- 3) Інформацією про остійність судна;
- 4) Правилами перевезення вантажів у контейнерах морським транспортом.

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

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

Усі вантажні пристрої судна повинні бути цілком підготовлені до приймання вантажу, обумовленого в договорі морського перевезення.

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

У попередній інформації Капітан повинний подати відомості про осадку судна, кількість вантажу і розподіл його по трюмах або танкам, наявності палубного вантажу або великовагових вантажів із указівкою їхньої маси, найменування вантажоодержувачів, справності суднових перевантажувальних засобів, а також про всі потреби судна в паливі, воді, продуктах, необхідному ремонті й інших потребах судна, задоволення яких входить в обов'язки порту.

Судно повинне бути обладнане схваленою у встановленому порядку системою кріплення контейнерів і/або мати необхідну кількість знімних засобів кріплення для виконання схем, приведених в "Наставлянні по кріпленню контейнерів", у тому числі для разового перевезення.

Люкові кришки, призначені для розміщення контейнерів, повинні мати надійне кріплення схваленого типу від навантажень, що зрушують і відривають, створюваних контейнерами.

На люкових кришках, палубах і інших міцних конструкціях судна повинні бути встановлені в достатній кількості рими й обухи.

Вимоги до суднового обладнання:

- стаціонарні конструкції ячеєстого типу, фундаменти, рими й деталі кріплення контейнерів у трюмах і на палубах повинні бути в справному стані;
- знімні засоби кріплення - різні замки, конуси, стяжки, найтови, упори, розпірки й т.п. повинні бути в справному стані й у кількості, що відповідає затвердженим схемам кріплення з 10-процентним запасом.

Припустимо число ярусів контейнерів визначається схемами, розробленими з врахуванням:

- вимог до остійності судна;
- навантажень, що допускаються, на суднові конструкції;
- навантажень, що допускаються, на контейнери;
- навантажень, що допускаються, на засоби кріплення контейнерів.

У випадку, якщо контейнери виступають за люкові кришки або інші опорні палубні конструкції, повинні бути передбачені додаткові опори, що сприймають навантаження від контейнера й розносять їх по палубних зв'язках.

По закінченні підготовки судна до вантажних робіт капітан подає на ім'я начальника порту чи на адресу відправника вантажу Повідомлення капітана, яким він формально фіксує фактичну готовність судна до навантаження. У Повідомленні капітана повідомляють про дату, час готовності судна до прийому (здачі) вантажу через відповідні люки трюмів, вантажопідйомності суднових вантажних засобів, часу прийому палива і води й інші потреби судна.

До початку вантажних операцій факт готовності вантажних приміщень оформляють актом.

Перевезення вантажів морським транспортом здійснюється на основі договору морського перевезення, який має такі основні форми: чартер, коносамент, букінг-нот, бере-нот і фиксчюр-нот.

Договором морської перевезення вантажів в трамповому судноплавстві є чартер (charter party), у лінійному - коносамент (Bill of Lading).

Договір морського перевезення вантажу повинен бути складений у письмовій формі.

Наявність і зміст договору морського перевезення можуть підтверджуватися чартером, коносаментом чи іншими письмовими доказами. При перевезеннях по чартеру для розміщення вантажу надається судно або його певна частина. Цю форму договору застосовують при перевезеннях масових вантажів. У чартері детально обумовлюють зміст договору та взаємні зобов'язання сторін: найменування та техніко - експлуатаційні характеристики судна, рід вантажу, його транспортні особливості і кількість, порти вантаження і вивантаження, терміни готовності судна під навантаження, фрахт, порядок розрахунку сталійного часу і т. д. Умови чартеру погоджують фрахтівник і перевізник, при цьому вони є обов'язковими тільки для партнерів і лише на період даної операції. В даний час налічується понад 400 проформи чартерів, які охоплюють всі основні вантажопотоки масових вантажів.

Як договір морського перевезення при дрібних відправках генеральних вантажів в лінійному судноплаванні використовують коносамент. На відміну від чартеру умови лінійного коносамента розробляє судноплавна компанія (конференція) односторонньо, без узгодження з власниками вантажу, і вони є єдиними для всіх відправників і діють протягом тривалого часу.

Важливою особливістю перевезень за коносаментом є те, що лінійні компанії, як правило, приймають вантаж до перевезення раніше часу до підходу судна (забезпечують його зберігання на своїх складах, виробляють комплектацію судових партій та підготовку вантажних документів). Завантаження/вивантаження оплачується судовласником і організовується на причалах лінії.

Коносамент - один з головних документів в операціях, пов'язаних з використанням морських суден. З юридичного боку коносамент є:

- розпискою перевізника про приймання вантажу зазначеного роду, в зазначеній кількості і
- надбання;

- доказ укладення договору перевезення;
- товаророзпорядчий документ, який дозволяє його власнику розпоряджатися вантажем.

В іноземному праві вказується, що для видачі коносаменту потрібно, перш за все, фактичне вручення вантажу перевізнику, передача йому фізичного володіння вантажем і контроль над ним.

Видача коносаменту допускається тільки після приймання вантажу до перевезення. Він видається один раз для перевезення даної партії вантажу. Вторинна видача коносаменту по одному і тому ж вантажу допустиме лише за умови повернення перевізнику перш виданих відправнику примірників. Недотримання цього правила призводить до майнової відповідальності перевізника. Коносамент виписується на кожен окрему партію вантажу, прийнятого на судно.

Застосовуються два види коносаментів в залежності від часу їх видачі відправнику: для вантажу, прийнятого до перевезення (received for shipment), і для вантажу, прийнятого на борт (on board або shipped on board).

Перший вид практикується при базисному умови ФАС і при лінійних перевезеннях, коли вантаж приймається на склад для подальшої відправки на черговому судні за розкладом. В результаті, вантажовідправник отримує можливість мати на руках товаророзпорядчий документ і розпоряджатися ним на свій розсуд.

Бортовий коносамент видається на навантажений на борт товар. У ряді випадків умови контракту вимагають, щоб на коносаменті була ще додатковий напис: "на борту" ("on board"). Коносамент містить такі реквізити:

- найменування судна;
- найменування перевізника;
- порт і країна навантаження;
- порт і країна розвантаження;
- найменування відправника;
- найменування одержувача.

При цьому передбачаються такі варіанти:

- конкретне найменування одержувача. У цьому випадку коносамент називається іменним. Застосовується він у тому разі, коли товар вже проданий і відправлений за адресою одержувача;
- коносамент на пред'явника. У цьому випадку графа "вантажоодержувач" не містить жодних вказівок, і вантаж видається тому, хто його пред'явить;
- коносамент може бути виписаний "наказом відправника" або "наказу одержувача". У цьому випадку коносамент носить назву ордерного. У графі "найменування отримувача" має бути вказано: "to order of..." і далі найменування організації відправника або одержувача.

У практиці міжнародної торгівлі переважають ордерні коносаменти, оскільки вони полегшують передачу прав на вантаж. Іменні ж коносаменти виписуються рідше, переважно на цінні вантажі.

Штурманська розписка є посвідченням судновласника до прийняття товару до перевезення. Виписує цей документ помічник капітана на підтвердження отримання конкретної партії вантажу на борт судна. Розписка описує видимий стан товарів та дозволяє перевізнику видати коносамент. В ній відображаються результати перевірки, яка проводиться контролерами судновласника при прийомі товару для завантаження або під час довантаження. Це ні товаророзподільчий документ. На прохання відправника він може бути замінений коносаментом.

Чартерний (фрахтовий) коносамент - документ, який інкорпорується шляхом посилання окремі з умов чартер-партії. Але коносамент, виданий по чартеру, який не включає умови чартеру за договором з одержувачем вантажу або індосатом, не є фрахтовим коносаментом.

Делівері-ордер - товаророзпорядчий документ, що видається перевізником або вантажоодержувачем з підтвердженням капітаном судна. Використовується у разі продажу вантажоодержувачем товару до того, як він

прийняв поставку. Товар може бути куплений різними покупцями, на кожен з них виписується делівері-ордер на відповідну частину товару.

Таймшит - документ - відомість обліку часу стоянки судна (сталійного часу), передбаченого чартером на проведення вантажних операцій. Він складається в кожному порту навантаження та розвантаження судна, підписується капітаном і представником фрахтувальника. Служить підставою для розрахунку за диспачу і демереджу. У таймшиті фіксуються всі виробничі операції і непродуктивні простой за час стоянки судна в порту. У ньому зазначаються: найменування порту і судна; дата та час прибуття судна та вручення судна нотиса про готовність до навантаження (розвантаження); дата та час фактичного початку та закінчення вантажних робіт; тривалість і причини перерв у роботі; норма вантажних робіт по чартеру.

Морська накладна (лінійна накладна, океанська накладна) - документ, який підтверджує наявність договору перевезення вантажу морським шляхом та прийняття чи завантаження вантажу перевізником і по якому перевізник зобов'язується доставити вантаж вантажоодержувачу, зазначеному в документі. Накладна не є ні оборотним, ні товаророзпорядчим документом, вантаж видається зазначеному в ній вантажоодержувачу. До накладної додаються необхідні товаросупровідні документи.

Комерційний акт - документ, складений перевізником, або його представником, що засвідчує факт нестачі, псування або пошкодження вантажу при його видачі одержувачу в пункті призначення. Він фіксує розмір, характер та причини несхоронності вантажу і є підставою для покладення матеріальної відповідальності на перевізника.

Маніфест - перелік вантажів, прийнятих на судно, який складають окремо для кожного порту призначення на основі відомостей, вказаних в коносаменті. Він оформляється для митниці. По кожній партії вантажів в маніфесті наводять такі дані: номер коносамента, маркування та кількість вантажних місць, рід вантажу, його масу і об'єм, найменування відправника та одержувача, загальну суму нарахованого фрахту і фрахт, сплачений відправником.

Виконавчий вантажний план складається за результатами завантаження судна і містить загальний розподіл вантажу по вантажних приміщеннях і на верхній палубі.

Прийом і здача контейнерів проводиться за їх кількістю, з зовнішнім оглядом контейнерів і перевіркою цілісності пломб первинних вантажовідправників, стану закриттів і без зважування. У перевізних документах вказуються відтиски знаків на пломбах. У разі виявлення в момент передачі технічної несправності контейнера, в результаті якої міг мати місце доступ до вантажу або можлива його псування, а також при виявленні пошкодження або відсутності пломб, або невідповідності знаків і номерів на пломбах даним, зазначеним у перевізних документах, прийом або здача контейнерів здійснюється з перевіркою знаходиться в контейнері вантажу. Така перевірка проводиться комісією, що складається з представників вантажовласника, перевізника та митниці. Слід мати на увазі, що перевізник має право у будь-який час розкрити контейнер і перевірити його вміст. Якщо при цьому буде виявлено, що вантаж в контейнері не може бути перевезений безпечно, без пошкодження або додаткових витрат з боку перевізника, останній може відмовитися від перевезення.

3.3. Розрахунок чистої вантажопідйомності судна.

Повний розрахункове водотоннажність судна Δ_p , яке служить вихідною величиною при визначенні його чистої вантажопідйомності Δ_q на рейс, залежить від вантажних марок в портах вантаження і вивантаження і вантажних марок і обмежень опади на трасі переходу.

Для визначення Δ_p необхідно по карті зон і сезонних районів визначити діючі вантажні марки відповідно до пори року.

Перехід Уолфіш-Бей – Танджунг Пелепас починається в зоні дії тропічної вантажної марки проходить через зону дії літньої вантажної марки і закінчується в зоні дії тропічної вантажної марки без обмежень по осадці.

Розрахункову водотоннажність визначимо по формулі:

$$\Delta_p = \Delta_l + P_T \leq \Delta_T,$$

де Δ_l – водотоннажність по літню вантажну марку, т;

Δ_T – водотоннажність по тропічну вантажну марку, т;

P_T – маса витрачених запасів до входу в зону дії літньої вантажної марки.

$$P_T = S_l(V_s \cdot 24) \cdot (q_{T}^x + q_{B}^x + q_{M}^x),$$

де S_T – відстань до входу в зону дії літньої вантажної марки (48 миль);

V_s – швидкість судна;

q_T^x, q_B^x, q_M^x – добова норма витрати палива, води і мастила на ходу судна відповідно, т/добу.

$$P_T = 48/(16 \cdot 24) \cdot (75,0 + 8 + 0,28) = 10 \text{ т}$$

Повна водотоннажність по літню вантажну марку (з ТЕР судна)

$$\Delta_l = 81982 \text{ т.}$$

$$\Delta_T = 84220 \text{ т.}$$

$$\Delta_p = 81982 + 10 = 81992 \text{ т}$$

$$\Delta_p \leq \Delta_T$$

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

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

де Δ_0 – водотоннажність судна порожнього, т.

$$\Delta_w = 81992 - 18985 = 63007 \text{ т}$$

Ходовий час визначається за формулою:

$$t_p = S/(V_s \cdot 24) + t_{зп},$$

де V_s – швидкість судна;

S – протяжність траси переходу, милі;

$t_{зп}$ – час затримки судна в дорозі, діб.

$$t_p = 6359,25/(16 \cdot 24) + 0,15 = 16,7 \text{ доби}$$

Нормативна тривалість стоянкового часу розраховується за формулою:

$$t_{\text{ст}} = \frac{\sum Q_i}{M},$$

де Q_i – кількість контейнерів, шт;

M – валова норма вантажних робіт, шт/добу.

$$t_{\text{ст}} = 2897/3000 = 1,0 \text{ доба}$$

Кількість вантажу, що може прийняти судно, залежить від величини запасів. Зазвичай немає необхідності враховувати стоянкові запаси, що витрачаються в порту навантаження, тому що до моменту закінчення навантаження стоянкові запаси, передбачені на час навантаження будуть витрачені. Тому загальна кількість рейсових запасів $P_{\text{зап}}$ розраховується як сума ходових запасів $P_{\text{зап}}^x$ і необхідних для порту вивантаження стоянкових запасів $P_{\text{зап}}^{\text{ст}}$:

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

Кількість ходових запасів становить суму:

$$P_{\text{зап}}^x = P_{\text{т}}^x + P_{\text{в}}^x + P_{\text{см}}^x;$$

де $P_{\text{т}}^x$, $P_{\text{в}}^x$, $P_{\text{см}}^x$ – відповідно кількість палива, води й мастила необхідне на перехід від порту навантаження до порту вивантаження з урахуванням коефіцієнта штормового запасу $k_{\text{шт}}$ по даним судновласника

$$P_{\text{т}}^x = q_{\text{т}}^x \cdot t_{\text{х}} \cdot k_{\text{шт}};$$

$$P_{\text{в}}^x = q_{\text{в}}^x \cdot t_{\text{х}} \cdot k_{\text{шт}};$$

$$P_{\text{см}}^x = q_{\text{м}}^x \cdot t_{\text{х}} \cdot k_{\text{шт}};$$

де $q_{\text{т}}^x$, $q_{\text{в}}^x$, $q_{\text{м}}^x$ – добова норма витрачання палива, води і масла на ходу судна відповідно, т/добу.

$$P_{\text{т}}^x = 75 \cdot 16,7 \cdot 1,1 = 1377,8 \text{ т}$$

$$P_{\text{в}}^x = 8 \cdot 16,7 \cdot 1,1 = 147,0 \text{ т}$$

$$P_{\text{см}}^x = 0,28 \cdot 16,7 \cdot 1,1 = 5,1 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}}^x = 1377,8 + 147,0 + 5,1 = 1529,9 \text{ т}$$

Аналогічно знаходять кількість стоянкових запасів:

$$P_{\text{зап}}^{\text{ст}} = P_{\text{т}}^{\text{ст}} + P_{\text{в}}^{\text{ст}} + P_{\text{см}}^{\text{ст}};$$

$$P_{\text{т}}^{\text{ст}} = q_{\text{т}}^{\text{ст}} \cdot t_{\text{ст}};$$

$$P_{\text{B}}^{\text{CT}} = q_{\text{B}}^{\text{CT}} \cdot t_{\text{CT}};$$

$$P_{\text{CM}}^{\text{CT}} = q_{\text{M}}^{\text{CT}} \cdot t_{\text{CT}};$$

де q_{T}^{CT} , q_{B}^{CT} , q_{M}^{CT} – добова норма витрачання палива, води і масла на стоянці судна відповідно, т/добу.

$$P_{\text{T}}^{\text{CT}} = 12,0 \cdot 1,0 = 12,0 \text{ т}$$

$$P_{\text{B}}^{\text{CT}} = 8 \cdot 1,0 = 8,0 \text{ т}$$

$$P_{\text{CM}}^{\text{CT}} = 0,05 \cdot 1,0 = 0,05 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}}^{\text{CT}} = 12,0 + 8,0 + 0,05 = 20,05 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}} = 1529,9 + 20,05 = 1549,95 \text{ т}$$

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

Запаси палива, мастила і води прийняті трохи більше чим необхідно на рейс.

На відхід на судні було: важкого палива 2899,9 т; дизельного палива 234,6 т; води 240 т; мастила 79,0 т; інших запасів 81,6 т.

$$\text{Усього } P_{\text{зап}} = 3535,1 \text{ т}$$

За рейс буде витрачено 1252,5 т важкого палива і 4,7 т мастила. Води на прихід буде більше ніж на відхід, так як на судні працює опріснювальна установка продуктивністю 25 т/добу.

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

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

де $P_{\text{кон}}$ – константа (екіпаж, постачання та ін.)

$$\Delta_{\text{ч}} = 63007 - 3535,1 - 283,7 = 59188,2 \text{ т}$$

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

3.4. Складання вантажного плану.

Перевізник несе відповідальність за неправильне розміщення вантажів на судні. Неправильне чи невдале розміщення вантажів, перевантаження окремих відсіків неминуче приводить до перенапруг корпусу, а в окремих випадках до ушкоджень і навіть аварії судна. Тому судно повинне бути завантажене так, щоб не з'явилося крену, були належний диферент і достатня остійність, не були порушені умови місцевої і загальної міцності. Це досягається відповідним розподілом вагового навантаження по вантажних приміщеннях судна.

Розміщення контейнерів представлено в главі 4 на рис.4.1 і в табл.4.4.

3.5. Характеристика експлуатаційних умов рейсу.

При складанні вантажного плану необхідно в комплексі враховувати характеристики судна, вантажів, траси і портів заходу.

Гідрометеорологічні умови плавання, опис та характеристика портів заходу в частині що стосується вантажних операцій представлені в розділі 2.

Відстань між портами: $S = 6359,25$ миль

Порт відходу: Волфіш-Бей (Намібія). Густина води $\rho = 1,025$ т/м³.

У порту Волфіш -Бей діє тропічна вантажна марка.

Бухта Волфіш - основний порт Намібії, розташований на центральному узбережжі Намібії, на південно-східній частині Уолфіш-Бей.

Ремонт: Майстерні доступні для ремонту транспортних засобів та зв'язку. Водолази доступні за запитом до капітана порту.

Прісна вода: берегове з'єднання доступне для подачі свіжої води до суден на всіх комерційних причалах та причалах танкерів. Може поставлятися на будь-яку набережну зі швидкістю 15 т/год на шланг до 4 шлангів на судно.

Бункерування: Причали № 1-5, трубопроводом та Причали №6–8 через автоцистерну.

Державні свята: Різдво та Новий рік.

Час роботи: зазвичай 07.00-12.00 год. Та 13.00-17.00 год. Сб 06.00-12.00 год., Неділя та державні свята 08.00-12.00 год. Та 13.00-17.00 год. Понаднормова робота за запитом.

Порт приходу: Порт Кланг. Густина води $\rho=1,025 \text{ т/м}^3$.

Загальний опис: Порт Кланг є найбільшим портом Малайзії та входить до топ-15 найзавантаженіших контейнерних портів світу. Він розташований на західному узбережжі півострова Малакка, в стратегічно важливому місці Малаккської протоки.

Порт складається з трьох основних районів: Westport (основний контейнерний термінал), Northport (історичний та багатоцільовий термінал) та Southpoint. Загальна протяжність причальної лінії перевищує 13 км, а площа складських територій дозволяє ефективно обробляти транзитні вантажі.

Обладнання: Причали обслуговуються сучасним обладнанням, що включає:

- Понад 90 причальних кранів (Quay Cranes), значна частина з яких належить до класу Super Post-Panamax, що дозволяє обробляти найбільші контейнеровози у світі.
- Понад 3 500 рефрижераторних точок (переважно на терміналі Westport) для зберігання вантажів, що потребують температурного режиму.
- Сучасні козлові крани на пневмоході (RTG) для роботи на контейнерних майданчиках.

Пропускна здатність: Річний вантажообіг порту перевищує 14 млн TEU (за даними останніх років), що підтверджує його статус провідного логістичного хабу Південно-Східної Азії після Сінгапуру.

Ремонт: У районі порту та на прилеглих територіях доступні послуги судноремонту, включаючи ремонт двигунів, навігаційного обладнання та підводне очищення корпусу. Є можливості для докування невеликих та середніх суден на місцевих верфях.

Бункерування: Постачання палива здійснюється переважно бункерувальними баржами на якірних стоянках та біля причалів.. Замовлення зазвичай подається за 24–48 годин.

Прісна вода: Прісна вода доступна біля причалів через берегові гідранти (швидкість подачі ~30–50 т/год) або за допомогою водоналивних барж на рейді.

Робочий час: Порт працює цілодобово (24/7) протягом усього року, включаючи вихідні та святкові дні.

Офіси та адміністрація: 08:30–17:30 (понеділок–п’ятниця), субота — скорочений день.

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1. Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

Для оцінки морехідних якостей використовувалась Інформація про остійність (7G-7000-010_Final Trim & Stability Booklet).

Абсциси відраховуються від мідель-шпангоуту і мають знак в кормовій частині “ – ”, а в носовій частині “ + ”. Диферент на корму має знак “ – ”, а на ніс “ + ”.

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

Таблиця 4.1 - Розподіл запасів на відхід

Найменування цистерн	Міст- кість, 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.5 H.F.O.T. (C)	1380,7	870,0	-14,215	4,284	-12367	3727
NO.5 H.F.O.T. (P)	1004,6	565,0	-14,215	4,351	-8031	2458
NO.5 H.F.O.T. (S)	1004,6	570,0	-14,215	4,358	-8103	2484
NO.4 DEEP H.F.O.T. (C)	567,9	382,5	-6,117	7,318	-2340	2799
NO.5 DEEP H.F.O.T. (C)	454,7	220,4	-34,960	5,949	-7705	1311
H.F.O. SERV. T. (P)	104,7	102,4	-66,720	11,866	-6832	1215
H.F.O. SETT. T. (P)	104,7	101,9	-66,720	11,866	-6799	1209
L.S.H.F.O. SERV. T. (P)	45,0	44,5	-66,720	12,872	-2969	573
L.S.H.F.O. SETT. T. (P)	45,4	43,2	-66,720	12,879	-2882	556
Всього моторного палива		2899,9	-20,01	5,63	-58028	16332
Дизельне паливо $\rho = 0,85 \text{ т/м}^3$						
M. D.O. STOR. T. (S)	146,6	93,9	-68,720	13,923	-6453	1307
M. G.O. STOR. T. (S)	141,8	91,2	-68,720	13,923	-6267	1270
M. D.O. SERV. T. (P)	51,8	49,5	-71,920	15,173	-3560	751
Всього дизельного палива		234,6	-69,39	14,19	-16280	3328

Продовження табл.4.1

1	2	3	4	5	6	7
Мастило $\rho = 0,90 \text{ т/м}^3$						
MAIN L.O. STOR.T.(P)	43,8	18,6	-76,320	13,623	-1420	253
MAIN L.O. SUMP.T. (C)	45,6	21,4	-80,583	0,959	-1724	21
S/T L.O. SUMP.T.	3,1	1,3	-93,780	1,900	-122	2
CYL.O. STOR.T.(P)	54,1	25,5	-87,065	13,873	-2220	354
G/E L.O.STOR.T.(P)	24,2	12,2	-81,520	15,066	-995	184
Всього мастила		79	-82,04	10,3	-6481	814
Вода $\rho = 1,00 \text{ т/м}^3$						
F.W.T.(P)	200,3	121	-94,681	14,269	-11456	1727
F.W.T.(S)	211,1	119	-93,053	14,190	-11073	1689
Всього води		240	-93,87	14,23	-22529	3416
Інші						
C.W.T. (C)	81,6	81,6	-10,89	4,24	-889	346
Всього		81,6	-10,89	4,24	-889	346
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:		3535,1	-29,48	6,86	-104207	24236

Таблиця 4.2.- Розподіл запасів на прихід

Найменування цистерн	Міст- кість, 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.5 H.F.O.T. (P)	1004,6	565,0	-14,215	4,351	-8031	2458
NO.5 H.F.O.T. (S)	1004,6	570,0	-14,215	4,358	-8103	2484
NO.5 DEEP H.F.O.T. (C)	454,7	220,4	-34,960	5,949	-7705	1311
H.F.O. SERV. T. (P)	104,7	102,4	-66,720	11,866	-6832	1215
H.F.O. SETT. T. (P)	104,7	101,9	-66,720	11,866	-6799	1209
L.S.H.F.O. SERV. T. (P)	45,0	44,5	-66,720	12,872	-2969	573
L.S.H.F.O. SETT. T. (P)	45,4	43,2	-66,720	12,879	-2882	556
Всього моторного палива		1647,4	-26,3	5,95	-43321	9806
Дизельне паливо $\rho = 0,85 \text{ т/м}^3$						
M. D.O. STOR. T. (S)	146,6	93,9	-68,720	13,923	-6453	1307
M. G.O. STOR. T. (S)	141,8	91,2	-68,720	13,923	-6267	1270

Продовження табл.4.2

1	2	3	4	5	6	7
M. D.O. SERV. T. (P)	51,8	49,5	-71,920	15,173	-3560	751
Всього дизельного палива		234,6	-69,39	14,19	-16280	3328
Мастило $\rho = 0,92 \text{ т/м}^3$						
MAIN L.O. STOR.T.(P)	43,8	18,6	-76,320	13,623	-1420	253
MAIN L.O. SUMP.T. (C)	45,6	21,4	-80,583	0,959	-1724	21
S/T L.O. SUMP.T.	3,1	1,3	-93,780	1,900	-122	2
CYL.O. STOR.T.(P)	54,1	20,8	-87,065	13,523	-1811	281
G/E L.O.STOR.T.(P)	24,2	12,2	-81,520	15,066	-995	184
Всього мастила		74,3	-81,72	9,97	-6072	741
Вода $\rho = 1,00 \text{ т/м}^3$						
F.W.T.(P)	200,3	170	-94,681	14,983	-16096	2547
F.W.T.(S)	211,1	156	-93,063	14,704	-14518	2294
Всього води		326	-93,91	14,85	-30614	4841
Інші						
C.W.T. (C)	81,6	81,6	-10,89	4,24	-889	346
Всього		81,6	-10,89	4,24	-889	346
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:		2363,9	-41,11	8,06	-97176	19062

Розміщення баласту приведено в табл.4.3.

Таблиця 4.3.– Розподіл баласту

Найменування цистерн	Місткість, т	Маса т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
NO.2 D.B. & S.W.B.T.(P)	1401,8	1401,8	64,257	5,229	90075	7330
NO.2 D.B. & S.W.B.T.(S)	1401,8	1401,8	64,257	5,229	90075	7330
NO.3 D.B.W.B.T.(P)	484,6	484,6	36,284	0,938	17583	455
NO.3 D.B.W.B.T.(S)	484,6	484,6	36,284	0,938	17583	455
NO.4 D.B.W.B.T.(P)	617,7	617,7	7,571	0,935	4677	578
NO.4 D.B.W.B.T.(S)	617,7	617,7	7,571	0,935	4677	578
NO.6 D.B.W.B.T.(P)	825,6	825,6	-48,601	2,253	-40125	1860
NO.6 D.B.W.B.T.(S)	825,6	825,6	-48,601	2,253	-40125	1860

Продовження табл.4.3

1	2	3	4	5	6	7
NO.4 L.S.W.B.T.(P)	561,7	561,7	6,702	2,223	3765	1249
NO.4 L.S.W.B.T.(S)	561,7	561,7	6,702	2,223	3765	1249
ВСЬОГО БАЛАСТУ:		7782,8	19,52	2,95	151950	22944

Розподіл вантажів представлено в табл.4.4.

Таблиця 4.4— Розподіл вантажів

Бей №	Кількість, шт	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
01	22	209,8	105,315	21,034	22095	4413
03	26	256,9	98,638	20,552	25340	5280
05	24	265,1	91,014	13,425	24128	3559
07	32	355,5	84,452	13,227	30023	4702
09	113	1153,8	76,536	19,966	88307	23037
11	119	1231,2	70,042	19,41	86236	23898
13	71	851,1	62,074	13,655	52831	11622
15	77	923,5	55,621	13,258	51366	12244
17	141	1632,2	47,625	19,197	77734	31333
19	144	1594,8	41,19	18,975	65690	30261
21	90	975,5	33,188	11,163	32375	10890
23	90	933,9	26,767	11,252	24998	10508
25	89	981,4	18,729	10,863	18381	10661
27	89	974,3	12,365	10,935	12047	10654
29	159	1532,4	4,299	20,005	6588	30656
31	158	1766,3	-2,065	19,985	-3647	35300
33	134	1494,8	-10,091	19,817	-15084	29622
35	135	1401,9	-16,534	19,815	-23179	27779
37	42	438,5	-24,559	6,816	-10769	2989
39	42	447,8	-30,927	7,005	-13849	3137
41	154	1580,1	-39,017	18,45	-61651	29153
43	153	1688,7	-45,33	18,725	-76549	31621

Продовження табл.4.4

1	2	3	4	5	6	7
45	46	489,5	-53,442	8,274	-26160	4050
47	46	498,4	-59,765	8,155	-29787	4064
53	6	87,4	-100,41	13,44	-8776	1175
Всього 20'	2202	23764,8	14,67	16,52	348688	392608
02	22	443,4	101,977	28,323	45217	12558
06	58	1039,7	87,733	27,046	91216	28120
14	75	1380,3	58,848	29,994	81228	41401
18	9	183,5	44,408	30,102	8149	5524
22	64	1321,1	29,978	29,911	39604	39515
26	78	1523,9	15,547	30,142	23692	45933
38	125	1996,5	-27,743	25,143	-55389	50198
46	91	1448,3	-56,604	24,756	-81980	35854
50	43	752,5	-89,063	26,071	-67020	19618
54	74	1313,4	-103,48	20,045	-135911	26327
58	26	451,1	-117,66	24,558	-53078	11078
Всього 40'	665	11853,7	-8,80	26,67	-104272	316126
ВСЬОГО	2867	35618,5	6,86	19,90	244416	708734

Апліката центру ваги контейнерів визначалася таким чином: рахувався момент кожного ярусу контейнерів відносно основної площини, потім визначався сумарний момент (всіх контейнерів в трюмах і палубі), і потім розраховувалася апліката центру ваги цих контейнерів діленням сумарного моменту на їх масу.

Аналогічним чином визначалася абсциса центру ваги контейнерів.

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

Таблиця 4.5 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на відхід

Найменування статей навантаження	На відхід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		х	z	М _х	М _z
Судно порожнє	18985	-16,337	14,593	-310158	277048
Константа	283,7	-20,86	20,20	-5918	5731
Суднові запаси	3535,1	-29,48	6,86	-104207	24236
Вантаж	35618,5	6,86	19,90	244416	708734
Баласт	7782,8	19,52	2,95	151950	22944
Всього водотоннажність	66205,1	-0,36	15,69	-23917	1038693

Таблиця 4.6 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на прихід

Найменування статей навантаження	На прихід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		х	z	М _х	М _z
Судно порожнє	18985	-16,337	14,593	-310158	277048
Константа	283,7	-20,86	20,20	-5918	5731
Суднові запаси	2363,9	-41,11	8,06	-97176	19062
Вантаж	35618,5	6,86	19,90	244416	708734
Баласт	7782,8	19,52	2,95	151950	22944
Всього водотоннажність	65033,9	-0,26	15,89	-16886	1033519

Схематично розподіл вантажу представлено на бей-плані (рис.4.1).

4.2. Розрахунки посадки і початкової остійності

Розрахунок посадки судна на відхід на прихід виконується з використанням вантажної шкали і гідростатичних кривих.

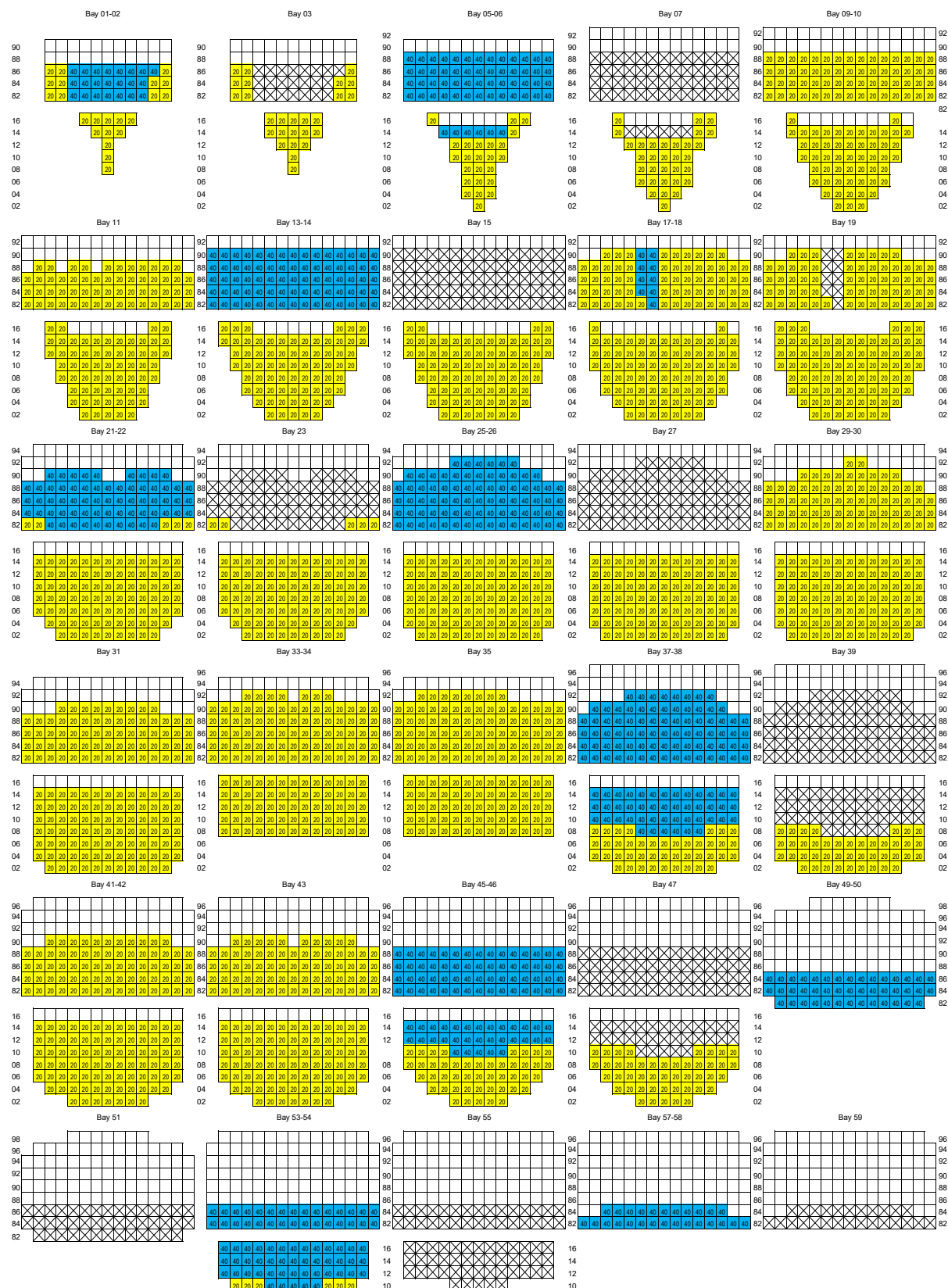


Рисунок 4.1 - Бей-план

Таблиця 4.7 – Розрахунок посадки судна на відхід і на прихід

Найменування величин	Позначення та формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
Водотоннажність масова, т	D	66205,1	65033,9
Абсциса центра ваги судна, м	x_g	-0,36	-0,26
Водотоннажність об'ємна, м ³	$V = D / \rho$	64590	63448
Густина води, т/м ³	ρ	1,025	1,025
Осадка судна, м	T	11,45	11,29
Момент диферентуючий на 1 см, тм/см	M_{cm}	1012,5	1006,4
Абсциса центра плавучості судна, м	x_c	0,32	0,48
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	x_f	-8,93	-8,33
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	17,39	17,42
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,622	0,620
Диферент судна, м	$d = D(x_g - x_c) / (100M_{cm})$	-0,44	-0,48
Осадка судна носом, м	$T_n = T - (L/2 + x_f) d/L$	11,21	11,03
Осадка судна кормою, м	$T_k = T_n + d$	11,65	11,51

Для виконання розрахунків та контролю остійності судна необхідно визначити поправки на вплив вільної поверхні рідких вантажів (запасів і баласту) до метацентричної висоти і плечам статичної остійності. При визначенні виправлення на вільні поверхні в розрахунок приймаються цистерни запасів з найбільшим виправленням Δm_h незалежно від ступеня їхнього заповнення. Поправочні моменти Δm_h вибираються з таблиці даних по судових цистернах, що приводиться в Інформації.

Таблиця 4.8 - Поправки на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h , тм
1	2
NO.5 H.F.O.T. (C)	2531
NO.5 H.F.O.T. (P)	1282
NO.5 H.F.O.T. (S)	1282

Продовження табл.4.8.

1	2
NO.4 DEEP H.F.O.T. (C)	1792
NO.5 DEEP H.F.O.T. (C)	851
M. D.O. STOR. T. (S)	72
M. G.O. STOR. T. (S)	65
MAIN L.O. SUMP.T. (C)	47
F.W.T.(P)	156
F.W.T.(S)	71
Сума: $\Sigma \Delta m_h$	8149

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний у табл.4.9.

Таблиця 4.9 – Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення та формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
Водотоннажність масова, т	D	66205,1	65033,9
Невиправлена апліката центра ваги судна, м	z_{g0}	15,69	15,89
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	17,39	17,42
Невиправлена метацентрична висота, м	$h_0 = z_m - z_{g0}$	1,70	1,53
Виправлення на вільні поверхні, м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / D$	0,12	0,13
Виправлена апліката центра ваги судна, м	$z_g = z_{g0} + \Delta h$	15,81	16,02
Виправлена метацентрична висота, м	$h = h_0 - \Delta h$	1,58	1,40

4.3. Контроль остійності за матеріалами Інформації

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

Таблиця 4.10– Перевірка остійності по критичній аплікаті центра ваги судна

Найменування величин	Позначення та формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
Водотоннажність масова, т	D	66205,1	65033,9
Виправлена апліката центра ваги судна, м	Z_g	15,81	16,02
Максимальна гранична апліката центра ваги судна, м	$Z_g^{\max}$	16,69	16,72

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

4.4. Розрахунок і побудова діаграм остійності

Плечі статичної остійності розраховані з використанням таблиці плечей остійності форми (Cross-Curves of Stability).

Плечі остійності форми l_ϕ вибираються по осадці для тих кутів крену, які приведені в таблиці. Ці плечі відлічуються від точки К, що відповідає кільовій лінії.

Плечі остійності ваги необхідно розраховувати по формулі:

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

а виправлені на вплив вільних поверхонь плечі статичної остійності будуть рівні:

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

Розрахунок плечей діаграми статичної остійності виконується в табличній формі. У таблиці також представлений розрахунок площ під діаграмою статичної остійності до 30° , до 40° і від 30° до 40° з використанням коефіцієнтів Сімпсона.

Таблиця 4.11 – Розрахунок плечей статичної остійності на відхід

Водотоннажність D, т							66205,10	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							15,69	
Апліката умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м							15,81	
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плече форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \cdot \sin \theta^\circ$	Плече 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	3,041	0,174	2,751	0,290	4	1,160	3	0,870
20	6,089	0,342	5,407	0,682	2	1,364	3	2,046
30	9,092	0,500	7,905	1,187	4	4,748	1	1,187
40	11,645	0,643	10,166	1,479	1	1,479	$\sum_{30}$	4,103
50	13,304	0,766	12,110	1,194	$\sum_{40}$	8,751	$a_{0-30} = 3 \times 0,1745 \times 4,103 / 8 = 0,268$	
60	14,156	0,866	13,691	0,465	$a_{0-40} = 0,1745 \times 8,751 / 3 = 0,509$			
70	14,357	0,940	14,861	-0,504				
					$a_{30-40} = 0,509 - 0,268 = 0,241$			

Таблиця 4.12 – Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність D, т							65033,90	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							15,89	
Апліката умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м							16,02	
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плече форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \cdot \sin \theta^\circ$	Плече 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	3,043	0,174	2,787	0,256	4	1,024	3	0,768
20	6,092	0,342	5,479	0,613	2	1,226	3	1,839
30	9,094	0,500	8,010	1,084	4	4,336	1	1,084
40	11,663	0,643	10,301	1,362	1	1,362	$\sum_{30}$	3,691
50	13,335	0,766	12,271	1,064	$\sum_{40}$	7,948	$a_{0-30} = 3 \times 0,1745 \times 3,691 / 8 = 0,242$	
60	14,196	0,866	13,873	0,323	$a_{0-40} = 0,1745 \times 7,948 / 3 = 0,462$			
70	14,394	0,940	15,059	-0,665				
					$a_{30-40} = 0,462 - 0,242 = 0,220$			

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

4.5. Розрахунки нормованих параметрів остійності

Рекомендовані критерії остійності неушкоджених суден Міжнародною Морською Організацією (IMO) містяться в Adoption of the International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code), Resolution MSC.267(85).

Розрахунок нормованих параметрів остійності виконаний у табл. 4.13.

Таблиця 4.13 – Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення та формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	66205,1	65033,9
Осадка судна, м	T	11,45	11,29
Виправлена метацентрична висота, м	h	1,58	1,40
Площа парусності, м ²	A _v	5778	5818
Апліката центра парусності (ЦП), м	z	12,71	12,78
Плече парусності при постійному вітрі, м	$z_v = z + T/2$	18,44	18,43
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	$l_{w1} = 0,504 A_v z_v / (g D)$	0,083	0,085
Кренувальне плече від пориву вітру, м	$l_{w2} = 1,5 l_{w1}$	0,125	0,128
Відносна площа скулових кілів, %	$100 A_k / (L B)$	0,5081	
Коефіцієнт	k	0,9898	
Відносна ширина	B/T	3,27	3,31
Безрозмірний множник	X ₁	0,846	0,838
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,622	0,620
Безрозмірний множник	X ₂	0,959	0,958
Інерційний коефіцієнт	$c = 0,373 + 0,023B/T - 0,043L/100$	0,344	0,345
Період хитавиці, с	$T_\theta = 2 c B / \sqrt{h}$	20,5	21,8
Коефіцієнт	S	0,0350	0,0350

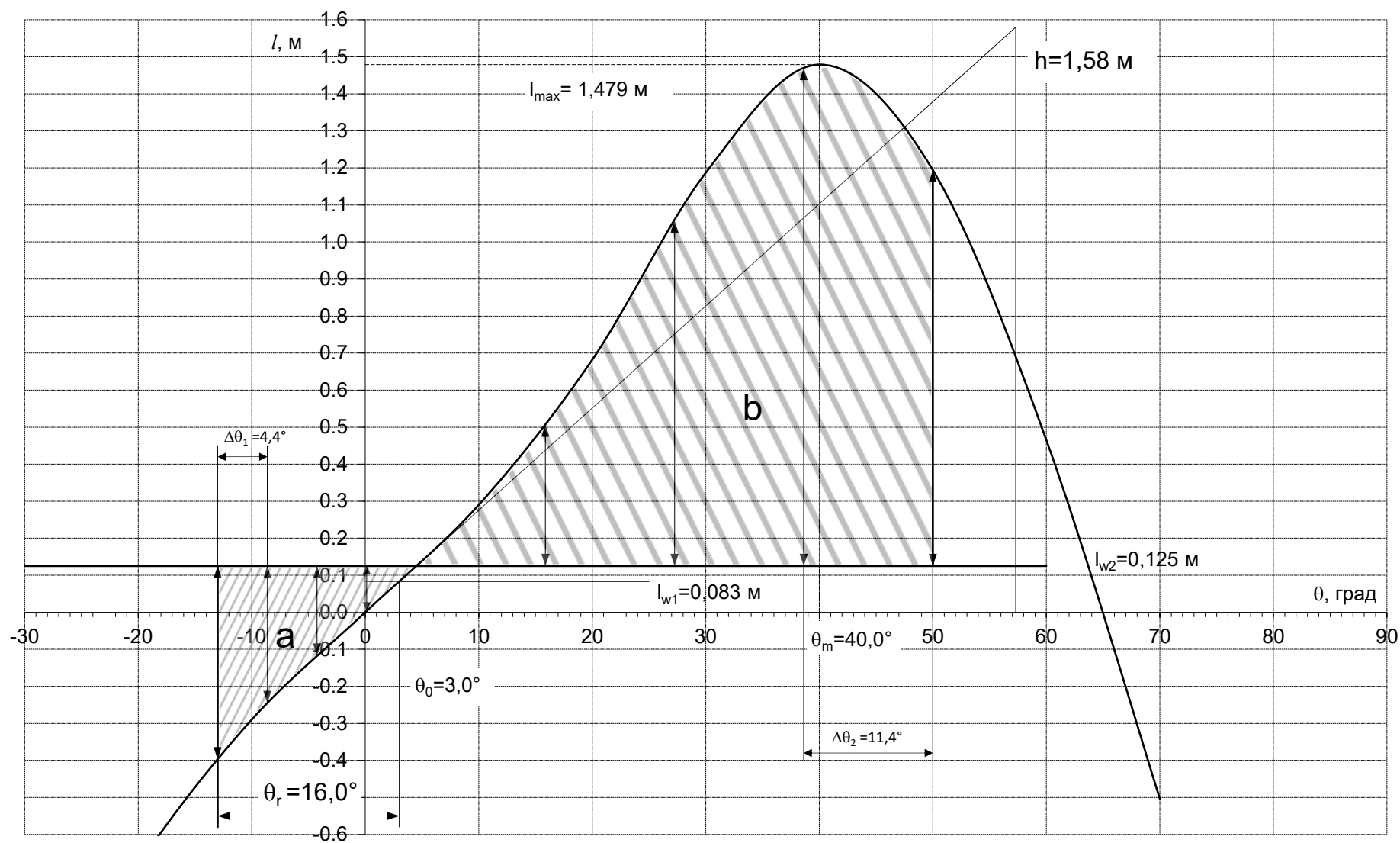


Рисунок 4.2 - Діаграма статичної остійності на відхід і визначення критерію погоди

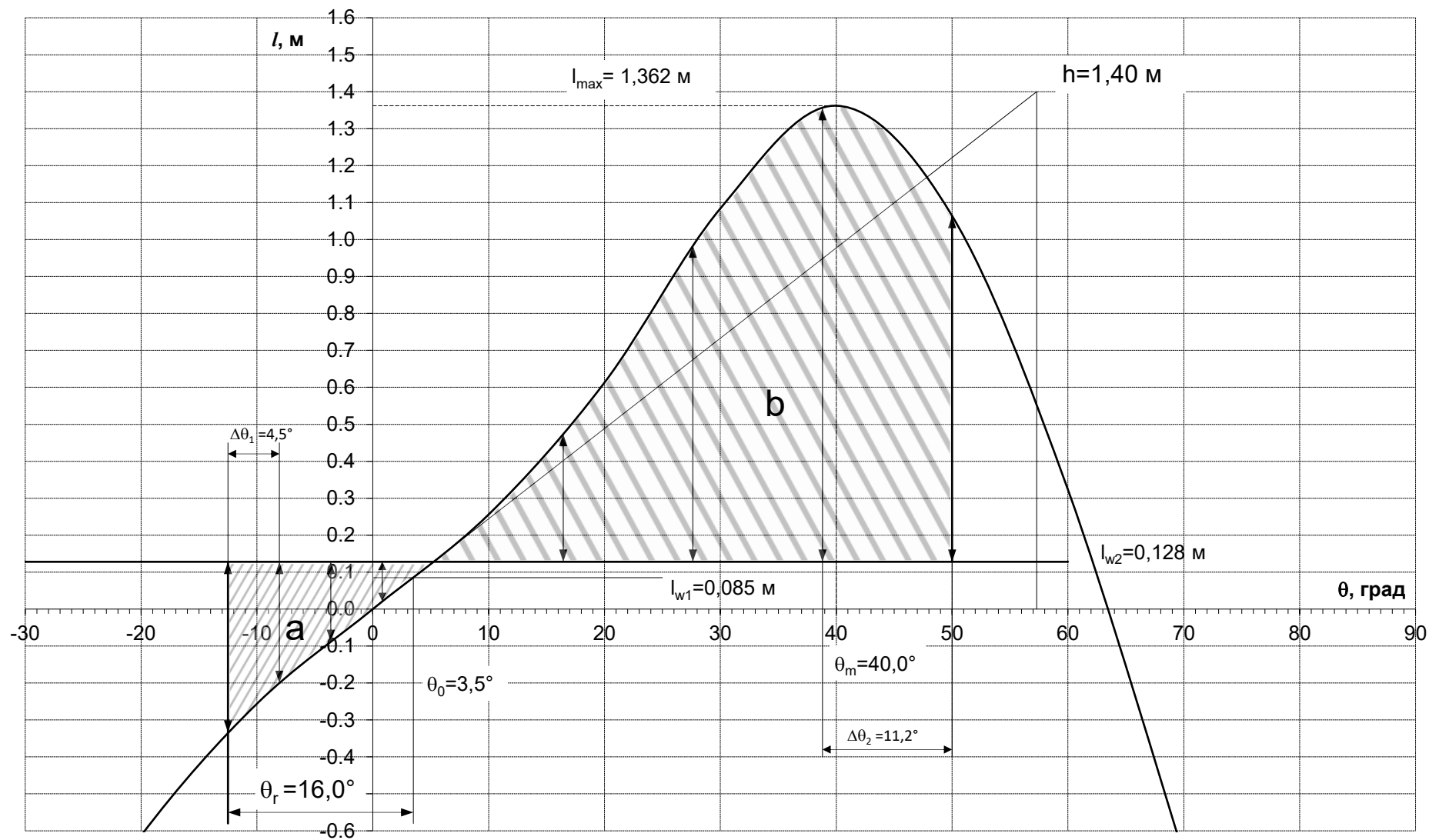


Рисунок 4.3 - Діаграма статичної остійності на прихід і визначення критерію погоди

Продовження табл.4.13

1	2	3	4
Коефіцієнт	$r = 0,73 + 0,6 (z_g - T) / T$	0,958	0,981
Амплітуда качки, °	$\theta_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{r S}$	16,0	16,0
Кут заливання, °	θ_f	53,5	54,1
Кут входу палуби у воду, °	$\theta_d = \arctg(2(H - T) / B)$	29,7	30,0
Кут крена від постійного вітру, °	θ_0	3,0	3,5
Кут крена при качці назустріч вітру, °	$\theta_1 = \theta_r - \theta_0$	13,0	12,5
Границя площ. “b” діаграми справа, °	θ_b	50	50
Площа “a” діаграми, м-рад	a	0,076	0,068
Площа “b” діаграми, м-рад	b	0,651	0,583
Критерій погоди	$K = b / a$	8,57	8,57

Для визначення критерію погоди на діаграмах статичної остійності необхідно побудувати площі “a” і “b”.

Для розрахунку величини площ “a” і “b” використаємо правило Сімпсона. Для цього площі “a” і “b” діляться на чотири ділянки однакової довжини по куту крену. Розрахунок площ виконується в табличній формі аналогічно розрахунку площі a_{0-40} . При цьому, замість множника 0,1745, приймаємо довжини ділянок $\Delta\theta_1$ і $\Delta\theta_2$ у радіанах.

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

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (13,0 + 1,5 \cdot 3,0)/4 = 4,38^\circ$			$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 4,38^\circ/57,3 = 0,0764 \text{ рад}$		
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 3,0)/4 = 11,38^\circ$			$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 11,38^\circ/57,3 = 0,1985 \text{ рад}$		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0,522$	1	0,522	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,370$	4	1,480	$b_2 = 0,382$	4	1,528
$a_3 = 0,242$	2	0,484	$b_3 = 0,933$	2	1,866
$a_4 = 0,120$	4	0,480	$b_4 = 1,345$	4	5,380
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 1,069$	1	1,069
		$\Sigma a = 2,966$			$\Sigma b = 9,843$
$a = \frac{1}{3} \Sigma a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 2,966 \times 0,0764 = 0,076$			$b = \frac{1}{3} \Sigma b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 9,843 \times 0,1985 = 0,651$		

Таблиця 4.15 – Визначення площ “a” і “b” на прихід за правилом Сімпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (12,5 + 1,5 \cdot 3,5)/4 = 4,45^\circ$			$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 4,45^\circ/57,3 = 0,0777 \text{ рад}$		
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 3,5)/4 = 11,2^\circ$			$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 11,2^\circ/57,3 = 0,1955 \text{ рад}$		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0,462$	1	0,462	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,328$	4	1,312	$b_2 = 0,346$	4	1,384
$a_3 = 0,217$	2	0,434	$b_3 = 0,856$	2	1,712
$a_4 = 0,106$	4	0,424	$b_4 = 1,228$	4	4,912
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 0,936$	1	0,936
		$\Sigma_a = 2,632$			$\Sigma_b = 8,944$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 2,632 \times 0,0777 = 0,068$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 8,944 \times 0,1955 = 0,583$		

4.6. Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

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

Таблиця 4.16 – Перевірка виконання рекомендацій ІМО

Найменування величин	Позна-чення	Значення величин			Викон. (YES/NO)
		норма-тивне	відхід	прихід	
Загальні критерії					
Площа під ДСО до кута крену 30 ⁰ , м·рад	A ₃₀	≥ 0,055	0,268	0,242	YES
Площа під ДСО до кута крену 40 ⁰ , м·рад	A ₄₀	≥ 0,09	0,509	0,462	YES
Площа під ДСО між 30 ° і 40 °, м рад	A ₃₀₋₄₀	≥ 0,03	0,241	0,220	YES
Плече ДСО при куті крену 30° або більше, м	l ₃₀	≥ 0,20	1,187	1,084	YES
Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, °	θ _m	≥ 25	40,0	40,0	YES
Виправлена метацентрична висота, м	h	> 0,15	1,58	1,40	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	8,57	8,57	YES
Кут крену від постійного вітру, °	θ ₀	≤ 16	3,0	3,5	YES

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

4.7. Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу

Перевірка подовжньої міцності судна виконується відповідно до суднової Інструкції по завантаженню (або Інструкції по міцності судна) у формі рекомендованих нею розрахункових таблиць зазвичай по перерізуючим силам і згинальним моментам у кількох розрахункових поперечних перерізах судна. Виконання такого розрахунку закінчується побудовою епюр перерізуючих сил і згинальних моментів, на яких також наносяться їх допустимі значення для прогину і перегину.

У даному рейсі перевірка подовжньої міцності корпусу судна виконується з комп'ютерної програмою, схваленою класифікаційним товариством.

Результати розрахунку по судновій програмі перерізують сили SF і згинального моменту BM на відхід судна представлені в табл.4.17.

Таблиця 4.17. – Перевірка подовжньої міцності на відхід

Пере- тин	X, м	SF, т	SFsea, %	Дод.SF, т	BM, тм	BMsea, %	Дод.BM, тм
1	2	3	4	5	6	7	8
14	11,20	1207	48,3	2500	8801	48,9	18000
18	23,84	3841	76,8	5000	40957	62,1	66000
23	38,28	4194	83,9	5000	99073	80,5	123000
29	43,08	3822	76,4	5000	118295	84,5	140000
45	55,88	3185	63,7	5000	164233	91,2	180000
49	70,71	2244	52,2	4300	203285	94,6	215000
53	85,14	1163	31,4	3700	225097	91,9	245000
57	99,57	740	20,0	3700	235361	87,8	268000
61	114,00	-842	21,1	-4000	231935	86,5	268000
65	148,43	-1259	31,5	-4000	212912	86,9	245000
69	142,86	-1544	38,6	-4000	188685	85,8	220000
73	157,29	-2341	58,5	-4000	156499	82,4	190000

Продовження табл.4.17

1	2	3	4	5	6	7	8
77	171,72	-2825	70,6	-4000	114987	76,7	150000
82	186,16	-2784	69,6	-4000	70659	70,7	100000
87	200,60	-2314	57,8	-4000	30197	50,3	60000
92	215,04	-564	20,2	-2800	7257	24,2	30000
98	230,88	-119	7,9	-1500	765	7,6	10000

Максимальна перерізуюча сила 4194 т на 23 шпангоуті.

Максимальний згинальний момент 235361 тм на 57 шпангоуті.

На рис.4.4. представлена епюра міцності на відхід.

Протягом всього рейсу загальна поздовжня міцність забезпечена.

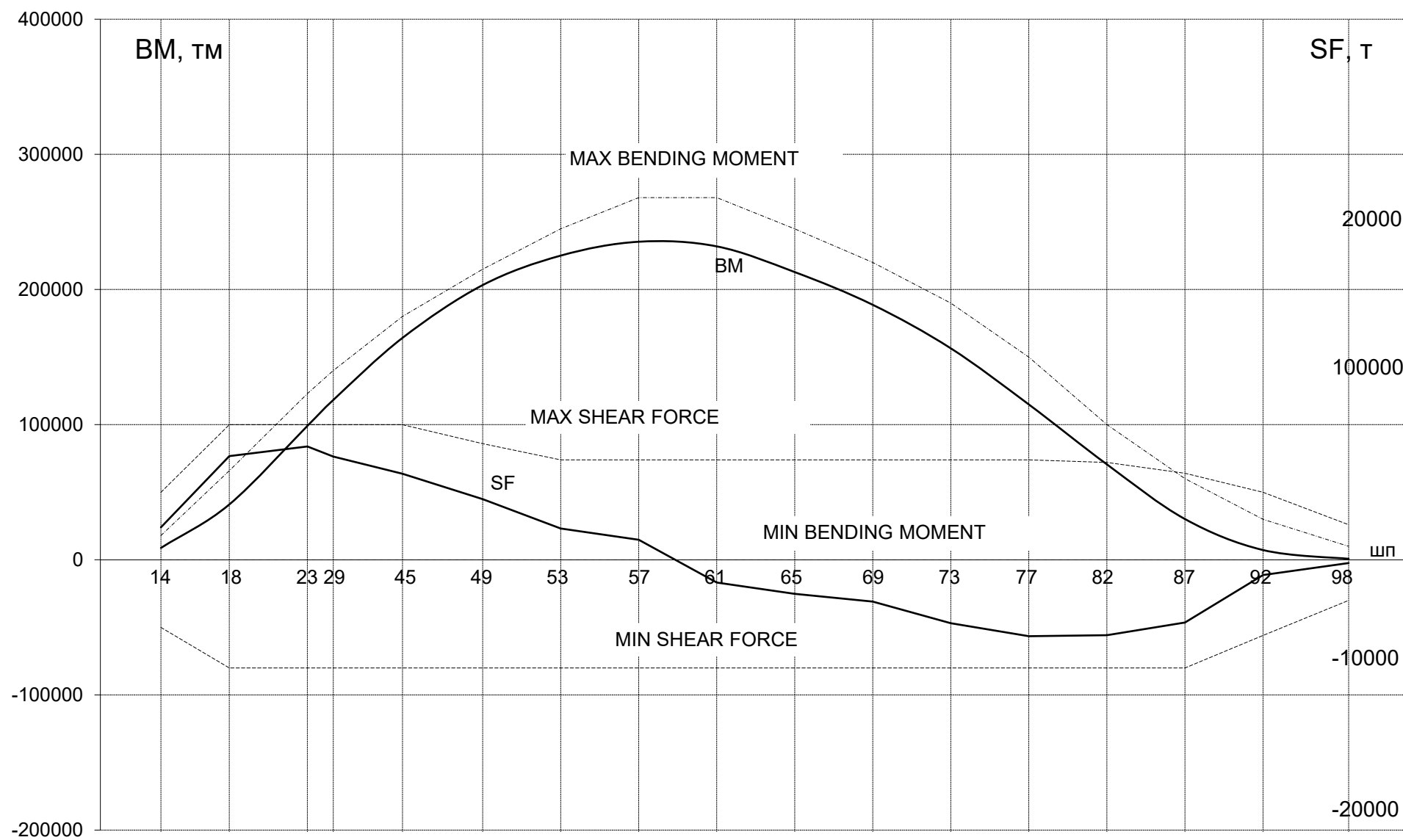


Рисунок 4.4. Контроль міцності на відхід

РОЗДІЛ 5

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ СУДНОВОДІННЯ В ЗОНАХ ПІДВИЩЕНОЇ ГРОЗОВОЇ АКТИВНОСТІ

5.1 Природа електричних явищ атмосфери та їх небезпека для судноводіння

Електричні явища атмосфери, такі як грози, лінійні та кульові блискавки, полярні саява, вогні святого Ельма та атмосферіки, належать до одних із найзагадковіших і найвеличніших процесів у природі. Водночас вони становлять серйозну загрозу для життєдіяльності людини, промислових об'єктів і, зокрема, для морського флоту. Актуальність вивчення цих явищ зумовлена тим, що, попри значний прогрес у метеорології, багато аспектів атмосферної електрики досі залишаються недостатньо вивченими. Проте їхній безпосередній вплив на безпеку судноводіння є беззаперечним. Хоча статистика свідчить, що у відкритому океані грози трапляються рідше, ніж над сушею, у прибережних зонах та районах активного судноплавства вони є регулярним і небезпечним фактором, що вимагає від екіпажів суден глибоких знань та підготовки. Перш ніж детально розглядати небезпеку електризованої атмосфери для суден, необхідно навести розширені теоретичні відомості стосовно фізики цих процесів.

Гроза – це складне атмосферне явище, пов'язане з розвитком потужних купчасто-дощових хмар (Cumulonimbus, Cb), під час якого виникають численні електричні розряди (блискавки) між хмарами або між хмарою і земною поверхнею. Ці розряди супроводжуються сильним звуковим ефектом – громом. Як правило, грозова діяльність супроводжується інтенсивними опадами у вигляді злив, граду, а в холодну пору року – сніжної крупи або мокрого снігу. Купчасто-дощові хмари являють собою величезні білі маси з темною, іноді синюватою основою, що вертикально розвиваються до висоти тропопаузи. Вони часто набувають форми гір

або веж, вершини яких можуть розтікатися, утворюючи характерне «ковадло» з волокнистою структурою. Нижня межа таких хмар зазвичай знаходиться на висоті 0,4–1,0 км, що є досить низьким показником і створює додаткові ризики для суден. Іноді спостерігається явище так званої «сухої грози», коли опади випаровуються, не досягаючи поверхні землі, але електричні розряди залишаються активними. Це явище особливо небезпечно через раптовість та ризик виникнення пожеж.

За умовами виникнення грози поділяють на два основні типи: внутрішньомасові та фронтальні.

1. Внутрішньомасові грози формуються у вологому та нестійкому повітрі всередині однієї повітряної маси без участі атмосферних фронтів.

- Найпоширенішим різновидом є теплова (місцева) гроза, яка виникає внаслідок інтенсивного прогрівання нижніх шарів повітря від підстильної поверхні (суші або води). Теплові грози над сушею характерні для літнього періоду: вони розвиваються після полудня, досягають піку активності в другій половині дня і розсіюються ввечері. Над морем добовий хід може бути іншим: вода довго зберігає тепло, тому грози можуть виникати і вночі.
- Внутрішньомасові грози зазвичай мають локальний характер. Осередки грозової активності ізольовані один від одного і розташовуються на відстані 20–30 км. Це дозволяє суднам та літакам завчасно виявляти небезпечні зони за допомогою радіолокаторів і безпечно їх обходити.

2. Фронтальні грози розвиваються на межі розподілу повітряних мас – на холодних та теплих атмосферних фронтах.

- Грози на холодних фронтах є найбільш потужними та небезпечними. Вони виникають внаслідок стрімкого витіснення теплого вологого повітря вгору важким клином холодного повітря, що насувається. Цей процес призводить до утворення гігантських ланцюгів купчасто-дощових хмар, що супроводжуються зливами, градом та шквалами, які часто досягають ураганної сили. Особливістю гроз на

холодному фронті є їхнє посилення у другій половині дня, проте вони можуть тривати й вночі.

- Грози на теплих фронтах зустрічаються рідше. Вони розвиваються, коли тепле нестійке повітря повільно наповзає на клин холодного повітря. Складність їх виявлення полягає в тому, що грозові хмари часто замасковані шарувато-дощовими хмарами (Nimbostratus), що робить їх візуальне спостереження майже неможливим. Характерною рисою таких гроз є їхня активізація у вечірній та нічний час.

Фізика електризації хмар

Головна небезпека для судна та екіпажу полягає не лише у шквальному вітрі, але й у потужних електромагнітних полях, що виникають у хмарах. У купчасто-дощових хмарах створюється різниця потенціалів величезної напруги, що призводить до іскрових розрядів. Велика напруженість електричного поля виникає внаслідок електризації хмарних елементів (крапель води та кристалів льоду) та просторового розділення різнойменних зарядів.

Ці процеси є складними й базуються на зміні агрегатного стану води (замерзання, танення, сублімація), а також на механічній взаємодії частинок. Оскільки купчасто-дощові хмари є змішаними (містять і воду, і лід), у них постійно відбувається генерація зарядів.

Одним із ключових механізмів є розбризкування крапель. Коли краплі води досягають критичних розмірів (радіус 2–3 мм), вони стають нестабільними. Падаючи вниз назустріч висхідним потокам повітря, вони деформуються і розриваються. При цьому дрібні бризки набувають негативного заряду, а більші залишки краплі – позитивного (або навпаки, залежно від умов, проте частіше дрібні частинки виносяться вгору). Висхідні потоки підхоплюють легкі негативно заряджені частинки й виносять їх у верхню частину хмари, тоді як важчі позитивно заряджені краплі залишаються в нижніх шарах.

У верхній частині хмари, де температура значно нижча за нуль, відбувається взаємодія льодяних кристалів. Внаслідок тертя та зіткнення сніжної крупи з

дрібними кристаликами льоду відбувається перерозподіл заряду. Зазвичай дрібні кристали, що піднімаються до вершини хмари («ковадла»), заряджаються позитивно, а більші частки граду та крупи, що падають у центральну частину хмари, накопичують негативний заряд.

Таким чином, типова грозова хмара стає велетенським диполем (або триполем):

1. Вершина (кристалічна структура) має позитивний заряд.
2. Центральна та нижня частина мають потужний негативний заряд.
3. В основі хмари іноді формується локальна область позитивного заряду через танення опадів.

Цей розподіл зарядів індукує на поверхні Землі (або океану) під хмарою дзеркальний електричний заряд протилежного знаку (зазвичай позитивний). Напруженість електричного поля між хмарою і землею може досягати критичних значень — десятків і сотень кіловольт на метр. Коли напруженість перевищує пробивну міцність повітря, виникає гігантський іскровий розряд — блискавка.

Блискавка — це електричний розряд, струм у якому може досягати сотень кілоампер, а миттєва потужність — мільйонів кіловатів. Дослідження показують, що в активних зонах грозової хмари напруженість поля становить в середньому $1 \cdot 10^5$ – $2 \cdot 10^5$ В/м, а перед розрядом може локально зростати до $1 \cdot 10^6$ – $3 \cdot 10^6$ В/м.

Процес розвитку наземної блискавки зазвичай проходить кілька стадій:

1. Ступінчастий лідер: З хмари до землі рухається слабосвітний канал (лідер), який прокладає шлях для основного розряду. Він рухається стрибками (ступенями) довжиною кількадесят метрів.
2. Зустрічний стример: Коли лідер наближається до землі, на високих предметах (щоглах суден, громовідводах) індукується сильний заряд, і назустріч лідеру вистрілює зустрічний розряд (стример).
3. Головний розряд: У момент з'єднання лідера і стримера утворюється провідний канал, по якому від землі до хмари (зворотним ходом) проноситься головний

розряд. Саме він супроводжується сліпучим спалахом і розігрівом каналу до 30 000 °С, що викликає вибухову хвилю — грім.

За зовнішнім виглядом та фізичними властивостями розрізняють кілька типів блискавок:

- Лінійна блискавка — найпоширеніший тип. Має вигляд яскравої звивистої лінії, що часто розгалужується. Її довжина зазвичай становить 2–3 км, але при розрядах між хмарами може сягати 20 км і більше. Лінійна блискавка є багатократним явищем: по одному й тому ж каналу може пройти від 1 до 20 імпульсів за частки секунди. Саме це викликає ефект мерехтіння.
- Плоска (внутрішньохмарна) блискавка — спалах розсіяного світла всередині хмари, що не має чіткого каналу. Вона менш небезпечна для об'єктів на поверхні, але свідчить про високу електричну активність атмосфери.
- Кульова блискавка — рідкісне і досі не до кінця вивчене явище. Це світна сфера діаметром від кількох сантиметрів до метра, що вільно плаває в повітрі. Вона може існувати від кількох секунд до хвилини, рухатися за потоками повітря або довільно, проникати у приміщення через щілини та димарі. При руйнуванні може вибухати, завдаючи значних руйнувань та пожеж. Для суден кульова блискавка є особливо небезпечною в замкнутих просторах машинних відділень чи надбудов.
- Вогні святого Ельма — це коронний розряд у вигляді світних пучків або китиць, що виникають на гострих кінцях високих предметів (щоглах, антенах, реях) при великій напруженості електричного поля в атмосфері (зазвичай перед грозою або під час неї). Самі по собі вони не завдають шкоди, але слугують грізним попередженням про можливість удару лінійної блискавки.

Для морського судна зустріч із грозою несе комплексні ризики. Прямий удар блискавки в судно може спричинити:

1. Пошкодження радіоелектронного обладнання. Антени є найбільш вірогідними точками удару. Навіть розряд поруч із судном створює потужний електромагнітний імпульс, здатний вивести з ладу навігаційні прилади, радары та системи зв'язку.

2. Магнітну девіацію. Проходження потужного струму через металевий корпус судна може змінити його магнітне поле, що призводить до значних похибок магнітних компасів. Це явище може зберігатися тривалий час після удару.
3. Пожежі та вибухи. Хоча сталевий корпус судна працює як клітка Фарадея, захищаючи внутрішній простір, іскріння в місцях поганого контакту металевих частин може призвести до займання парів палива або вантажу.
4. Ураження екіпажу. Люди, що знаходяться на відкритій палубі під час грози, наражаються на смертельну небезпеку. Ураження може статися як від прямого удару, так і від струмів, що розтікаються металевими конструкціями.

Отже, розуміння природи електричних явищ в атмосфері є критично важливим для судноводіїв. Своєчасне виявлення типу грози, оцінка її руху та інтенсивності дозволяють екіпажу вжити необхідних заходів безпеки: заземлити антени, прибрати людей з палуб, змінити курс та підготувати аварійні засоби

Лідер – це початковий процес розвитку блискавки, її «підготовчі» частина. Роль лідера полягає в тому, що, пересуваючись від хмарою, він іонізує повітря і тим самим поступово пробиває шлях до поверхні землі, де завдяки індукції накопичуються заряди, протилежні за знаком до заряду нижньої частини хмари.

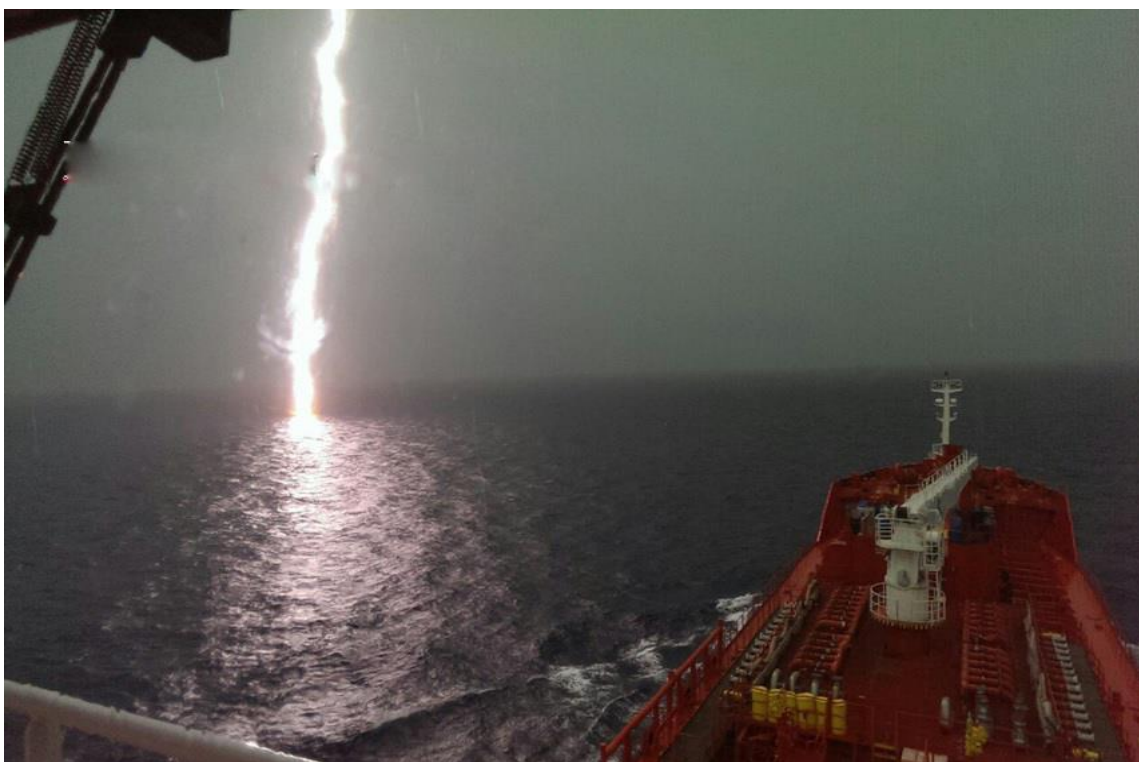


Рис. 5.1 - Фотографія лінійної блискавки в морі в Малаккській протоці

Коли лідер наближається до земні, напруженість електричного поля стає достатньо великою і під її дією зі стирчащих предметів на землі виникають самостійні розряди, що поширюються назустріч лідеру. Ця здатність блискавки використовується для блискавичників. Коли лідер і зустрічний розряд поєднуються, то по іонізованому лідером каналу рухається зворотній, або головний, розряд блискавки, що переносить від землі до хмари (зазвичай) позитивний заряд. Головний розряд більш потужний, ніж лідер. Він характеризується більшою швидкістю поширення, швидким наростанням струму, інтенсивним світінням.

За деякий час (лічені секунди) виникає другий, потім третій і наступні розряди (імпульси) зі своїми лідерами. Лідер першого розряду має ступінчастий характер, тобто пробивається до землі ступеня, поштовхами, і сильно розгалужений. Перед . наступними розрядами вже частково деіонізованим каналом блискавки рухається стрілкоподібний лідер. Кількість електрики, що переноситься за весь розряд блискавки, є невеликим, в середньому 20—30 Кл. Але беручи до

уваги малу тривалість блискавки, отримаємо великі значення для сили струму (в середньому 20000 А й більше). Дослідження виявили, що грозові розряди між хмарами або всередині однієї й тієї ж хмари відбувається частіше, ніж між хмарою й землею. Наприклад, у середніх широтах кількість розрядів на землю складає 40—50 %, а в екваторіальній зоні тільки 10—15 % від загальної кількості розрядів. Інші розряди відбуваються між хмарами. Плоска блискавка являє собою нелінійний електричний розряд всередині хмари, що складається, вочевидь, із тихих світних розрядів. Цей різновид блискавки варто відрізнити від освітлення окремих хмар віддаленої лінійної блискавки, коли через велику відстань (понад 15—20 км) грім вже не чути. Таке явище називають блискавицею. Чоткова блискавка— різновид блискавки, що зустрічається досить рідко і складається з окремих світлових куль діаметром в декілька сантиметрів, які розташовуються вздовж кривої шляхом розряду, котрий проходить перед її появою. Кульова блискавка (зображено на рис. 5.2) спостерігається частіше, ніж чоткова, але спостереження за нею мають випадковий і загалом якісний характер (рис. 10). Вона з'являється зазвичай після сильного розряду лінійної блискавки і має вигляд сяючої кулі, іноді витягнутої у вигляді груші. Її розміри частіше становлять 10—20 см і лише в окремих випадках досягають 1 м і більше.



Рис. 5.2 - Кульова блискавка

Тривалість існування кульової блискавки коливається від лічених секунд до кількох хвилин. Колір кулі зазвичай сліпучо білий, іноді з червонуватим відтінком. Переміщуючись зі швидкістю 2 м/с, кульова блискавка видає свистячий чи шиплячий звук, а зникає вона або непомітно, потріскуючи, або з оглушливим вибухом, залишаючи при цьому серпанок з різким запахом.

Кульова блискавка потрапляє в приміщення крізь відчинені вікна або двері, крізь шпаринки, димоходи; потрапивши до приміщення, покружлявши, вона часто йде тим самим шляхом, що й увійшла. Іноді кульова блискавка може бути причиною пожежі або, вибухаючи, може стати причиною руйнування. Такий різновид блискавки є одним з явищ природи, яке досі не має остаточного пояснення. Існує багато гіпотез, що пояснюють утворення кульової блискавки, але відомі ще поки тривалість її існування й величина енергії, якою вона володіє. В наш час багато вчених вваж є, що така блискавка являє собою клубок холодної плазми, яка створюється в каналі лінійної блискавки.

Але лінійна блискавка існує лічені секунди, а кульова блискавка живе десятки й сотні секунд. Відповідно, або весь час до неї повинна підводитися енергія зовні, або енергія блискавки не повинна випромінюватися. В поясненні, яким чином це відбувається, і лежить основна складність у розуміння кульової блискавки. Отже, зрозумілим є те, що блискавка є небезпечною для життя і здоров'я людини

Іонізація й електричне поле атмосфери

Під час дослідження атмосферної електрики вивчають стан атмосфери та її електропровідність, електричне поле в атмосфері, електричні струми в ній, об'ємні заряди атмосфери, електризацію хмар і опадів, грозові розряди та їхнє радіовипромінювання та ін. На розвиток явищ атмосферної електрики впливають різні метеорологічні умови. У свою чергу електричні характеристики стану атмосфери можуть в окремих випадках впливати на розвиток деяких метеорологічних процесів і повинні бути враховані в практичній діяльності. Вчення про атмосферну електрику виникло в середині XVIII ст., коли за припущенням Бенджаміна Франкліна були проведені дослід, в результаті яких була доведена ідентичність блискавки й електричної іскри. В Росії такі дослід були виконані Михайлом Ломоносовим і Георгом Ріхманом. Ломоносов запропонував перші схеми утворення грози й блискавки, заклавши тим самим основу теорії атмосферно-електричних явищ. Безпосереднім практичним результатом робіт М. В. Ломоносова, Б. Франкліна та інших фізиків став винахід блискавичника (блискавковідводу).

Наступні дослідження призвели до важливого висновку: електричні явища спостерігаються не тільки під час грози, але й при негрозовій хмарності й під час безхмарної погоди, тобто електричне поле в атмосфері існує постійно. Надалі вивчення стану атмосфери проводилося вже за різних погодних умов.

Точні кількісні виміри електричного поля атмосфери почалися з середини XIX ст. Наприкінці XIX ст. стали відомі провідні властивості повітря, але їхнє походження було пояснене лише в 1899 р., коли Ельстер і Гейтель припустили, що в

атмосферному повітрі присутні позитивні й негативні іони. Вивчення джерел цих іонів призвело до відкриття радіоактивності в атмосфері та в 1912 р. космічних променів. У ХХ ст. вчення про атмосферну електрику набуло поширення, було розвинене. Широка програма вимірів атмосферної електрики, яка містила, окрім наземних, виміри у вільній атмосфері та спостереження на океанах, була виконана в період Міжнародного геофізичного року, а також року Міжнародного геофізичного співробітництва на великих територіях, що охоплюють поверхню земної кулі. Було проведено виміри на штучних супутниках Землі й за допомогою геофізичних ракет. З 1971 р. спостереження ведуться на пілотованих космічних кораблях і на орбітальних станціях. Частина молекул атмосферних газів і частин атмосферного аерозолі – краплин, пилу, кристалів несе електричні заряди. Заряджені частинки називаються іонами. Молекули повітря заряджаються внаслідок втрати електрона або приєднання вільного електрона. До зарядженої молекули приєднуються інші молекули, в яких відбувається шляхом індукції розділення зарядів. З висотою кількість іонів збільшується, особливо швидкий зріст заряджених частинок починається приблизно вище 70 км, де починається іоносфера. Від ступеню іонізації залежить електропровідність атмосфери, і не дивлячись на те, що сумарна концентрація електронів в іоносфері досягає лише 1% концентрації нейтрального газу, електропровідність повітря в іоносфері в загальному в 10^{12} більше за іонізацію у земної поверхні. Радіохвилі різної довжини зазнають в іоносфері поглинання, переломлення і відбивання. Хвилі довжиною більше 20 м взагалі не можуть пройти крізь іоносферу: вони відбиваються вже шарами з невеликою концентрацією іонів в нижній частині іоносфери (на висотах 70-80 км). Середні і короткі хвилі відбиваються вищестоячими іоносферними шарами. Саме завдяки відбиттю від іоносфери є можливим дальній зв'язок на коротких хвилях.

Для радіохвиль іоносфера становить середовище, коефіцієнт заломлення в якому не перевищує одиниці й зменшується з висотою. Тому нижні шари іоносфери оптично більш щільні, ніж верхні. Радіохвиля, проходячи під деяким кутом з нижніх шарів іоносфери в верхні, заломлюється, траєкторія її викривляється опуклістю в бік меншої оптичної густини, до того ж більша концентрація електронів у шарі, тим більшим є заломлення. Якщо в іонізованому шарі електронна концентрація збільшується з висотою, то радіохвилі, проходячи крізь нього, будуть поширюватися по кривій, зверненій увігнутістю до земної поверхні, та, якщо на деякій відстані електронна концентрація видасться достатньо великою, відбудеться повне внутрішнє відбиття і хвилі повернуть обернено до земної поверхні.

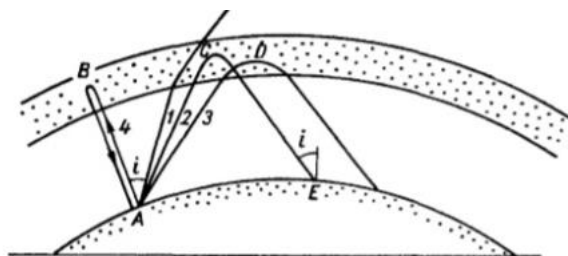


Рис. 5.3 – Траєкторія радіохвиль в атмосфері

Між довжиною відображеної радіохвилі (або її частотою) і концентрацією електронів у шарі, що відбиває, існує певна залежність: чим меншою є довжина хвилі, тим менше вона заломлюється і тим більшою є концентрація електронів необхідна для її відбиття. Найбільша частота (або найменша довжина λ_k) радіохвилі, яка падає під прямим кутом на шар із концентрацією електронів N і відбита від нього, називається критичною для даного шару. Між N і f_k існує такий зв'язок:

$$N = \frac{4\pi^2 \varepsilon_0 m}{e^2} f_{kr}^2 \quad (5.1)$$

Де:

e і m — заряд і маса електрона відповідно,

$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ Ф/м – електрична константа

Досвід довів, що чим коротші радіохвилі, тим вище вони проникають в іоносферу, що свідчить про зростання з висотою концентрації електронів. Однак хвилі коротші за 15—30 м під час вертикального падіння здатні пронизувати всю іоносферу та йти у світовий простір. Відповідно, на якійсь висоті зростання концентрації заряджених часток припиняється. Через це з космічного простору на Землю потрапляють радіохвилі коротші за 15—30 м. Спостереження за поширенням радіохвиль стали основою перших методів дослідження іоносфери – методів похилого і вертикального радіозондування. В загальних рисах їх сутність полягає в наступному. Змінюючи частоту імпульсів, що посилаються, можна визначити концентрацію електронів у шарах, що відбивають, на різних висотах, тобто знайти вертикальний розподіл концентрації електронів в іоносфері. Окреслений метод наземного радіозондування виявився непридатним для дослідження іоносфери вище за шар F, оскільки там уже не відбувається відбиття радіохвилі. Дослідження можливо проводити лише за умови поширення радіохвиль, що випромінюються джерелом, розташованим в самій іоносфері або вище за неї. Окрім того, відбиті хвилі нічого «не повідомляють» про склад іоносфери, про концентрацію часток, про те, яка частина молекул іонізована і який склад іонів. Якісний аналіз складу іоносфери можливий лише шляхом прямих методів дослідження. Радіовипромінювання іоносфери зверху, а також безпосередні якісні дослідження складу іоносфери стали можливими тільки з використанням геофізичних ракет, штучний супутників Землі і космічних кораблів.

Багато нових даних дають систематичні спостереження за радіосигналами, які посилають з геофізичних ракет і штучних супутників Землі. Окрім того, за допомогою зондів та йонових пасток, які піднімаються на ракетах і супутниках;

визначається безпосередньо концентрація заряджених частинок в усій товщі іоносфери, а тому числі й в областях, зовсім недоступних для спостереження з земної поверхні. Детальні спостереження успішно проводяться на пілотованих космічних кораблях.

Дані про атмосферну електрику використовують в різних сферах науки й техніки: в авіації, медицині, геофізиці; при проектуванні й експлуатації ліній електропередачі, під час вивчення електричних розрядів у хмарах і т.д. Окрім того, дані регулярних спостережень за градієнтом потенціалу й провідністю можуть слугувати індикаторами забруднення атмосфери. Як ми бачимо, історія дослідження електричних явищ є доволі давньою, проте з огляду на судноводіння ця проблема вивчалася мало, хоча деякі конструктивні міри при будівництві суден було перейнято з берегових споруджень, та їх значення є важливим для радіозв'язку на морі, для якого загрозою може становити інше електричне явище атмосфери, що носить назву атмосфериків.

Атмосферики— це радіохвилі, що випромінюються природними атмосферними розрядами – блискавками. Оскільки блискавка є короткочасним явищем, то й атмосферики мають вигляд короткочасних імпульсів, що сприймаються радіоприймачами як атмосферні перешкоди, котрі створюють шуми і тріск, які заважають радіоприйманню. Грозові розряди випромінюють електромагнітні коливання в широкому діапазоні частот, причому їхня енергія тим менша, чим вища частота. Тому атмосферики більш виявляються на довгих і середніх хвилях, ніж на коротких. Вони поширюються на дуже великі відстані (десятки тисяч кілометрів), бо, потрапивши в атмосферний хвилевід, багаторазово відбиваються на земній поверхні й нижній іоносфері. Вивчення атмосфериків має важливе значення через такі причини: по-перше, за допомогою атмосфериків пізнається природа їх генератора – блискавки; по-друге, з їх допомогою досліджуються характеристики атмосферного хвилеводу, що має суттєве значення для практики радіозв'язку; по-третє, низькочастотне поле атмосфериків

використовується під час геологічної розвідки; по-четверте, прийняття й реєстрація атмосфериків різними приладами й системами в різних діапазонах довжини хвиль дозволяє отримати різні характеристики грозової діяльності й стежити за розвитком переміщенням грозових вогнищ.

Таким чином, наприклад, в сезон дощів в акваторії Японії й Таїланду, коли спостерігається також висока грозова активність, суднові приймачі ПВ-КВ можуть відчувати перешкоди, внаслідок чого телефонний зв'язок передається з перешкодами, а телексі повідомлення з безпеки мореплавства можуть передаватися із затримкою і характерними шумами. В Японії це є характерним для червня-вересня. В країнах СНД і за кордоном на основі приймання радіовипромінювання від грозових розрядів діють лічильники ударів блискавок на землю, лічильники всіх блискавок, показники положення вогнищ близьких гроз, системи пеленгації грозових розрядів, системи однопунктної далекої пеленгації грозових розрядів (понад 10000 км) .

Розрізняють регулярні та нерегулярні джерела атмосфериків. Регулярні джерела атмосфериків існують і діють тривалий час і нечасто змінюють своє місце. Це світові джерела грозової діяльності, розташовані на континентах тропічного поясу; весь рік вони надсилають атмосферіки в найвіддаленіші частини земної кулі. До тропічних атмосфериків влітку додаються атмосферіки від місцевих гроз. Цим пояснюється характерний добовий і річний хід середнього рівня перешкод атмосфериків, а також помітне зменшення цього ходу зі збільшенням широти місця приймання. Нерегулярні джерела атмосфериків виникають лише в деякі сезони, розташування їх непостійне і може швидко змінюватися. Спостереження показують, що це загалом фронтальні грози. Тісний зв'язок атмосфериків із грозами дає можливість слідкувати за процесами розвитку і переміщення їх (в основному фронтальних гроз) і тим самим покращити прогнози гроз, особливо в місцях із рідкою мережею метеорологічних станцій.

Останнім часом отримали пояснення і так звані свистячі атмосферики, які також породжуються блискавками, але не захоплюються атмосферним хвилеводом, а пробиваючи іоносферу і рухаючись уздовж силових ліній магнітного поля Землі, повертаються на земну поверхню в іншій півкулі на тій самій геомагнітній широті. Таким чином, ми бачимо, що атмосферики мають вплив на радіозв'язок, що може бути критичним в процесі передачі сигналу аварії, пошуку, спасіння та навігації у прибережних водах або водах з великою кількістю суден.

Іншою загадкою, що ворухить розуми багатьох вчених, є предметом гострих дискусій серед вчених та предметом спекуляції ЗМІ є таємниця Бермудського трикутника, де зникло близько 40 об'єктів: суден та літаків. Є велика кількість теорій щодо Бермудського трикутника, серед яких теорія метанового газу, Саргасового моря, повітряних вибухів, ефекту підводних рифів, аномальної компасної варіації, підвищеної циклонічної активності, інфразвуку, аномальних хвиль та інших теорій від більш скептичних, з зазначенням людського фактору до містичних. Хоча Берегова охорона США та страхове товариство Lloyd's і зазначає, що в цьому регіоні зникло не більше суден та літальних об'єктів, слід однак приділити певної уваги до теорії Електронного туману, що набув назву «Ефекту Хатчінсона». Одне з пояснень зникнення Бермудського трикутника базується на електронному тумані - щось подібне до того, що міг продемонструвати канадський учений Джон Хатчінсон у власній лабораторії. Це щось на зразок сіруватої хмари електромагнітних полів, що утворюються над океаном. Такий електронний туман, здається, з'являється з нізвідки і повністю поглинає судно або літак. Тоді туман продовжує рухатися разом з судном або літаком. І незабаром всі електронні системи та інструменти починають виходити з ладу. Ніщо більше не працює правильно. Починається просторова дезорієнтація та спотворення часу. І нарешті судно або літак можуть навіть розпадатися або зникати безслідно.

У 1979 році Джон Хатчінсон показав, що якщо електромагнітні поля різної довжини хвилі взаємодіють між собою, в якийсь момент можуть статися дивні речі,

такі як: вода закручується в чашці, предмети, як дерево або метал, починають підніматися з підлоги і плавати навколо, або деякі предмети можуть навіть стріляти з фантастичною швидкістю. Електромагнетизм - це магнітне поле, яке утворюється, якщо струм пропускається через дріт або котушку. Хатчісон використовував власну квартиру у Ванкувері для своїх експериментів. Через брак місця він забив багато своїх інструментів у своїй маленькій квартирі. Майже всі вони були сирими машинами, що генерували різну довжину хвилі електромагнітних полів і працювали на нормальному джерелі живлення. Він продемонстрував дивну поведінку предметів більше 750 разів і довів, що через взаємодію таких електромагнітних полів можуть статися, мабуть, дивні речі. Наприклад, метали плавляться, ламаються, ковзаючи вбік, стають білими, але не спалюють нічого, що доторкнеться до нього. Таким чином, таке наукове пояснення електромагнітного явища атмосфери може бути однією з причин, що пояснює всю загадку Бермудського трикутника, що має безпосередній вплив на безпеку судноводіння, таким чином спростовуючи теорії любителів містики жовтої преси та відкрити очі скептиків ширше. Таким чином, ми бачимо, що електричні явища атмосфери мають безпосередній вплив на радіохвилі та електроніку, що наводить таким чином нас до того висновку, що електричні явища можуть мати небезпечний вплив на радіолокацію, що спостерігалось на власному досвіді, внаслідок дії вогнів святого Ельма. Тихі розряди у вигляді світлових пучків на вістрях (на верхівках щогол і на інших гострих предметах) при дуже великій напруженості електричного поля атмосфери. Спостерігаються вони при низькій купчасто-дощовій хмарності, особливо під час гроз, завій, пилових бур і можуть супроводжуватися потріскуванням або шипінням. Під час грози, сніжних й пилових бур і шквалів напруженість електричного поля в атмосфері сильно збільшується і досягає десятків тисяч В/м. При цьому електричне поле в безпосередній близькості від шпилястих предметів стає ще більшим і наближається до пробивного значення, яке дорівнює приблизно 106 В/м. В таких випадках спостерігається явище викоту

електрики з вістря – травинок, гілок, башт, щогол, зламів скель і т.п. Такі розряди, на відміну від блискавки, інколи супроводжуються легким потріскуванням або слабким шурхотінням і має назву тихі або коронні розряди. Іноді при збільшенні електричного поля розряди починають слабо сяяти, через що раніше їх називали вогнями святого Ельма (рис.5.4). Механізм утворення тихих розрядів у досить спрощеному уявленні полягає в наступному. Коли напруженість поля в шпильястих предметів (особливо висунутих на деяку відстань) досягає критичного значення, електрони й іони, що утворюються навколо вістря в результаті нормальної іонізації, набувають настільки високу швидкість, що іонізують молекули повітря, котрі зустрічають (іонізація ударом). Як результат, повітря у вістря стає провідним, створюються умови для помітного витоку як позитивної, так і негативної електрики, залежно від напрямку поля. зазвичай тихі розряди мають вид кистьового розряду.

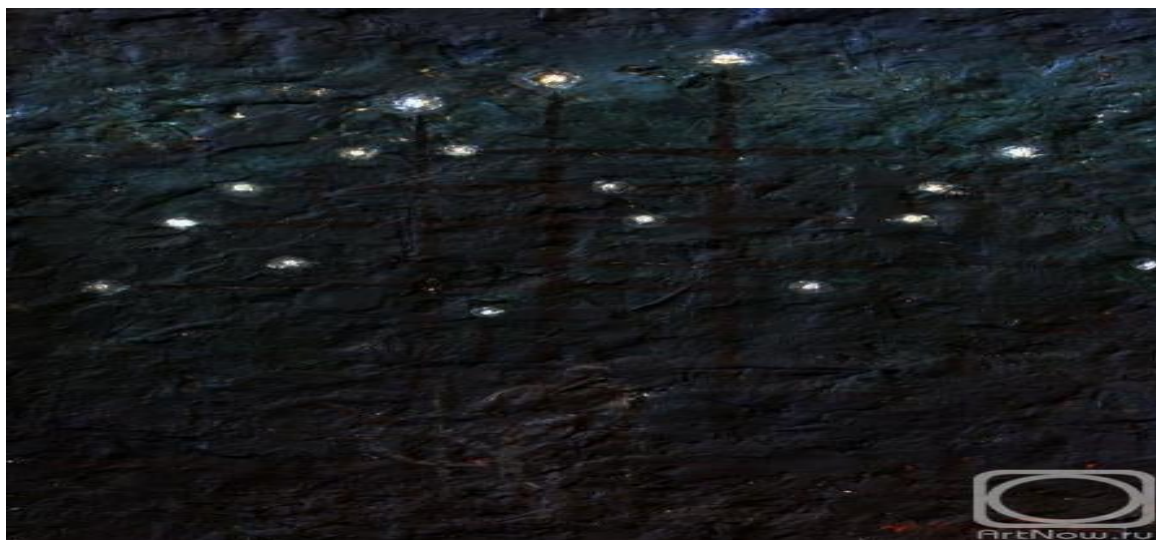


Рис. 5.4 – Вогні святого Ельма

Сила струму при них коливається в широких межах, від часток мікроампера до міліампера, залежно від напруженості поля і форми предметів. При витоку позитивної електрики розряди мають вигляд червонувато-фіолетового кольору довжиною близько 10 см із кутом при вершині конусу 90°. Під час витоку негативної електрики кисть має вигляд блакитного саява, довжина кисті 2—3 см і

промені розходяться тільки на 45° . Позитивні розряди помічаємо частіше за негативні і бувають найбільш інтенсивними, бо сильні електричні поля, що викликають тихі розряди, створюються зазвичай під час гроз, а грозові хмари в нижній частині заряджені негативно, що зумовлює наведення на земну поверхню позитивних зарядів. При цьому позитивні заряди ніби «стікають» з вістря в атмосферу, а на земній поверхні лишаються негативні заряди.

Такі розряди на верхівках щогол, а також антен РЛС спостерігалися в Японії, в акваторії порту Йокогама. З берега зійшов туман, видимість була майже нульова, а на березі були грози. Внаслідок цього, на щоглі автомобілевозу «Durban Highway», висотою приблизно 53 м над морем, і на щоглі РЛС висотою приблизно 45 м над морем (судно йшло в баласті), спостерігалися іскри, що по своїй природі нагадували вогні святого Ельма.

Як наслідок цього, картинка на екрані РЛС була викривлена наступним чином: зображення об'єктів ставало більш жирним, на радарі з довжиною хвилі 3.1 см (X-Band, короткі хвилі), внаслідок чого втрачалася розділова здатність і в куті й азимуті, що в пожвавленому районі акваторії порту, де окрім портових суден було також багато бункеровщиків і рибалок було небезпечно.

Таким чином ЗАРП не міг точно вирахувати параметри найкоротшого зближення з суднами-цілями на екрані РЛС, що критично важливо при лоцманській проводці на підході до порту в пожвавленій акваторії.

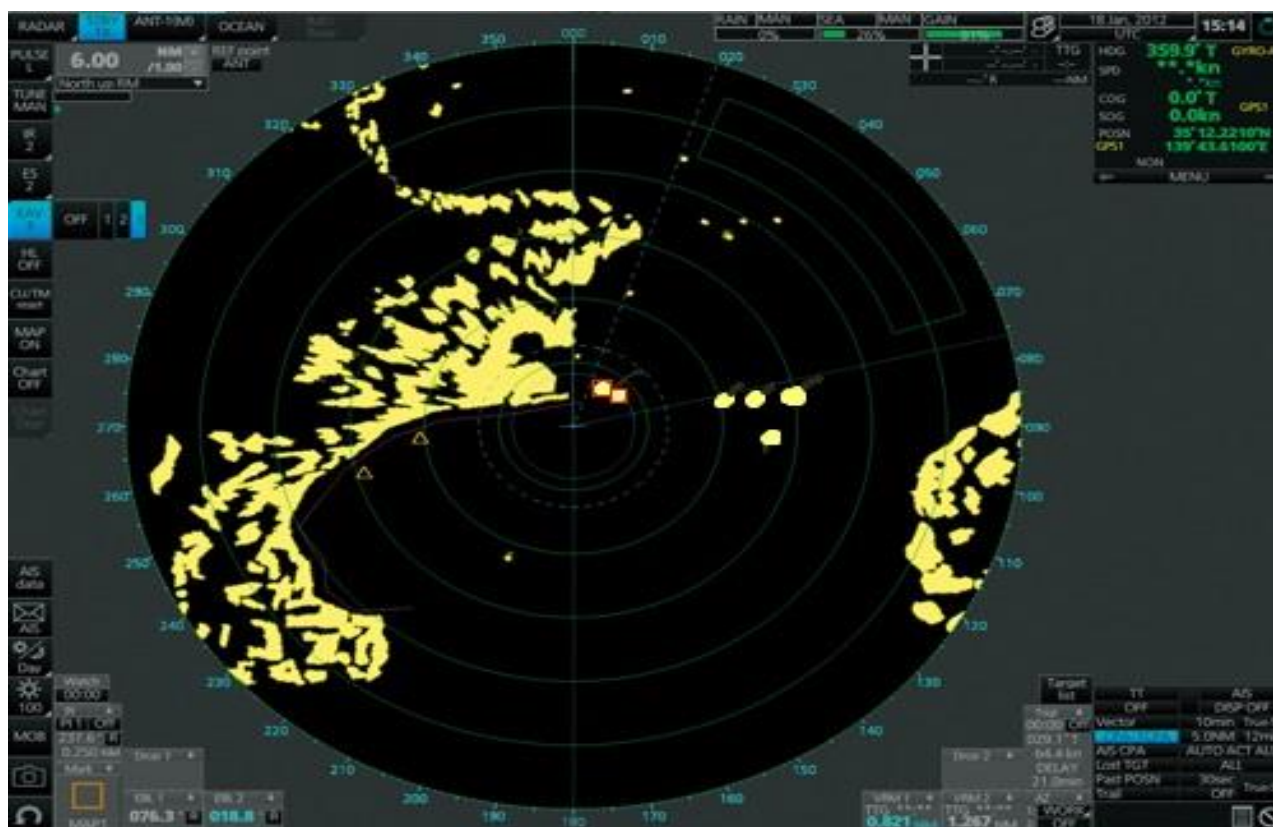


Рис.5.5 – Вплив Вогнів Св. Ельма на суднову РЛС

Отже, підсумовуючи все вищенаведене можна зробити висновок, що іоносфера є важливою для радіозв'язку, а такі електричні явища атмосфери, як блискавки можуть бути загрозою для життя людини, в той час як атмосферіки, вогні святого Ельма та електронний туман може бути великою загрозою для судноводіння, що є критичним при прибережному плаванні, саме тому доцільним є вивчення географії електричних явищ з їх щорічним ходом, з акцентом на місця поживавленого судноплавства, де в подальшому треба буде запровадити організаційні методи підвищення безпеки судноводіння та людського життя на морі.

5.2 Аналіз просторового розподілення електричної активності атмосфери в пожевлених судноплавних районах

Над континентами максимум гроз припадає на пополудневі години, а над морями – на ніч. Це стосується внутрішньо масових гроз, тобто гроз теплової конвекції. Фронтальні грози не залежать від часу доби, але і їхня повторюваність зростає в години посиленої конвекції, тобто пополудні над суходолом і вночі над морями й океанами. В річному ході над материками максимум гроз спостерігається влітку: в червні й липні. На морях, а також на островах і узбережжях північної частини Атлантичного океану переважають зимові грози. В тропіках і субтропіках розвиток грозової діяльності тісно пов'язано з періодом дощів. У деяких місцевостях поблизу екватору опади взагалі бувають щодня і супроводжуються грозами. На сьогодні грозова діяльність оцінюється за кількістю днів із грозою на рік, проте ця оцінка не задовольняє всіх запитів практики. Більш повною характеристикою грозової діяльності є кількість грозових розрядів на 100 км² на рік. Тому експериментально встановлений зв'язок між кількістю «днів із грозою», яка визначається згідно з візуальними спостереженнями на мережі метеорологічних станцій, і кількістю грозових розрядів ще на дуже невеликій мережі спеціальних пунктів. Знайдені наближені емпіричні формули, за допомогою яких можна перейти від кількості днів із грозою до кількості грозових розрядів. Однак роботу стосовно встановлення цих зв'язків не можна поки вважати завершеною.

Грози в пожевлених судноплавних районах Поширення грозової діяльності по земній поверхні. На сьогодні грозова діяльність оцінюється за кількістю днів із грозою на рік. Проте ця оцінка не вдовольняє всі запити практики. Більш повною характеристикою грозової діяльності є кількість грозових розрядів на 100 км² на рік. Тому експериментально встановлений зв'язок між числом «днів із грозою», яке визначається з візуальних спостережень на мережі метеорологічних станцій, і

числом грозових розрядів, які визначають за лічильниками грозових розрядів ще на невеликій мережі спеціальних пунктів. Знайдені наближені емпіричні формули, за допомогою яких можна перейти від кількості днів із грозою до кількості грозових розрядів. Однак роботу по встановленню цих зв'язків не можна поки вважати завершеною. На земній поверхні найбільша грозова діяльність спостерігається в тропічних та екваторіальних країнах: вона поступово відходить до більш високих широт. Області з максимальною грозовою діяльністю розташовані над континентами, в так званих світових осередках гроз: Центральній Африці, Центральній Бразилії, Центральній Америці, на о. Ява. У цих місцях буває понад 100 днів з грозою, або до 2500 розрядів на землю на 100 км² на рік. В районі Суматри - 30—50, а число розрядів— близько 150—200. На грозову діяльність великий вплив мають місцеві умови. В гірських районах, наприклад, спостерігаємо грозу частіше, ніж у рівнинних місцевостях. На більшій частині території колишнього СРСР кількість грозових розрядів на землю у 100 км² на рік не перевищує 200. Максимальна грозова активність спостерігається на Кавказі— понад 400 розрядів. Багато гроз помічаємо в південно-західній частині України (до 400 розрядів), а також в гірських районах Середньої Азії, Південно- Східного Сибіру, Приморського краю. У полярних областях, а також в Середній Азії (окрім гірських районів) протягом року спостерігаються лише поодинокі грози.

Загальна кількість гроз, які відбуваються щодня по всій земній кулі, дорівнює приблизно 1800, а кількість блискавок, помічених в секунду дорівнює 100.

Якщо проаналізувати найбільш жваві стосовно судноплавні райони, на основі спостережень з різних метеостанцій, такі як:

- Китайське море;
- Японські територіальні води;
- Панамський канал;
- Англійський канал, Дуврська затока
- Філіппіни;

-Чорне море;

То можна підрахувати середню грозову активність виражену в середній кількості гроз за рік для даних регіонів. Таким чином, метод апроксимації дає нам наступні дані, що ми зведемо в таблиці 5.1

Таблиця 5.1- Розподіл грозової активності в найбільш поживавлених судноплавних районах

Метеостанція, район	Дні з грозою	Метеостанція, район	Дні з грозою	Метеостанція, район	Дні з грозою
Pratas island	8	Gibraltar	22	Burgas	26
Hong Kong	36	Malaga	11	Constanta	25
Guangzhou	54	Tortosa	22	Istanbul	20
Haikou	57	Barcelona	29	Kerch	23
Beihai	72	Mahon/Menorca	28	Kherson	21
Ho Chi Min	105	Algiers	17	Odesa	25
Chanthaburi	76	Bejaja	33	Tuapse	38
Bangkok	72	Annaba	38	Varna	28
Songkhla	91	Bizerte	33	Yalta	26
Prachuap Khiri Khan	68	Palermo	28	Black Sea and Azov Sea	26
Kota Baharu	149	Trapani/Birgi	35	Newhaven	6
Kuantan	149	Mediterranean Sea	27	Langdon Bay	15
China sea	78	Puerto Princesa	12	Manston	14
Jersey	18	Sandakan	113	Shoeburyness	4
Guernesey	14	Davao	112	Walton on Naze	6
English Channel	16	Calapan	71	Dieppe	5
Pinang	169	Iloilo	28	Boulogne	7
Ko Lanta	46	Legapsi	59	Dunkerque	9
Melaka	165	Tacloban	93	Oostende	13
Changi	131	Hinatuan	73	Vlissigen	14
Banda Aceh	46	Phillipines	70	Rotterdam	19
LHOKSEUMAWE	110	Sakai	13	Dover Strait	10
Sibolga	104	Choshi	14	Cristobal	3
Gunungstigoli	170	Nigata	20	Terusan	2
Padang	42	Miyako	5	Balboa	5
Bengkulu	126	Hadokate	6	Panama Canal	3
Malacca Strait	111	Suttsu	6		
		Kushiro	2		
		Naboro	12		
		Japan Sea	10		

Таким чином, зобразивши такий розподіл графічно, у вигляді гістограми, ми можемо помітити, що тропічна зона в районі Філіппін, Малаккської протоки й Китайського моря є зоною з підвищеною грозовою активністю на рис 5.2.

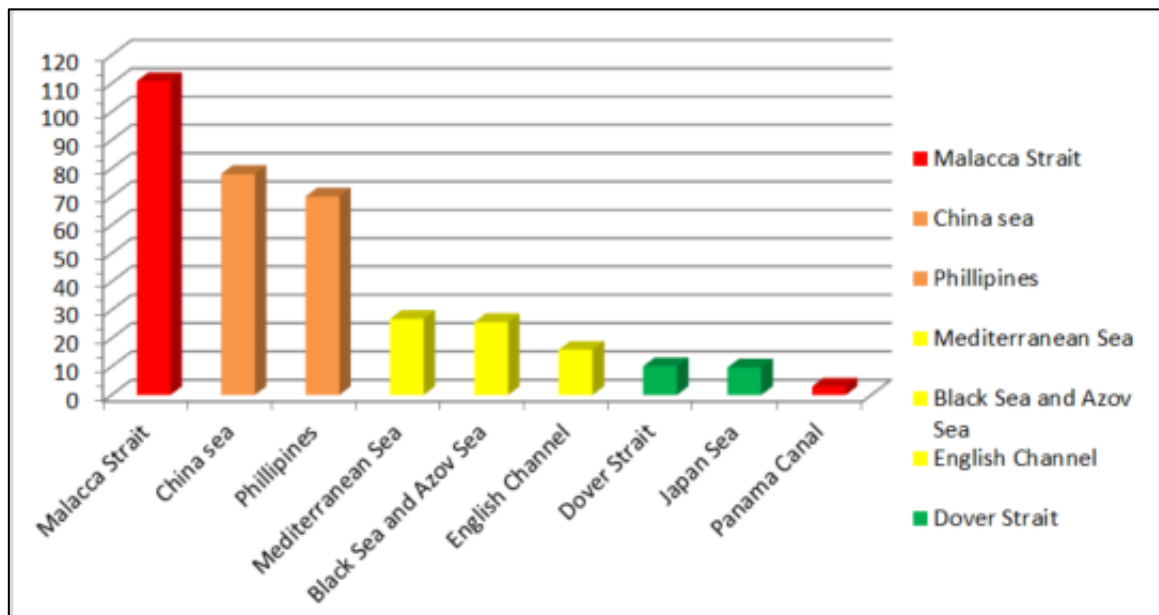


Рис 5.6 – Кількість днів з грозою в районах інтенсивного судноплавства

Також, можна уявити грозову активність у найбільш поживлених суднохідних районах на схематичній карті на рис 5.3.

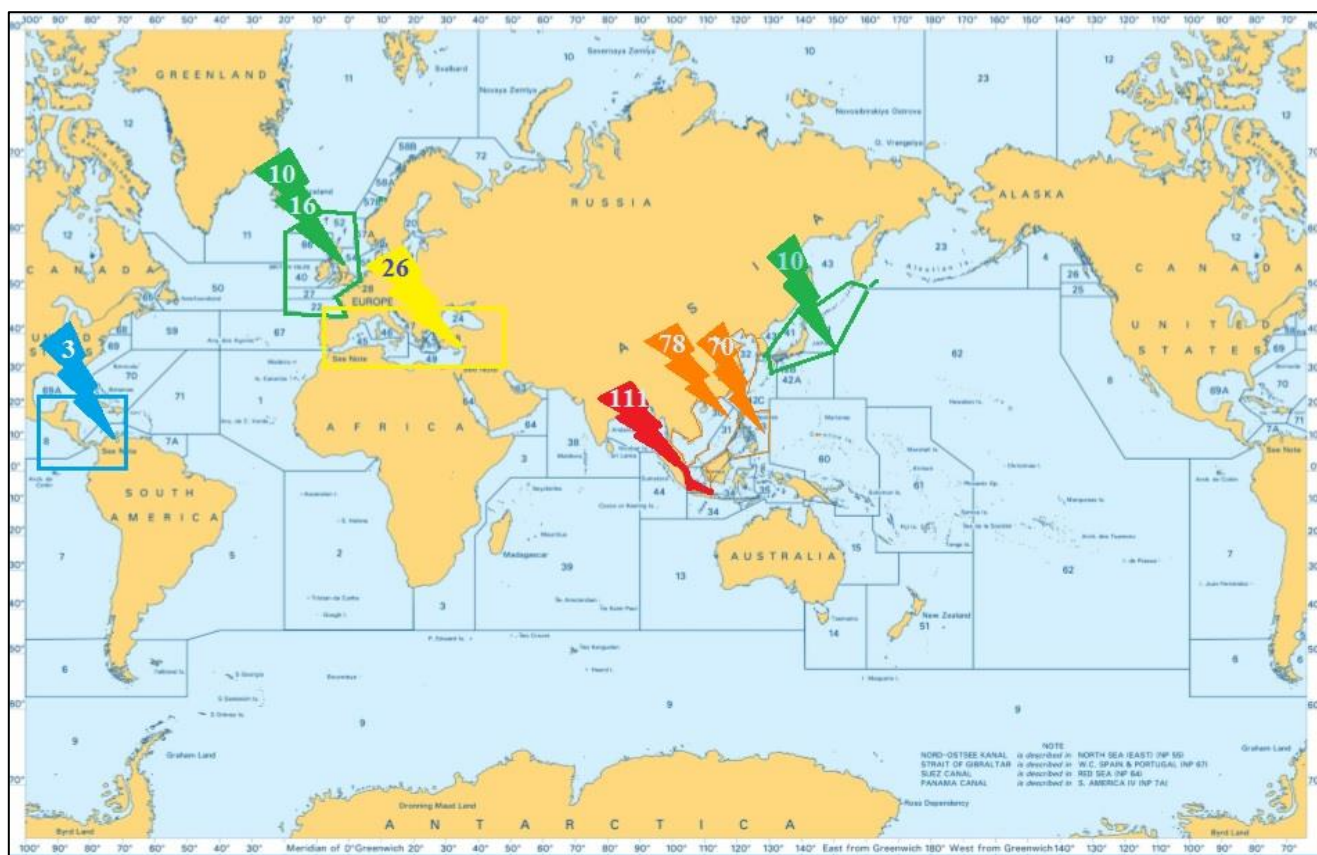


Рис 5.7 – Розподіл грозової активності в районах інтенсивного судноплавства

Якщо-ж навести паралель із дослідженнями географії грозової активності, що проводилася в 1980-х, та наведено на рис 5.4 то можна побачити, що загалом, за спостереженнями з метеостанцій ми прослідковуємо ту тенденцію, що картина грозової активності загалом змінилася для району Панамського каналу зі сторони Атлантичного океану, проте її загальний розподіл для інших поживавлених судноплавних районів.

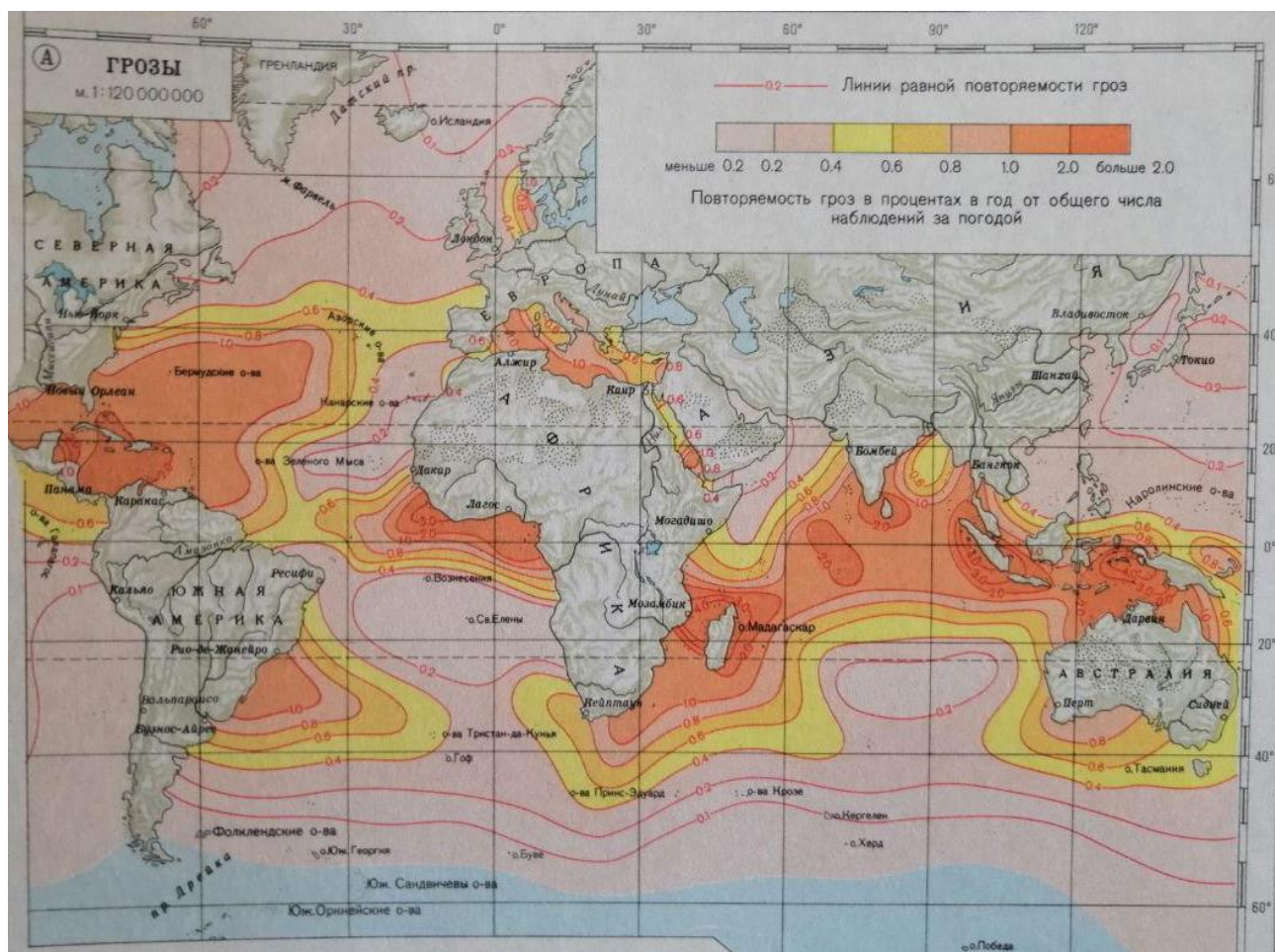


Рис 5.8 –Розподіл грозової активності на земній поверхні за дослідженнями 1980-х років

Таким чином, знаючи географію електричних явищ та підвищеної грозової активності в районах поживавленого трафіка суден ми можемо при використанні програмного забезпечення метеорологічного планування переходу на кшталт Bridge або більш сучасної системи K-IMS, що вказана на рис. 5.5.

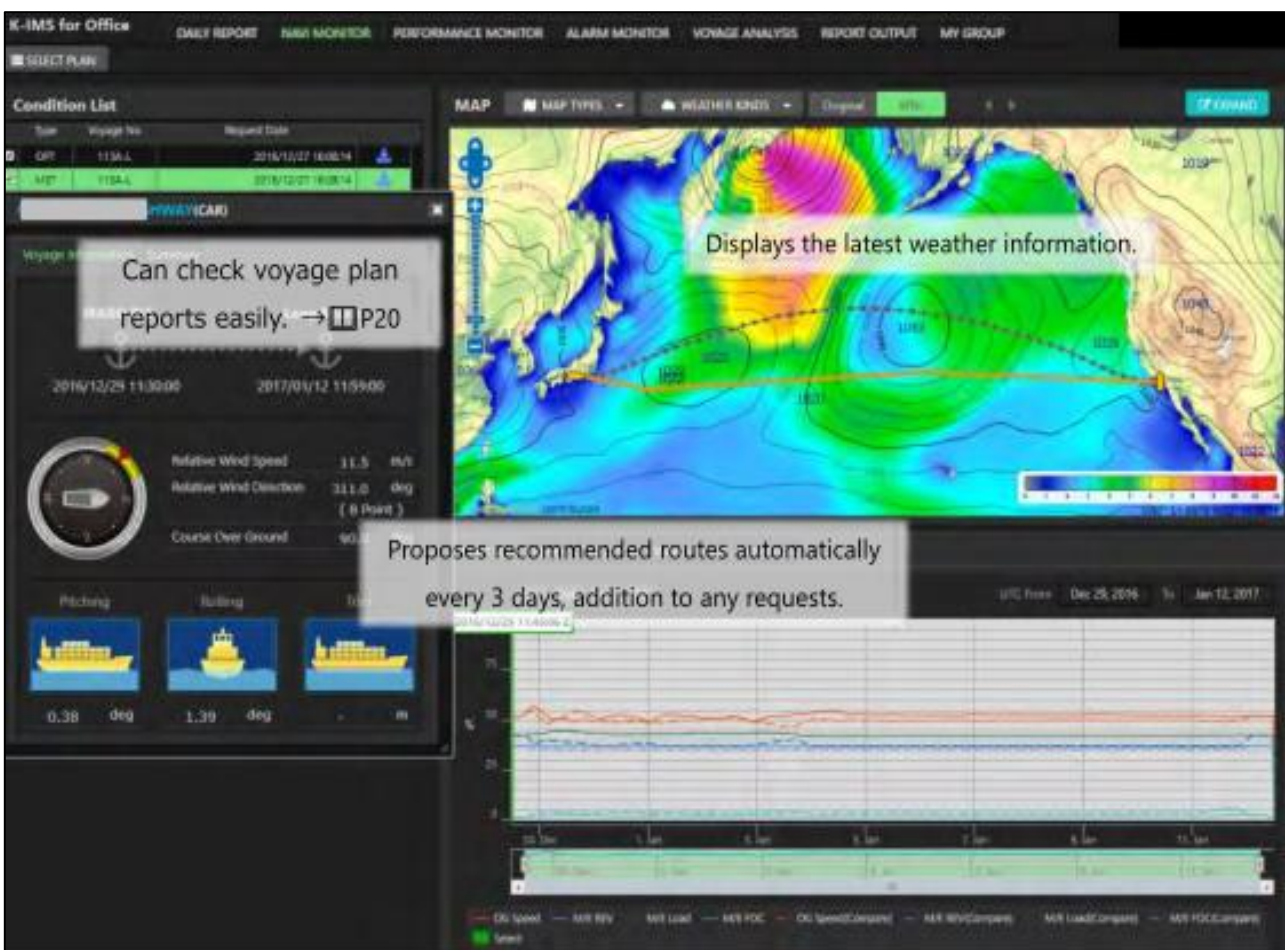


Рис 5.9 – Система метеорологічного планування рейсу K-IMS

Можна скласти оптимальний план переходу, що базується за даними, що автоматично збираються з інших суден за допомогою Регістратора Даних Рейсу (VDR), та за допомогою прогнозів погоди та статистичних технік рекомендує оптимальні маршрути з урахуванням конструктивних особливостей судна, що крім того може надавати дані щодо районів грозової активності, що може підготувати екіпаж організаційно до входу в такий район, не говорячи вже про конструктивні методи електричного захисту судна.

5.3 Розробка рекомендацій щодо підвищення безпеки судноплавства в умовах грозової активності

Конструктивно блискавкозахист судна в небезпечних зонах блискавкозахист забезпечується за допомогою блискавковідводів и блискавкоприймачів.

Блискавкозахист судна - сукупність технічних засобів і заходів, що забезпечують захист судна від прямого ураження розрядами блискавки. Якщо при цьому гарантований захист від вторинних дій розрядів блискавки, пов'язаних внаслідок електромагнітної індукції з виникненням електричних перенапруг в металевих конструкціях, що не зазнали прямого удару, то кажуть, що виконана грозозахист судна. В якості засобів захисту використовують як судові вертикальні конструкції, так і громовідводи. У схемах електропостачання промислових підприємств використовують обмежувачі напруги (довго-іскрові розрядники) для захисту від індукуючихся грозових перенапруг, а також прямого удару блискавки.

Блискавкозахист судна забезпечена в тому випадку, коли зони захисту, створювані судовими конструкціями і громовідводи, перекривають зони судна, що підлягають захисту (рис. 5.6).

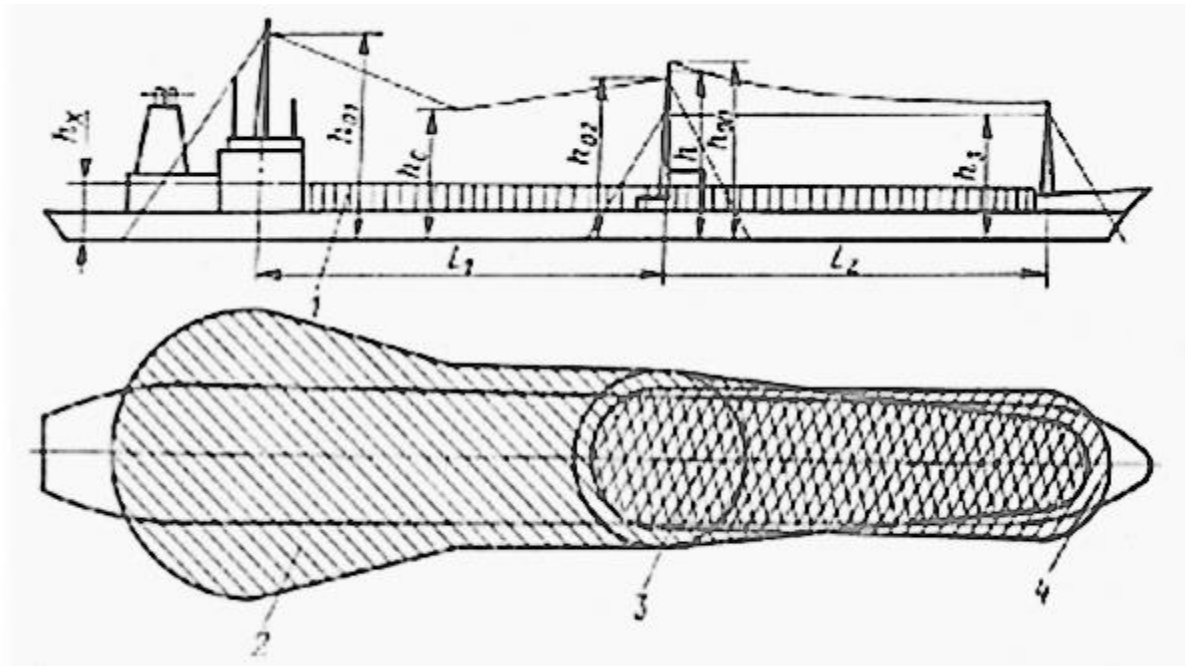


Рис 5.10- Розташування зон грозозахисту на судні:

1 – зона, що підлягає захисту; 2- зона захисту власними елементами конструкції судна; 3- зона перетину зон захисту 2 і 4 ; 4 – зона захисту тросовим громовідводом

h_x – висота захисної зони; h_{01} – розрахункова висота грот-щогла; h_c – висота зони захисту в середині між мачтами; h_{02} – розрахункова висота вантажної напівмачти; h – висота до точки найбільшого провису тросу; $h_{оп}$ – висота опор; h_3 – висота фок-щогла; L_1, L_2 – відстань між щоглами;

Блискавковідвід - пристрій, який відводить струм блискавки з безпечного для об'єкта, що захищається напрямку. Блискавковідвід зазвичай складається з опори, блискавкоприймача, струмовідводу і заземлювача. Поширені стрижневий і тросовий блискавковідвід .

Блискавкоприймач стрижневого блискавковідводу повинен підніматися над топом щогли або пристрою, розміщеного на щоглі, не менше ніж на 0,3 м, і представляти собою пруток діаметром не менше 12 мм, виготовлений з міді, мідних сплавів або корозійно стійкого сталевих сплаву. На алюмінієвих щоглах

встановлюють алюмінієві. З корпусом металевого судна блискавковідвід з'єднують зварюванням.

Для суден зі струмонеprовідними корпусом заземлення площею не менше 0,5 м виготовляють з мідного або латунного листа товщиною не менше 2 мм. Для аналогічних річкових суден допускається заземлитель виконувати із сталевго листа площею не менше 1,5 м² і товщиною 5 ... 6 мм. При будь-осаді і найбільшому допустимому крен судна заземлення повинен бути завжди занурений у воду. До цього заземлення приєднують все струмовідводи, наявні на судні. На судах з композитним корпусом в якості заземлювача використовують металевий форштевень або інші металеві конструкції, занурені при будь-яких умовах в воду. Поверхня таких заземлювачів повинна бути пофарбована струмопрровідною композицією.

Згідно з Правилами класифікації та побудови морських суден (Том 2. Частина XI – Електричне обладнання).

Судна повинні бути обладнані грозозахисними пристроями, що захищається зона яких повинна перекривати все обладнання, яке потребує захисту від блискавок.

Судна, на яких вторинні прояви блискавки можуть призвести до пожеж і вибухів, повинні мати пристрої грозозахисного заземлення, що виключають можливість утворення вторинних іскор. Блискавкозахисний пристрій повинен складатися з блискавкоприймача, відвідного дроти і заземлення. На металевих щоглах допускається не встановлювати спеціальні грозовловлюючого пристрою, якщо конструктивно передбачений надійний електричний контакт щогли з металевим корпусом судна або з місцем заземлення.

Але, в свою чергу, забезпечення організаційного захисту від блискавок та підвищення безпеки судноводіння в зонах підвищеної грозової активності є питанням менеджменту, складання правильних процедур та правильного дотримання міжнародних конвенцій.

Зрозумілим є те, що електричні струмені у вигляді блискавки є небезпечними для життя і здоров'я людини, що знаходиться на відкритій палубі, так як все-ж є невелика вірогідність влучання блискавки в людину, наприклад під час швартування на відкритому баці, вже не говорячи про те, що при високій грозовій активності робота на висоті та за бортом має бути заборонена.

Таким чином, деякі уточнення мають бути додані до Кодексу з Безпечних Робочих Практик (Code of Safe Working Practices), та на рівні Системи Управління Безпекою (СУБ, SMS) будь-якої компанії має бути додано положення про те, що якщо необхідним є вихід на палубу під час грозової активності то члени екіпажу мають бути одягнені відповідним чином: в діелектричні гумові чоботи та накидки. Це може бути вказано в чек-листах при підготовці до швартування, або в чек-листах при судноводінні в обмежену видимість.

Крім того, як зазначалося раніше, такі явища, як атмосферики мають значний вплив на радіозв'язок, що має бути враховано при підході до місць з підвищеною грозовою активністю.

Далі, як зазначалося, такі електричні явища, як Вогні Святого Ельма можуть мати негативний вплив на радіолокацію, скажаючи зображення. Таким чином треба пам'ятати та суворо дотримуватися Правил 5,6 та 19 Конвенції про Міжнародні правила запобігання зіткненню суден на морі 1972 року (МППЗС-72):

Правило 5: Кожне судно повинно постійно вести належне візуальне і слухове спостереження, так само як і спостереження за допомогою всіх наявних засобів, стосовно переважаючих обставин і умов, з тим щоб повністю оцінити ситуацію і небезпеку зіткнення.

Таким чином, при плаванні в районі підвищеної грозової активності, що часто є районом обмеженої видимості, слід виставляти додаткових вперед-смотрячих на містку, та на баці, при кормовому розташуванні ходового містку, що не є доцільним в свою чергу на суднах з носовим розташуванням містку, якими є автомобілевози. І це має бути зазначено в процедурах СУБ, та відповідних чек-листах.

Правило 6: Безпечна швидкість. Кожне судно повинно завжди прямувати з безпечною швидкістю, з тим щоб воно могло вжити належні та ефективні дії для попередження зіткнення і могло бути зупинене в межах відстані, необхідної при існуючих обставинах і умовах. При виборі безпечної швидкості наступні фактори повинні бути в числі тих, що належить враховувати:... б) додатково суднам, що використовують радіолокатор (і) характеристики, ефективність і обмеження радіолокаційного обладнання;(іі) будь-які обмеження, що накладаються використовуваною радіолокаційною шкалою дальності;(ііі) вплив на радіолокаційне виявлення стану моря та метеорологічних факторів, а також інших джерел перешкод;

Таким чином, робимо висновок про те, що належна протигрозова конструкція судна у сукупності із належними процедурами із судноводіння, вказаними в СУБ компанії на рівні із суворим дотриманням МПЗЗС-72 зменшує ризик втрати людського життя на морі та ризик зіткнення.

РОЗДІЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙС

6.1 Морські вантажні контейнерні перевезення сьогодні

Морські перевезення сьогодні є найбільш оптимальним і водночас економічно вигідним способом транспортування великогабаритних вантажів у рамках міжнародної торгівлі. Вони дозволяють швидко доставляти продукцію майже будь-яких товарних груп із мінімальними витратами часу та фінансів для замовників.

На початку 2023 року контейнерним лініям вдалося відновити ставки фрахту після тривалого періоду падіння. Контейнерні оператори досягли найбільшого успіху у збереженні високих ставок на торгових маршрутах, пов'язаних зі США, зокрема на східному та західному узбережжях. На маршрутах, які обслуговують великі обсяги контейнеризованих вантажів між Середземномор'ям і Північною Європою, запроваджені GRI (General Rate Increases) також сприяли підвищенню ставок, хоча й у меншій мірі, ніж на американських напрямках.

У другій половині 2022 року темпи зростання контейнерного флоту перевищували попит на перевезення, що призвело до тимчасового зниження ставок. Однак уже на початку 2023 року ситуація стабілізувалася, і спостерігається позитивна динаміка.

Найбільший обсяг контейнерів переміщується на коротких маршрутах всередині Азії. За даними CTS (Container Trade Statistics Ltd), протягом 2022 року між різними азійськими портами було перевезено приблизно 45 млн TEU, що на 6% більше, ніж у 2021 році. На основних “довгих” маршрутах з Далекого Сходу до Північної Америки обсяг перевезень склав 19,7 млн TEU (+8%), а з Далекого Сходу до Європи — 16,5 млн TEU (+5%).

Зростання попиту спостерігалось і на напрямках з Далекого Сходу до країн Африки на південь від Сахари. У 2022 році на цьому маршруті перевезено 3 млн TEU (+6%). Найзначніше зростання відбулося на маршруті Далекий Схід — Південна та Центральна Америка: 4 млн TEU, що на 11% більше, ніж роком раніше.

2022 рік став вдалим для контейнерної індустрії. Попит на транспортування продовжує поступово наблизитися до доступних контейнерних потужностей. Відчутно зросли фрахтові ставки, а економічні перспективи, особливо у розвинених країнах, які є основними драйверами попиту, вселяють оптимізм.

Хоча зворотні маршрути (з Європи та Північної Америки на Далекий Схід) залишаються менш прибутковими, вони частково компенсують витрати судноплавних компаній на переходи до основних точок завантаження.

Галузь демонструє стабільне зростання, яке дає підстави очікувати подальшого розвитку та збільшення обсягів морських контейнерних перевезень.

6.2 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі

Розрахунок виконаний на підставі завдання і даних, отриманих у попередніх розділах цієї дипломної роботи, взятих із суднової документації при роботі на переддипломній практиці, прейскурантів, тарифів та ін. Вихідні дані рейсу т/х «МН PERSEUS» з порту Волфіш-Бей (Намібія) в Порт Кланг зведені в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1

Початкові дані для розрахунку рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Дедвейт т/х «МН PERSEUS»	D_w	тон	63007
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	3818,8
3	Відстань між портами	L	милі	6359,25
4	Кількість навантаженого вантажу: контейнери всього	$\Sigma Q_{шт}$	шт	2867
5	Фрахтова ставка за 1 шт вантажу	f_l	\$/шт	650
6	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	шт/ доб.	1800
7	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	шт/ доб.	3000
8	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	16,0
9	Швидкість в каналах, вузостях	v	кан. вуз.	10
10	Добова витрата палива на ходу: важке	q^6_x	тон/доб	75,0
	Добова витрата палива на стоянці: легке	$q_{ст}$	тон/доб	12,0
11	Ціна 1 тони палива: важке	C_v	\$/т	420
	легке	C_l	\$/т	650
12	Балансова вартість судна	$C_{бал}$	\$	9451050
13	Річна норма амортизації	Ha	%	10
14	Позаексплуатаційний час	T_{ze}	діб.	15
15	Чисельність екіпажу	$Ч_{ек}$	чол.	25
16	Час затримки в дорозі	$t_{зам}$	доб.	0,15
17	Додатковий час в портах стоянки	$t_{дод}$	доб.	0,2
18	Заробітна платня	$R_{зн}$	\$/доб	2800
19	Витрати на технічне постачання	$R_{т.пос}$	\$/доб	300

Продовження табл.6.1

1	2	3	4	5
20	Навігаційні витрати	$R_{нав}$	\$/доб	200
21	Портові збори	$R_{порт}$	\$	32420
22	Агентування суден	$R_{аг}$	\$/доб	200
23	Витрати на страхування судна	$R_{стр}$	\$/доб	220
24	Витрати на ремонт	$C_{рем}$	\$/мр.п.	700000
25	Вартість одного доковання	$C_{док}$	\$	60000

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

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

$$D_q = D_w - G_{зан}, \quad (6.1)$$

$$D_q = 63007 - 3818,8 = 59188,2 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

$$T_{екс} = T_k - T_{вз}, \quad (6.2)$$

де T_k - календарний період, приймаємо 365 діб;

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

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

$$t_x = 6359,25 / (16,0 \times 24) + 0,15 = 16,7 \text{ діб}$$

- стоянковий час:

$$t_{cm} = t_{cm}^n + t_{cm}^e = \left(\frac{Q_1}{M_{n1}} \right) + \left(\frac{Q_1}{M_{e1}} \right) + t_{don} \quad (6.4)$$

$$t_{cm} = 2867 / 1800 + 2867 / 3000 + 0,2 = 2,7 \text{ діб.}$$

- час рейсу складе:

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

$$t_p = 16,7 + 2,7 = 19,4 \text{ діб}$$

4. Розрахуємо провізну спроможність судна:

- зроблено шт-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 2867 \times 6359,25 = 18231970 \text{ шт-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_{\text{ч}} L = 59188,2 \times 6359,25 = 376392561 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

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

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = 2897 \times 650 = 1883050 \text{ \$/рейс}$$

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

Постійні експлуатаційні витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

$$R_{\text{екс.}} = R_{\text{зн}} + R_{\text{хар}} + R_{\text{рем}} + R_{\text{ам}} + R_{\text{сн}} + R_{\text{м.нос}} + R_{\text{нав}} + R_{\text{норм}}/t_p + R_{\text{аз}} + R_{\text{стр}}, \quad (6.7)$$

- витрати на заробітну плату ($R_{\text{зн}}$) 2800 \$/добу;

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

$$R_{\text{хар}} = \text{Ч}_{\text{ек}} \cdot n_{\text{хар}} \quad (6.8)$$

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

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

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

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

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

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

$$R_{рем} = ((60000 + 700000) / 5) / 350 = 434 \text{ \$/добу}$$

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

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

$$R_{ам} = (9451050 \times 0,1) / 350 = 2700 \text{ \$/добу};$$

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

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

де $H_{сн}$ - норма постачання;

$$R_{сн} = (9451050 \times 0,02) / 350 = 540 \text{ \$/добу};$$

- витрати на технічне постачання ($R_{т.пос.}$) 300 \$/добу;

- навігаційні витрати, \$/добу ($R_{нав}$) 200 \$/добу;

- портові збори ($R_{порт}$) 32420 \$/рейс;

- витрати з агентування ($R_{аг}$) 200 \$/добу;

- витрати на страхування ($R_{стр}$) 220 \$/добу.

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

$$R_{екс} = 2800 + 300 + 434 + 2700 + 540 + 300 + 200 + 32420 / 19,4 + 200 + 220 = 9365 \text{ \$/ добу}$$

7. Розраховуємо непрямі (адміністративно-управлінські)

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

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

$$R_{кос.} = 9365 \times 0,02 = 187 \text{ \$/добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{заг} = 9365 + 187 = 9552 \text{ \$/добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{заг.екс} = 9552 \times 19,4 = 185309 \text{ \$/рейс}$$

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

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

$$R_x^e = k_{см} \cdot q_x \cdot Ц_{\theta} \quad (6.15)$$

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

$$R_x^e = 1,1 \times 75,0 \times 420 = 34650 \text{ \$/ добу}$$

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

$$R_{cm}^n = k_{cm} \cdot q_{cm} \cdot \text{Ц}_л \quad (6.16)$$

$$R_{cm}^n = 1,1 \times 12,0 \times 650 = 8580 \text{ \$ / добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

$$\Sigma R_{nep} = (R_x^m + R_x^n) \cdot t_x + (R_{cm}^m \cdot t_{cm}) \quad (6.17)$$

$$\Sigma R_{nep} = 34650 \times 16,7 + 8580 \times 2,7 = 601821 \text{ \$ /рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{рейс} = 185309 + 601821 = 787130 \text{ \$ /рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

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

$$\Sigma \Pi_{рейс} = 1883050 - 787130 = 1095920 \text{ \$ /рейс}$$

Прибуток судна т/х «МН PERSEUS» з порту Волфіш-Бей (Намібія) в Порт Кланг з вантажем контейнери за рейс склав 1095920 \$/рейс.

Якісні показники роботи судна в рейсі розраховуємо за методикою:

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

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

$$K_e = 350 / 365 = 0,959$$

2. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

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

$$V_{cp} = 6359,25 / 16,7 = 381$$

3. Коефіцієнт ходового часу:

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

$$\varepsilon_x = 16,7 / 19,4 = 0,861$$

4. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

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

$$\mu_6 = 0,986 \times 381 \times 0,861 = 323,45$$

5. Валова прибутковість одних судно-днів:

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

$$\mu = 1883050 / 19,4 = 97064 \text{ \$ / доба}$$

6. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

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

$$S_{um} = 787130 / 2867 = 274,55 \text{ \$ / шт}$$

7. Собівартість 1 тонно-милі в рейсі:

$$S_{um-m} = \Sigma R_{рейс.} / \Sigma Ql, \quad (6.26)$$

$$S_{шт-м} = 787130 / 18231970 = 0,0431731 \text{ \$/шт-м}$$

8. Собівартість утримання судна в добу експлуатації:

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

$$S_{с-д} = 787130 / 19,4 = 40574 \text{ \$/ доба.екс}$$

10. Рівень дохідності являє відношення доходів до витрат:

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

$$PF = 1883050 / 787130 = 2,39$$

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

6.3 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу

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

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$Ч_p = T_{екс} / t_p \quad (6.29)$$

$$Ч_p = 350 / 19,4 = 18,04$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma Q_{экс} = 2867 \times 18,04 = 51720 \text{ шт / рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

$$\Sigma Ql_{\text{екс}} = \Sigma Ql \cdot \text{Ч}_p \quad (6.31)$$

$$\Sigma Ql_{\text{екс}} = 18231970 \times 18,04 = 328904739 \text{ шт-миль} / \text{рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

$$\Sigma F_{\text{екс}} = \Sigma F_{\text{рейс}} \cdot \text{Ч}_p \quad (6.32)$$

$$\Sigma F_{\text{екс}} = 1883050 \times 18,04 = 33970222 \text{ \$} / \text{рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma R_{\text{екс}} = R_{\text{рейс}} \cdot \text{Ч}_p \quad (6.33)$$

$$\Sigma R_{\text{екс}} = 787130 \times 18,04 = 14199825 \text{ \$} / \text{рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma \Pi = \Pi_p \cdot \text{Ч}_p \quad (6.34)$$

$$\Sigma \Pi = 1095920 \times 18,04 = 19770397 \text{ \$} / \text{рік}$$

7. Рівень дохідності роботи судна за експлуатаційний період:

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

$$PF = 33970222 / 14199825 = 2,39$$

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

Таблиця 6.2.

Кількісні і якісні показники виконаного рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Валовий дохід	F	\$	1883050
2	Затрати загальні	R	\$	787130
3	Прибуток	Π	\$	1095920
4	Коефіцієнт ходового часу	ε_x		0,861
5	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	милі/доб	381
6	Дохідність судна	μ	\$/ доб	97064
7	Рівень дохідності	PF		2,39
8	Собівартість перевезення 1 шт вантажу	$S_{шт}$	\$/шт	274,55
9	Собівартість 1 шт-милі	$S_{шт-м}$	\$/шт-м	0,0431731
10	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	$S_{с-д}$	\$/доб.	40574

В результаті проведених розрахунків, наведених у таблиці 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень дохідності 2,39, прибуток 1095920 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 19770397 \$. Судно «MH PERSEUS» доцільно використовувати на даній лінії.

РОЗДІЛ 7

ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ

7.1. Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту

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

Пасажи́рське судно «OCEAN MAJESTY» очікує дозволу на вхід в порт Чітагонг (Бангладеш). Було отримано повідомлення про захоплення невідомими особами судна-контейнеровоза, який стоїть на якорі в районі зовнішнього рейду. На судні-контейнеровозі стався вибух, в наслідок якого пошкоджено багатoeлементний газовий контейнер (БЕГК). З аварійної БЕГК на палубу контейнеровоза вилилося 10 т сірчистого ангідриду, що є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). Характер розливу - «вільно».

Метеорологічні умови на момент виникнення надзвичайної ситуації: час 15:00, температура повітря 30°, Швидкість вітру 5 м/с, вітер зустрічний, суцільна хмарність. Відстань до аварійного судна-контейнеровоза - 1 км. Місцевість відкрита, характер – водна поверхність.

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

Визначити стандартні робочі процедури по прийняттю відповідних заходів у разі захоплення заручників.

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 дипломної роботи «Охоронні заходи і цивільна оборона на судні»).

1) Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря

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

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
2,1-4,1	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.

$$Q_{\text{эл}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^I \cdot Q_0 = 0,11 \cdot 0,333 \cdot 0,23 \cdot 1,3 \cdot 10 = 0,1 \text{ т, (7.1)}$$

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 сірчистого ангідриду; $K_5 = 0,23$ – коефіцієнт, що враховує ступінь вертикальної стійкості повітря; $K_7^I = 1,3$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря на швидкість утворення первинної хмари; $Q_0 = 10$ т – кількість розлитого сірчистого ангідриду.

Таблиця 7.2 – Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найме- нування СДОР	Щільність СДОР, т/м³		Температура кіпіння	Порогова токсодоза, мг • хв / л	Значення допоміжних коефіцієнтів								
	Ізометричне зберігання				K1	K2	K3	K7 для температури повітря (°C)					
	Газ	Рідина						-40	-20	0	20	30	
Сірчистий ангідрид	0,0029	1,462	-10	1,8	0,11	0,049	0,333	<u>0</u> 0,2	<u>0,3</u> 0,5	<u>0,3</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1,3</u> 1	

Примітка. У таблиці наведені значення K_7 у чисельнику K_7^I – (для первинної хмари), у знаменнику – K_7^{II} (для вторинної хмари).

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

Площа розливу S_p (м²) сірчистого ангідриду дорівнює:

$$S_p = \frac{V_p}{h} = \frac{Q_0/\rho}{h} = \frac{10/1,462}{0,05} = 136,8 \text{ м}^2 \quad (7.2)$$

де V_p – об'єм хлористого водню, що розлився, м³; $Q_0 = 10$ т – кількість аміаку, що розлився при аварії; $\rho = 1,462$ т/м³ – щільність сірчатого ангідриду (табл. 7.2); $h = 0,05$ м – товщина шару аміаку для характеру розливу – «вільно».

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:

$$T = \frac{h \cdot \rho}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{\text{II}}} + \frac{1}{K_M \cdot V_{\text{II}}} = \frac{0,05 \cdot 1,462}{0,049 \cdot 2,34 \cdot 1} + \frac{1}{1 \cdot 29} = 0,67 \text{ год.} = 40 \text{ хв.} \quad (7.3)$$

де: $K_2 = 0,049$ – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей сірчистого ангідриду, що наведено в таблиці 7.2; $K_4 = 2$ – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру, що наведено в таблиці 7.3; $K_7^{\text{II}} = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення вторинної хмари, що наведено в таблиці 7.2; $K_M = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари сірчистого ангідриду, що наведено в табл. 7.4; $V_{\text{II}} = 29$ км/год – швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря, що наведено в 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_n переднього фронту хмари зараженого повітря залежно від швидкості вітру

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

Розраховуємо еквівалентну кількість сірковуглецю Q_{e2} (т) у вторинній хмарі:

$$Q_{e2} = (1-K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{\Pi} \cdot \frac{Q_0}{h \cdot \rho} =$$

$$= (1-0,11) \cdot 0,049 \cdot 0,333 \cdot 1 \cdot 2,34 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot \frac{10}{0,05 \cdot 1,462} = 1,07 \text{ т, (7.4)}$$

Де $K_6 = 1$ – коефіцієнт, що залежить від часу N , що пройшов з моменту початку аварії; за умовами завдання $N = 1$ год (при $T < 1$ ч K_6 приймається для 1 год).

4) Визначення глибини і площі зони зараження

Глибину зони зараження первинною (вторинною) хмарою СДОР при аваріях на технологічних ємкостях, сховищах і транспорті визначаємо за допомогою табл. 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

Для $Q_{c1} = 0,1$ т та швидкості вітру $u = 5$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою сірковуглецю: $\Gamma_2 = 0,53$ км.

Для $Q_{c2} = 1,07$ т та швидкості вітру $u = 5$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою сірковуглецю: $\Gamma_2 = 1,68$ км.

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 1,68 + 0,5 \cdot 0,53 = 1,945 \text{ км}, \quad (7.5)$$

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

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

$$\Gamma_{\Pi} = N \cdot V_{\Pi} = 1 \cdot 29 = 29 \text{ км}. \quad (7.6)$$

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

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{matrix} \right\} = 1,945 \text{ км}. \quad (7.7)$$

Визначаємо площу зони можливого зараження S_b (км²) хмарою аміаку:

$$S_B = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^\circ = 3,14 \cdot 1,945^2 \cdot 45^\circ / 360^\circ = 1,48 \text{ км}^2, \quad (7.8)$$

де $\Gamma = 1,945$ км – розрахункова глибина зони зараження; $\varphi = 45^\circ$ – кутовий розмір зони зараження, що наведено в 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_ϕ (км²):

$$S_\phi = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 1,945^2 \cdot 1^{0,2} = 0,26 \text{ км}^2, \quad (7.9)$$

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

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

Територія можливого хімічного зараження представляє собою сектор, що має кутовий розмір $\varphi = 45^\circ$, згідно з табл. 7.7 і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 1,94$ 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 (км):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_1} \right)^\Psi = 1,34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,17}{6} \right)^{0,542} = 0,555 \text{ км}, \quad (7.10)$$

де $\lambda = 1,34$; $\Psi = 0,542$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру, наведено у табл. 7.8; $Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0,1 + 1,07 = 1,17$ т. – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару; $D = 6$ 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 і менше	2	3	4	5	6	7	10
λ	3,73	2,31	1,80	1,52	1,34	1,20	1,11	0,92
Ψ	0,606	0,580	0,563	0,551	0,542	0,537	0,531	0,515

Розраховуємо глибину зони важких уражень $\Gamma_{0,4l}$ (км):

$$\Gamma_{0,4l} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,4l}} \right)^\Psi = 1,34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,17}{2,4} \right)^{0,542} = 0,91 \text{ км}. \quad (7.11)$$

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

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

$$\Gamma_{0,2l} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,2l}} \right)^\Psi = 3,73 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{0,74}{1,2} \right)^{0,606} = 1,33 \text{ км}, \quad (7.12)$$

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

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 1,94$ 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:

$$t = \frac{x}{K_M \cdot V_{\Pi}} = \frac{1}{1 \cdot 29} = 0,034 \text{ год.} \approx 2 \text{ хв.} \quad (7.13)$$

де $x = 1$ 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 сірчистого ангідриду в районі зовнішнього рейду порта Чітагонг (Бангладеш) показала, що хмара зараженого повітря досягає межі житлової надбудови судна, де укритися екіпаж, через 2 хв. В результаті утворення зони хімічного зараженого приміщення надбудови судна, де знаходиться екіпаж судна, потрапляють в зону важких уражень, що у свою чергу є серйозною загрозою для життя моряків.

При досить швидкому підході зараженого повітря до житлової надбудови дія вражаючих концентрацій хмари може тривати майже 40 хвилин. Потужна сила вітру (5 м/с) забезпечує збереження вражаючих концентрацій на глибині до 1,94 км.

Для зменшення людських втрат пропонується виконати наступні заходи:

- якнайскоріше прибрати усіх людей з палуби всередину надбудови судна;
- по можливості максимально герметизувати усі приміщення в надбудові судна, в яких укритися екіпаж;

- використати наявні на судні дихальні апарати, при цьому забезпечити контроль часу знаходження людей в апаратах (захисна дія дихальних апаратів обмежена часом у 30 хв.);
- по можливості розгорнути судно за вітром, щоб хмара зараженого повітря рухалася в бік від надбудови судна;

7.2. Заходи у разі захоплення заручників

В останні роки почастишали випадки захоплення торгових суден морськими піратами з метою отримання вигоди. Експерти спостерігають позитивну статистику в кількості взятих в полон членів екіпажів, але, не дивлячись на те, що в полоні у піратів знаходиться менше моряків, ніж це було раніше.

У разі захоплення потрібно діяти відповідно до Ship Contingency Plan. Сповістити компанію, подати Distress сигнал та активувати спеціальну кнопку тривожності SSAS. Далі потрібно оголосити загальну тривогу і, відповідно за аварійним планом судна, подати оголошення «Піратська атака» Всі члени екіпажу, за винятком тих, які повинні бути присутніми на містку, або в машинному відділенні, повинна зібратися в безпечної точці збору або цитаделі, якщо така побудована, щоб мати максимальну можливу захист від вогню.

До того, як пірати потраплять на капітанський місток, повідомте про напад в компанію або в морський центр безпеки. Якщо є час, повідомити подробиці непередбаченого контакту і точне місце вашого розташування Maritime Security Centre Horn of Africa (MSCHOA) або в International Maritime Bureau.

В ніякому разі не чинити опір, інакше (це може привести до насильства і фізичного збитку для членів екіпажу). Залишайтеся спокійними і повністю співпрацюйте з піратами.

ВИСНОВКИ

При виконанні магістерської роботи зроблений опис характеристик судна МН PERSEUS. Проаналізований перехід за маршрутом Волфіш-Бей– Порт-Кланг з навігаційної точки зору. Визначена гідрометеорологічна обстановка на переході — розшифровані "рози вітрів", визначений атмосферний тиск і кліматичний режим для різних ділянок переходу.

Оброблений та розміщений вантаж, а також виконана оцінка морехідних якостей судна. Проаналізовані критерії ІМО щодо остійності в непошкодженому стані та зроблена оцінка місцевої і загальної міцності корпусу судна. Отримані результати аналізу етапів запланованого рейсу задовольняють критерії безпеки судноплавства та відповідають діючій міжнародній нормативно-правовій базі, що регламентує перевезення вантажів морськими шляхами.

У дослідницькому розділі проаналізовано забезпечення безпеки судноводіння в зонах підвищеної грозової активності. У наступних розділах розраховані економічні показники роботи судна в рейсі за основним маршрутом. Виконані завдання з питань охоронних заходів і цивільного захисту на судні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки для виконання магістерської роботи / Укл. І.І. Ворохобін та ін.. - Одеса: НУ«ОМА», 2023. - 100 с
2. Резолюція А.1138(31) «Процедури контролю суден державою порту, 2019». Прийнята 4 грудня 2019 року
3. Резолюція МЕРС.85(44) «Керівництво з розробки суднових планів надзвичайних заходів з боротьби з забрудненням моря нафтою і/або шкідливими рідкими речовинами (зі змінами, внесеними МЕРС.137 (53) 22.07.2005)». Прийнята 13 березня 2000 року.
4. Правила класифікації та побудови суден частина І. Класифікація. Правила по запобіганню забруднення з суден. Бюлетень №4 змін і доповнень. Офіційне видання. Київ: Регістр судноплавства України, 2020. 70 с.
5. Міжнародна Конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти 1978 року (консолідований текст з манільськими поправками): українською та англійською мовами, 2012. 567 с.
6. Міжнародна конвенція по запобіганню забрудненню з суден 1973 року змінена Протоколом 1978, International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto (MARPOL) з поправками. Міністерство інфраструктури України: веб-сайт. URL:<https://docs.google.com/viewer?embedded=true&url=https://mtu.gov.ua/files/%D0%86MO%20act%208%2007%2018.docx>
7. Міжнародна конвенція з охорони людського життя на морі 1974 року/International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974 (SOLAS 1974) з поправками. Міністерство інфраструктури України: веб-сайт. URL: <https://docs.google.com/viewer?embedded=true&url=https://mtu.gov.ua/files/%D0%86MO%20act%208%2007%2018.docx>.

8. Топалов В.П., Торский В.Г. Оцінка ризиків під час експлуатації суден = Risk Assessment in ship's operation's – Вип. 17 – Одеса : Астропринт 2010. – 128 с.
9. Ніколаєва Л. Л. Комерційна експлуатація судна: підручн. [для студ.вищ. учб. зав.] / Л. Л. Ніколаєва. - Одеса: Фенікс, 2006. - 754 с.
10. Савчук В. Д. Технологія перевезення вантажів : підруч. / В. Д. Савчук. Одеса : ВидавІнформ, 2008. – 335 с
11. International convention on Load Lines, 1966/1988 [Електронний ресурс]. – Режим доступа: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896_007
12. International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code) [Електронний ресурс]. – Режим доступа: [http://asp.mot.gov.il/media/com_form2content/documents/c3/a830/f27/MSC%20406\(96\).pdf](http://asp.mot.gov.il/media/com_form2content/documents/c3/a830/f27/MSC%20406(96).pdf)
13. Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing (CSS Code) 1988 [Електронний ресурс]. – Режим доступа: http://www.axelzone.ro/storage/ttm/_lessons/stowage%20&%20securing/CSS%20Code%202011.pdf
14. International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals (ISGOTT) [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.marinedocs.co.uk/wpcontent/uploads/2017/09/isgott-5TH-EDITION.pdf>
15. Adoption of the International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code), Resolution MSC.267(85).
16. Правила класифікації та побудови морських суден. В 5-ти т. Том 2. – Київ: Регістр судноплавства України, 2014.
17. Довідник з теорії корабля: У трьох томах. Том 2. Статика суден. Хитавиця суден/Під ред. Я. І. Войткунського. - Л.: Суднобудування, 1985. – 440 с.
18. Сизов В.Г. Теорія корабля: Підручник. Видання 4-те, перероблене та доповнене. - Одеса: Фенікс, 2008. - 464
19. Методичні вказівки щодо виконання розділу дипломної роботи

20. "Охоронні заходи та цивільна оборона на судні". Спеціальність 7.07010402 (8.07010402) "Судноводіння" / В.Б. Терновський - Одеса: ОНМА, 2015, - 69 с.
21. Безпека та виживання на морі: методичні вказівки для самостійної роботи з виконання дипломної роботи магістра / Укл. Д. Г. Парменова,
22. І. М. Кулешов, Ю. В. Пашенко. – Одеса: НУ «ОМА», 2020. – 36 с.
23. Risk Management in Shipping // Drewry's Report
24. <https://mtu.gov.ua/> - Офіційний сайт Міністерства інфраструктури України
25. <http://www.ukrstat.gov.ua/> - офіційний сайт Державної служби статистики
26. <http://uspa.gov.ua/> – офіційний сайт Адміністрації морських портів України
27. <http://portsukraine.com/> - офіційний сайт журналу «Порти України»
28. <https://unctad.org/en/pages/> - Review of Maritime Transport 2018 (Огляд морського транспорту)
29. Топалов В.П., Торський В.Г., Торський В.В. Аналіз способів оцінки ризиків під час експлуатації судна / Судноплавство: Зб.науч тр. / Онма - Вип. 16 - Одеса : Видавництво Інформ 209. - 186 с.
30. Міжнародний кодекс з управління безпечною експлуатацією суден і запобіганням забрудненню (МКУБ), "з поправками Організації. (Видання 2002 р.)
31. NP 131. Catalogue of Admiralty Charts and Publications. - The United Kingdom Hydrographic Office, 2013.
32. Admiralty List of Radio Signals. Part 1: Maritime Radio Stations: Europe, Africa and Asia (Excluding Far East). NP281(1). Taunton: United Kingdom Hydrographic Office, 2023. 350 p.
33. Admiralty List of Radio Signals. Part 2: Maritime Radio Stations: The Americas, Far East and Oceania. NP281(2). Taunton: United Kingdom Hydrographic Office, 2023. 360 p.
34. Admiralty List of Radio Signals. Radio Navigational Aids, Electronic Position Fixing Systems and Radio Time Signals. NP282. Taunton: United Kingdom Hydrographic Office, 2024. 400 p.

35. Admiralty List of Radio Signals. Part 1: Maritime Safety Information Services: Europe, Africa and Asia (Excluding Far East). NP283(1). Taunton: United Kingdom Hydrographic Office, 2023. 320 p.
36. Admiralty List of Radio Signals. Part 2: Maritime Safety Information Services: The Americas, Far East and Oceania. NP283(2). Taunton: United Kingdom Hydrographic Office, 2023. 330 p.
37. Admiralty List of Radio Signals. Meteorological Observation Stations. NP284. Taunton: United Kingdom Hydrographic Office, 2023. 310 p.
38. Admiralty List of Radio Signals. Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS). NP285. Taunton: United Kingdom Hydrographic Office, 2023. 290 p.
39. Admiralty List of Radio Signals. Part 3: Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations: Mediterranean and Africa (including Persian Gulf). NP286(3). Taunton: United Kingdom Hydrographic Office, 2023. 340 p.
40. Admiralty List of Radio Signals. Part 4: Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations: Asia and Australasia. NP286(4). Taunton: United Kingdom Hydrographic Office, 2023. 350 p.
41. Всесвітня метеорологічна організація. Програма тропічних циклонів: аналітичні звіти. Женева: WMO, 2024. 250 с.
42. Національний центр попередження ураганів. Офіційні звіти про точність прогнозування ураганів. Майамі: NOAA, 2024. 300 с.
43. Метеорологічне агентство Японії. Щорічний звіт Центру тайфунів за 2007 рік. Токіо: JMA, 2007. 200 с.
44. Департамент погоди Індії. Щорічний звіт про тропічні циклони та методи прогнозування. Нью-Делі: IMD, 2007. 150 с.
45. World Meteorological Organization. Tropical Cyclone Programme Reports. Geneva: WMO, 2024. 180 p.
46. National Hurricane Center. Annual Reports on Hurricane Prediction Accuracy. Miami: NOAA, 2024. 240 p.
47. Japan Meteorological Agency. Annual Typhoon Center Reports. Tokyo: JMA, 2007. 210 p.