

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

Ворожевський Михайло Олександрович

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи: **Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу
судна «BALTIC STAR» за маршрутом Більбао– Лас-Пальмас**

Підпис магістранта _____

Завідувач кафедри _____

Керівник _____

Рецензент _____

Нормоконтроль _____

м. Одеса
2025 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут навігації
кафедра судноводіння

спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Завідувач кафедри

" ____ " _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

по дипломній роботі магістранта

Ворожєвський Михайло Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: **Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «BALTIC STAR» за маршрутом Більбао– Лас-Пальмас**
затверджена наказом по НУОМА від " ____ " _____ 20__ р. № ____
2. Строк здачі курсантом закінченої роботи " ____ " _____ 20__ року
3. Вхідні дані до роботи:
 - Методичні вказівки для виконання магістерської роботи;
 - Суднова документація для опису загальних відомостей та техніко – експлуатаційних характеристик судна;
 - Навігаційні карти, посібники та нормативні документи для планування переходу
 - Затверджена тематика дослідницького розділу;
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):
 - Опис характеристик судна;
 - Навігаційне планування переходу;
 - Розрахунок завантаження , посадки та остійності судна;
 - Сучасний стан та тенденції забезпечення безпеки морського судноплавства;
 - Розрахунок економічних показників; цивільна оборона на судні.
5. Перелік графічного матеріалу:
 - Загальний вид судна та план вантажних приміщень
 - Плани портів, графіки припливів, графічний план переходу
 - Вантажний план, графіки остійності та міцності судна
 - Рисунки та схеми використані в дослідницькому розділі

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

Розділ	ПІБ консультанта	Підпис і дата
1. Характеристики судна		
2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу		
3. Обробка та розміщення вантажів		
4. Оцінка морехідних якостей судна		
5. Сучасний стан та тенденції забезпечення безпеки морського судноплавства		
6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі (кафедра «Менеджменту і економіки морського транспорту»)		
7. Охоронні заходи та цивільна оборона на судні (кафедра «Судноводіння»)		

7. Календарний план дипломної роботи магістранта

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Характеристики судна	09.2025 р.	
2.	Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	09.2025 р.	
3.	Обробка та розміщення вантажів	10.2025 р.	
4.	Оцінка морехідних якостей судна	10.2025 р.	
5.	Сучасний стан та тенденції забезпечення безпеки морського судноплавства	10.2025 р.	
6.	Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі	11.2025 р.	
7.	Охоронні заходи та цивільна оборона на судні	11.2025 р.	

Дата видачі завдання _____

Керівник _____ Завдання до виконання прийняв _____

АНОТАЦІЯ

Дана дипломна робота присвячена комплексному опрацюванню та дослідженню етапів навігаційного переходу танкера-хімовоза «BALTIC STAR» за маршрутом Більбао – Лас-Пальмас з перевезенням вантажу мазуту.

Робота складається з семи розділів, в яких висвітлені найбільш важливі аспекти професійної діяльності судноводія: характеристики судна, аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу, обробка та розміщення вантажів, оцінка морехідних якостей судна, розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі, а також охоронні заходи та цивільна оборона на судні.

В роботі детально розглянуто питання сучасного стану та тенденцій забезпечення безпеки морського судноплавства. Для вивчення проблеми було проведено аналіз основних літературних джерел, який виявив найбільш актуальні напрямки вирішення цієї проблеми.

Ключові слова: безпека судноводіння, танкер-хімовоз, планування навігаційного переходу, морехідні якості, економічні показники рейсу.

ANNOTATION

This thesis is dedicated to the comprehensive study and analysis of the navigational voyage stages of the chemical tanker "BALTIC STAR" on the route Bilbao – Las Palmas carrying fuel oil cargo.

The work consists of seven chapters covering the most important aspects of a navigator's professional activities: vessel characteristics, analysis, assessment and planning of the navigational voyage, cargo handling and stowage, assessment of the vessel's seaworthiness qualities, calculation of the vessel's economic performance indicators during the voyage, as well as security measures and civil defense aboard the vessel.

The work provides a detailed examination of the current state and trends in ensuring maritime navigation safety. To study the problem, an analysis of primary literary sources was conducted, which identified the most relevant directions for solving this issue.

Keywords: navigation safety, chemical tanker, navigational voyage planning, seaworthiness qualities, voyage economic indicators.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

Δ – водотоннажність повному вантажу (т)

Δ_0 - водотоннажність порожньою (т)

Δw - повна вантажопідйомність

ДСО – діаграма статичної остійності

ЗНЗ - засіб навігаційного забезпечення

НМК – навігаційна морська карта

РЛС – радіолокаційна станція

СКП – середня квадратична похибка

ALRS - Admiralty List of Radio Signals

ВМ – згинальний момент (Bending Moment)

SF – перерізуєча сила (Shear Force)

GMDSS - Global Maritime Distress and Safety System

UKC – under keel clearance

IMO – Міжнародна морська організація (International Maritime Organization)

ISO – Міжнародна організація по стандартизації (International Standardization Organization)

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

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

Θ_r - амплітуда хитаєиці (°)

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

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

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА.....	10
1.1 Загальні відомості і головні розміри судна.....	10
1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна.....	12
1.3 Маневрені характеристики.....	15
1.4 Навігаційне обладнання.....	17
1.5 Забезпечення непотоплюваності.....	17
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ.....	19
2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу.....	19
2.2 Оцінка запланованого переходу.....	20
2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході.....	23
2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації.....	25
2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні...	26
2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання.....	37
2.3.1 Розрахунок ортодромії.....	37
2.3.2 Складання маршрутних листів.....	38
2.3.3 Графічний план переходу.....	38
2.3.4 Розрахунок природної освітленості.....	39
2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів.....	40

2.4 Висновки.....	41
РОЗДІЛ 3. ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ.....	42
3.1 Транспортні характеристики вантажів.....	42
3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та документальне оформлення морського перевезення.....	45
3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна.....	50
3.4 Складання вантажного плану.....	55
3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу.....	57
РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА.....	62
4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна.....	62
4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності.....	68
4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації.....	71
4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності.....	71
4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності.....	74
4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності.....	75
4.7 Контроль загальної поздовжньої міцності судна.....	76
Висновок.....	76
РОЗДІЛ 5. СУЧАСНИЙ СТАН ТА ТЕНДЕНЦІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ МОРСЬКОГО СУДНОПЛАВСТВА.....	77
5.1 Еволюція концепції морської безпеки: від традиційних ризиків до цифрової епохи	77
5.2 Аналіз аварійності світового флоту (2018-2024): статистика, тенденції, регіональні особливості	80

5.3 Трансформація людського фактору в умовах цифровізації судноплавства.....	87
Висновки.....	95
РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ.....	98
6.1 Розрахунок кількісних показників роботи судна в рейсі	98
6.2 Розрахунок якісних показників роботи судна в рейсі.....	104
6.3 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу.....	106
РОЗДІЛ 7. ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ.....	109
7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту.....	109
7.1.1 Вихідні дані.....	109
7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території.....	109
7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат...	117
7.2 Розподіл обов'язків та відповідальності щодо забезпечення охорони судна.....	118
ВИСНОВКИ.....	121
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	122
ДОДАТОК А.....	126
ДОДАТОК Б.....	127

ВСТУП

Морське судноплавство є основою світової торгівлі, забезпечуючи перевезення понад 90% міжнародних вантажів, що підкреслює критичну важливість безпечного функціонування морської індустрії для глобальної економіки.

Однією з найважливіших проблем сучасного мореплавства є підвищення безаварійності судноводіння, оскільки її успішне вирішення безпосередньо сприяє збереженню людського життя на морі, захисту навколишнього середовища та забезпеченню економічної стабільності морських перевезень. Незважаючи на значний технологічний прогрес та вдосконалення міжнародного регулювання за останні десятиліття, морська індустрія продовжує стикатися з численними викликами безпеці.

Тому комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу, чому присвячена дана робота, є актуальним науковим напрямом.

Головна задача роботи полягає в комплексному дослідженні та аналізі сучасного стану безпеки морського судноплавства, виявлення ключових тенденцій та факторів ризику, вивчення еволюції концепцій безпеки та трансформації людського фактору в умовах цифровізації, та є актуальним науково-практичним напрямом, що має важливе значення для підвищення безпеки мореплавства та збереження людського життя на морі.

Мета роботи – комплексний аналіз сучасного стану та тенденцій забезпечення безпеки морського судноплавства, дослідження еволюції концепцій морської безпеки.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

1.	Назва судна:	BALTIC STAR
2.	Тип судна:	Oil/ Chemical Tanker
3.	Позивний сигнал судна:	5LOT9
4.	MMSI №:	636023657
5.	Рік і місце будівництва	2006, Dae Sun Shipbuilding & Eng
6.	Клас реєстру:	DNV Class
7.	Порт приписки:	Liberia
8.	Судновласник:	CRYSTAL MOUNTAIN INV INC
9.	Довжина найбільша,(L):	182,55м
10.	Довжина між перпендикулярами, (L _{⊥⊥}): (м):	175,0 м
11.	Ширина найбільша,(B):	27,34 м
12.	Висота борту до верхньої палуби, (H):	38,04 м
13.	Найбільше осідання(T):	11,22 м
14.	Осадка (T) в повному вантажу і порожньому:	11,22 м 2,46 м
15.	Водотоннажність: в повному вантажу Δ: порожньому Δ _о :	45974 т 8641,4 т
16.	Повна вантажопідйомність Δw:	37332,6 т
17.	Головний двигун, тип: потужність: частота обертання:	B&W 7S50 MC-C , МК-7. 12870 Н.Р. 105 об./хв

Продовження табл. 1.1

18.	Режим роботи головного двигуна:	Manoeuv ering	RPM /Pitc	Speed (knots)	
				Loaded	Loaded
		FSAhead	127	15.19	15.95
		FAhead	105	13.24	14.09
		HAhead	85	10.72	11.41
		S Ahead	64	8,07	8,59
		DSAhead	45	5,67	6,03
		DSAstern	45	5,67	6,03
		SAstern	64	8,07	8,59
		HAstern	85	10.72	11.41
		FAstern	105	13.24	14.09
19.	Швидкість судна:	в вантажу: 14,5 вуз. в баласті: 15 вуз.			
20.	Гребний гвинт, кількість лопастей, діаметр та крок гвинта, дискове відношення.	FPP. Right handed, 4 blades diam 6.36 m, pitch = 4301.7 mm.			
21.	Тип руля и площа його пера:	Marine Type / balanced			
22.	Тип стернової машини: підрулюючий пристрій:	Rolls Roys electric hydraulic			
23.	Суднова радіостанція: Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району А3 та включає в себе:	INMARSAT-C TT 30000 C / INMARSAT-A Jue45 / VHF (2 sets) – SAILOR RT2048 + DSC RM2042 / RE2100 + DSC RM2150 + DSC2151 EPIRB – Mc Murdo / SART (2 pcs) – Mc Murdo			
24.	Валова реєстрова місткість	23240			
25.	Чиста реєстрова місткість	10110			
26.	Добова витрата палива: на ходу: Важке паливо (HFO) на стоянці: Дизельне паливо	HFO: 47,5 т. DO: 2,5 т			
27.	Координати центру мас порожнього судна:	$X_0 = -8,59$ м $Z_0 = 9,96$ м			

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна

Схематичне креслення бокового виду судна з розташуванням приміщень для вантажу і запасів зображене на рис. 1.1.

Дані по вантажним приміщенням приведені в таблиці 1.2.

Вантажна шкала наведена у вигляді рис. 1.2.

Таблиця 1.2 – Характеристики вантажних приміщень

№	Назва приміщень	Місткість (м3)		Відстань Ц. Т. (м)		$\Delta m h$
		100%	98%	X	Z	
1	№ 1 вантажний танк (лівий)	3069,8	3008,4	66,15	9,853	1971
2	№ 1 вантажний танк (правий)	3069,8	3008,4	66,15	9,853	1971
3	№ 2 вантажний танк (лівий)	3666,3	3593,0	44,97	9,678	2877
4	№ 2 вантажний танк (правий)	3666,3	3593,0	44,97	9,678	2877
5	№ 3 вантажний танк (лівий)	3670,8	3597,4	23,15	9,678	2884
6	№ 3 вантажний танк (правий)	3670,8	3597,4	23,15	9,678	2884
7	№ 4 вантажний танк (лівий)	3670,8	3597,4	1,31	9,678	2884
8	№ 4 вантажний танк (правий)	3670,8	3597,4	1,31	9,678	2884
9	№ 5 вантажний танк (лівий)	3670,8	3597,4	-20,53	9,678	2884
10	№ 5 вантажний танк (правий)	3670,8	3597,4	-20,53	9,678	2884
11	№ 6 вантажний танк (лівий)	3370	3302,6	-41,64	9,937	2645
12	№ 6 вантажний танк (правий)	3370	3302,6	-41,64	9,937	2645
13	слоптанк (лівий)	441,1	432,3	-53,91	10,623	481
14	слоптанк (правий)	441,1	432,3	-53,91	10,623	481
	Всього	43119,2	42256,8			

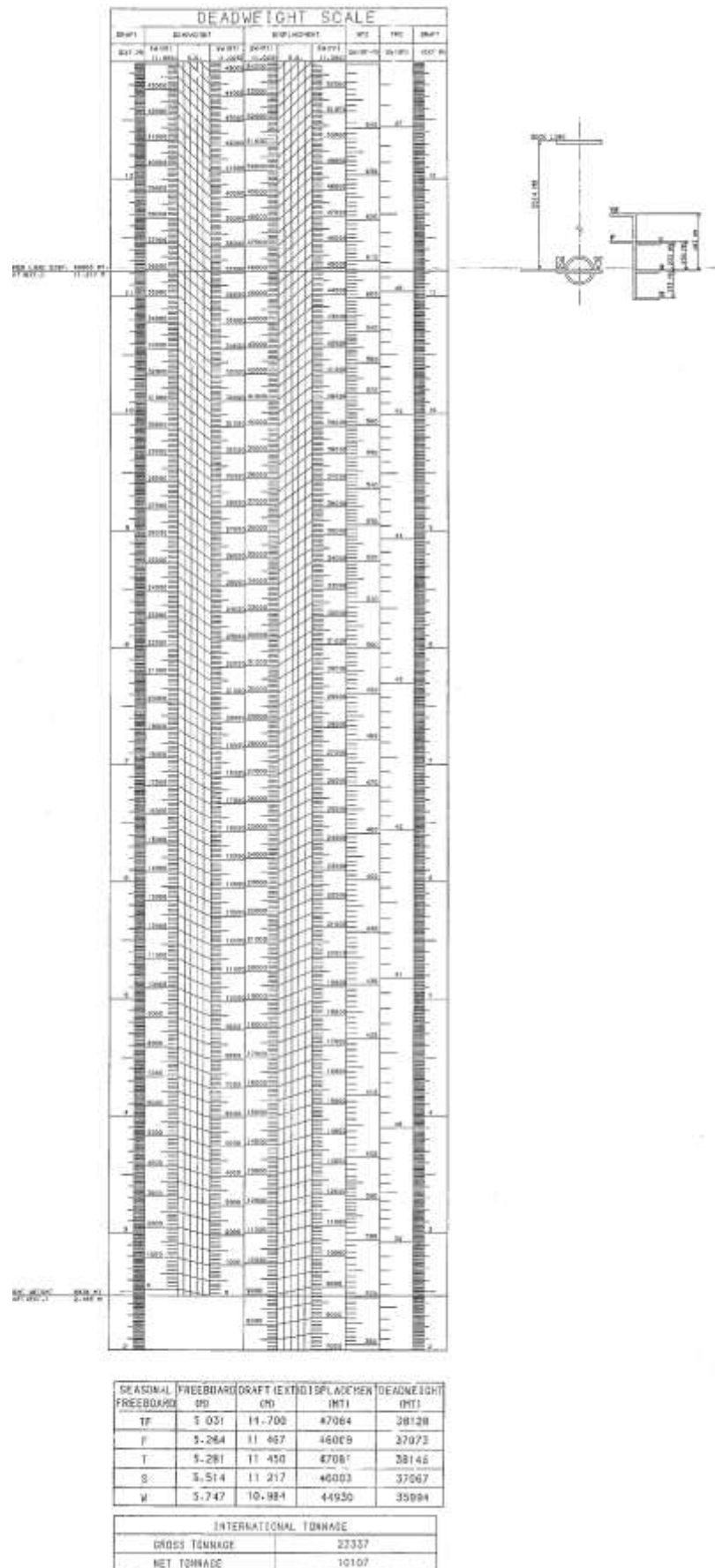


Рисунок 1.2 – Вантажна шкала судна

SHIP'S PARTICULARS							
Ship's Name: Bultic Star				Call Sign:		Flag:	
Years Built: 2006		Owner: Eitzen Chemical Pte., LTD					
Fax:		Telex:		Phone:		MMSI: 636023657	
Port:				Date:		Time:	
Agent:				Cargo:			
Gross Tonnage		23240		Draft Forward		m	
Net Tonnage		10110		Draft Middle		m	
Deadweight		37332		Draft Aft		m	
Displacement		46003		Air Draft		m	
LOA	182.55m	Breadth	27.34m	Freeboard		m	
Port Anchor: 11 shackles 302.5 m / 992.45 F			1 shackle = 27.5 m / 13.67 fathoms			FWA: 25 cm.	
Stbd Anchor: 11 shackles 302.5 m / 992.45 F			Bulbous bow: No			TPI/TPC: 46.1 tons	
ENGINE PARTICULARS							
Main Engine Type: DIESEL BMZ MAN B&W 7S50 MC-C				Propeller: Right; Controllable pitch: No			
Engine Order		RPM	Speed in knots		Min. RPM:		31
			Laden	Ballast	Max No of Consecutive Starts:		25
Full Ahead		105	13.7	14.08	Astern power in % of Ahead:		75%
Half Ahead		85	11.09	11.4	Time Full Ahead to Full Astern:		9.25min
Slow Ahead		64	8.35	8.58	Time limit Astern:		-
Dead Slow Ahead		45	5.87	6.03	Engine critical RPM:		48-59
Dead Slow Astern		45			Main Engine Control: Bridge / ER		
Slow Astern		64			Engine tested Ahead / Astern: Yes / No		
Half Astern		85			Remarks: NO		
Full Astern		105					
STEERING and MANEUVERING PARTICULARS							
Rudders (number and type):			1				
Number of Power units operating:			2		Bow Thruster: 900 KW		
Rudder angle for neutral effect:			0		Stern Thruster: NO		
Time Hard-over to Hard-over:			13 sec		Remarks:		
Max Angle:			35				

Рисунок 1.3 – Лоцманська карточка

1.4 Навігаційне обладнання

Дані про всі ТЗН (технічні засоби навігації) судна та точнісні характеристики ТЗН приведені у вигляді таблиць.

Таблиця 1.3 – Технічні засоби навігації

Прилад	Тип, марка
Магнітний компас (МК)	Observator BV
Гірокомпас (ГК)	Yokohawa MPD-B
Радар (САРП)	Furuno
Ехолот	Furuno FE-700
Лаг	Furuno DS-50
СНС	GPS Furuno GP-90
АІС	Sailor AIS

Таблиця 1.4 – Точнісні характеристики ТЗН на судні

Тип і марка приладу	Навігаційні параметри	СКП одного вимірювання
Observator BV	магнітний пеленг	1.5°
Yokohawa MPD-B	курс	0.2°
Furuno	радіопеленг	1.0°
	відстань	1% від D
Furuno FE-700	глибина	0.1м
Furuno DS-50	швидкість	0.1вуз
GPS Furuno GP-90		50 м

1.5. Забезпечення непотоплюваності

Для будь-якого судна можна вибудувати пріоритетний ряд небезпек, окремі елементи якого можуть мінятися місцями залежно від ступеня

завантаження і характеру вантажу. Пріоритетний ряд небезпек на танкері може бути представлений так: вибух - пожежа - загазованість - розламування - втрата плавучості - перекидання. Чим більше розміри танкера, тим простіше цьому ряду зробити розламування. Доступна для огляду статистика аварій не знає випадків перекидання танкерів. Це пояснюється особливостями його експлуатації та конструкції.

Танкер - це судно, призначене для перевезення рідких вантажів, що мають вільну поверхню.

Танкер, маючи 80-90% площі вільної поверхні рідини від площі діючої ватерлінії, неминуче повинен був би перевернутися, якби не був конструктивно захищений від цієї небезпеки. Це досягається встановленням поздовжніх водонепроникних перегородок, що зменшують вплив вільної поверхні..

Багато типів танкерів теоретично можуть загинути. від втрати плавучості при затопленні МВ. Відомо, що переважна більшість пробоїн відбувається в результаті зіткнень або посадки на мілину. Статистичний аналіз пошкоджень корпусу дозволяє встановити закон розподілу розташування пробоїни по довжині судна, з якого випливає, що ймовірність отримання пробоїни в МВ танкера (за умови його знаходження в кормі) в 5-6 разів менше, ніж в носовій частині, при зіткненнях і в 3 -4 рази менше при посадках на ґрунт. Тому кінцеві значення ймовірностей отримання пробоїни в МВ танкерів дуже невеликі, і, виходячи з цього танкерів призначений мінімальний надводний борт. Конструктивним захистом від затоплення МВ танкера при зіткненнях є зміщення МВ в корму і зменшення його розмірів до мінімально допустимих, а при посадках на ґрунт - обов'язкова наявність подвійного дна.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

Основні нормативні документи та настанови щодо організації планування морського рейсу включають:

- Міжнародна Конвенція про збереження людського життя на морі 1974 р. (SOLAS-74), Розділ V "Безпека мореплавства" [2] – закріплює обов'язкові міжнародні норми безпечного судноводіння, зокрема правила щодо підготовки рейсу та використання навігаційних засобів;
- Конвенція та кодекс про підготовку та кваліфікацію моряків і несення вахтової служби (STCW-78 з поправками), Розділ VIII [3] – встановлює базові вимоги до професійної компетентності судноводіїв, зокрема їхньої здатності організовувати та виконувати безпечне плавання;
- Резолюція ІМО А.893 (21) – "Настанови з планування морського рейсу" [4] – пропонує докладні інструкції щодо методів підготовки рейсу, охоплюючи всі фази від первинної оцінки до моніторингу виконання;
- Настанови з організації навігаційної служби на морських судах України – 1998 р. [5] – вітчизняний нормативний документ, який визначає порядок організації навігаційної діяльності на українських судах із врахуванням міжнародних норм;
- Bridge Procedures Guide, 5th Edition, 2016 [6] – практичний довідник процедур роботи на навігаційному містку, що включає настанови з підготовки та здійснення морського переходу;
- Bridge Team Management, 2nd Edition, 2004 [7] – посібник з координації роботи вахтової команди на містку, включаючи питання спільного планування та реалізації навігаційних операцій.

Процес організації безпечного морського переходу складається з чотирьох послідовних етапів:

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

Ці етапи мають реалізовуватися послідовно у чіткому порядку, оскільки кожна наступна фаза ґрунтується на результатах попередньої і забезпечує системний підхід до гарантування безпеки морського плавання.

2.2 Оцінка запланованого переходу

Оцінка – це етап систематизації всіх відомостей, що стосуються запланованого рейсу. Збирання даних включає навігаційну інформацію з морських карт та супутніх видань, таких як лоції (sailing directions), зведення навігаційних вогнів (ALFS), радіосигналів (ALRS), таблиці припливів, повідомлення мореплавцям (Notices to Mariners), схеми систем розподілу руху суден та радіонавігаційні засоби.

Необхідно також враховувати кліматичні дані та відповідну метеорологічну інформацію, яка може бути корисною для конкретного рейсу, а також впливати на застосування різноманітних навігаційних засобів, особливо в акваторіях з обмеженою видимістю.

Комплексну оцінку майбутнього рейсу здійснює Капітан за участю Старшого помічника та інших вахтових офіцерів. Така оцінка дає можливість Капітану і офіцерам чітко визначити всі небезпечні ділянки та зони, де безпечне проходження судна залежатиме виключно від врахування його осадки та запасу води під кілем. Всі члени командного складу повинні знати й постійно враховувати технічний стан судна та обладнання, пам'ятати про

різноманітні обставини плавання, а також чітко усвідомлювати межі безпеки на різних ділянках маршруту.

З цією метою здійснюється відбір навігаційних карт, посібників та публікацій для заданого рейсу відповідно до Каталогу карт та публікацій Адміралтейства (Catalogue of Admiralty Charts and Publications [8]). Можливе також застосування цифрового каталогу Адміралтейства (Admiralty Digital Catalogue).

Контрольний перелік планування переходу (The Passage Plan CheckList) повинен використовуватись і заповнюватись Старшим помічником для систематизації всієї інформації, потрібної для повноцінної оцінки рейсу та умов його виконання. Слід також враховувати, що актуальніша інформація, як-от навігаційні попередження, що надходять по радіо, та метеорологічні прогнози, може бути отримана вже після проведення первинної оцінки.

Опрацьовані дані щодо необхідних карт та публікацій для рейсу представлені у формі таблиць 2.1 та 2.2.

Таблиця 2.1 – Перелік карт на перехід

Тип карти	Cell No.	Назва карти	Масштаб 1:
1	2	3	4
паперова	1173	Bilbao	25,000
паперова	1174	Approaches, to Bilbao	25,000
паперова	1102	Bayonne to Santander	200.000
паперова	1105	Cabo Ajo to Cabo Penas	200,000
паперова	1108	Gijon to Punta Candelaria	200,000
паперова	1111	Punta de la Estaca de Bares to Cabo Finisterr e	200,000
паперова	87	Cabo Finisterre to the Strait of Gibraltar	1,000,000
паперова	3132	Strait of Gibraltar to Arquipelago da Madeira	1,250,000

Продовження табл. 2.1.

1	2	3	4
паперова	3133	Casablanca to Islas Canarias (Including Archipelago da Madeira)	1,250,000
паперова	1870	Lanzarote to Gran Canaria	300,000
паперова	1856	Approaches to Puerto de La Luz (Las Palmas)	75,000
паперова	1856	Approaches to Puerto de La Luz (Las Palmas)	12,000

Таблиця 2.2 – Перелік публікацій на перехід

Номер	Назва посібника
202	Admiralty Tide Tables Vol. 2- North Atlantic Ocean and Arctic Region
208	Admiralty Tide Tables Vol. 8 – South East Atlantic Ocean, West Africa and Mediterranean
22	Bay of Biscay Pilot
67	West Coasts of Spain and Portugal Pilot
77	List of Lights, Volume- D Eastern Atlantic Ocean, Western Indian Ocean and Arabian Sea, from Goulet de Brest Southward, including off-lying Islands, to longitude 68° East
281(1)	Volume 1- Part 1, Europe, Africa and Asia (excluding the Far East)
282	Radio Aids to Navigation, Satellite Navigation Systems, Legal Time
283(1)	Volume 3- Part 1, Maritime Safety Information Services: Europe, Africa and Asia (excluding the Far East)
284	Meteorological Observation Station
285	GMDSS
286(2)	Volume 6- Part 2, Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations (Europe - excluding UK, Ireland, Channel Ports and the Mediterranean)
314	Brown's Nautical Almanac.

2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

Інформація з безпеки на морі включає навігаційні і метеорологічні попередження, метеорологічні прогнози та інші термінові повідомлення, що відносяться до безпеки. Ця інформація є життєво важливою для всіх суден, тому вона є обов'язковою для прийому на всіх суднах не залежачи від району плавання.

У даному підрозділі наведемо аналіз, опис та систематизуємо навігаційну інформацію, що передається за допомогою GMDSS та факсимільних гідрометеорологічних карт.

За допомогою ALRS 283 [9] вибираємо інформацію, що вимагається для отримання факсимільних карт погоди по маршруту переходу та зводимо їх в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

№	Радіостанція	Позначення та межі карти	Зміст передачі	Час передачі
1	ATHINA	1:15,000,000 (C) 49°N.23°W 45°N.42°E 23°N.7°W 21°N.35°E	Significant weather Prognosis For period: 0300- 1500 0900-2100 1500-0300 2100-0900	0845(06) 0857(06) 0909(06)

За допомогою посібника ALRS 285 [10] вибираємо інформацію про райони NAVAREA і станції NAVTEX за маршрутом переходу. Дані зводимо в таблицю.

Таблиця 2.4 - Райони NAVAREA, станції NAVTEX на переході

№	Ділянка переходу	Район NAVAREA	Станції NAVTEX	Координатор NAVAREA
1	Атлантика	II	Coruna (ESP) [W]	SPAIN
			Cross Corsen (FRA) [A]	
			San Vicente (CPV) [P]	
			Casablanca (MRC) [I]	
			Tarifa (ESP) [T]	
			Las Palmas (ESP) [I]	

Використовуючи довідник ALRS 286 [11], встановлюють присутність уздовж маршруту контрольних станцій, акваторій, де виконується регулювання судноплавства службами СУРС (Reporting Areas), вирішують питання щодо комунікації з контрольними станціями та постами - строки, формати та методи передачі даних. Уточнюють особливості зв'язку з лоцманськими службами та операторами портових терміналів. Отримані дані систематизуємо у табличному вигляді.

Таблиця 2.5 – Зв'язок на переході

№	Станція	Спосіб зв'язку	Канали, частоти	Замітки
1	Bilbao Port Control	VHF	12	Pilotage
2	Bilbao Pilots	VHF	13	Pilots and Port
3	Finnisterre VTS	VHF	11,74	Pilotage Port Control
4	Las Palmas VTS station	VHF	16	Vessel Traffic Service
5	Las Palmas Pilot	VHF	16	Pilots Port Control

2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

У цьому підрозділі здійснимо дослідження гідрометеорологічних умов уздовж маршруту судна. Для цього застосуємо усереднені багаторічні відомості, представлені в Атласах океанів, кліматологічних, гідрографічних та океанографічних довідниках, а також у пілотних картах Pilot Chart (веб-ресурс www.passageweather.com). З метою детального опису гідрометеорологічних умов маршрут буде поділено на окремі сегменти.

Опис метеорологічних умов, що очікуються під час рейсу, який містить показники атмосферного тиску, частоту повторюваності напрямків вітру у процентах, частоту повторюваності різних швидкостей вітру, частоту повторюваності безвітряної погоди, подано у таблицях 2.6 та 2.7.

Таблиця 2.6 - Гідрометеорологічні умови плавання.

Метеорологічні елементи		Порт відходу	Атлантика	Порт приходу
1		2	3	4
Повторюємість Вітру%	N	5	8	13
	NE	12	17	5
	E	8	3	20
	SE	2	21	14
	S	7	5	9
	SW	15	8	3
	W	6	10	15
	NW	2	3	2
Середня швидкість вітру, м/с		2-3	3-6	3
Число діб з туманом		5	4	5
Середня хмарність, бали		3	3	2
Число ясних діб (0-2 бали)		5	3	4
Число похм. діб (8-10) балів		17	12	14

Продовження табл. 2.6

1	2	3	4
Середня кількість опадів, мм	95	120	100
Макс. кіл-сть. Опадів за добу, мм	30	40	28
Кількість діб з опадами	7	6	8
Середня температура повітря, °С	12	15	20
Відносна вологість повітря, %	72	78	70

Таблиця 2.7 – Повторюваність хвилювання

Напрямок хвиль	Висота хвиль, м								
	Вітрове хвилювання					Зиб			
	<0,9	0,9-1,5	1,5-2,4	>3,7	Немає	0,3-1,8	1,8-3,7	>3,7	Немає
N	3	5	5	2	2	7	8	10	4
NE	6	15	13	14		12	16	11	
E	3	8	10	7		4	7	5	
SE	2	1	1	0		3	5	4	
S	1	0	0	0		1	2	2	

2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні

Підхід до берега з моря справедливо вважається найбільш відповідальною частиною плавання: більш 60% усіх навігаційних аварій відбувається саме при підходах до берега. У такій обстановці вільний простір вод, як правило, скорочується і часто переходить у досить вузькі й обмежені водяні простори.

Велику допомогу безпеці мореплавання в такій обстановці роблять штучно споруджені і раціонально встановлені ЗНЗ, які підвищують точність навігаційного визначення місця судна та зменшують час, необхідний для визначення об'єктів спостереження серед загальної конфігурації берега.

Плавучі ЗНЗ не можуть служити об'єктами для точного визначення місця судна. Однак їхнє розміщення безпосередньо біля небезпек грають не менш важливу роль у забезпеченні безпеки прибережного плавання, а часом більш коштовну, чим стаціонарні ЗНЗ.

Чим раніше судноводій пізнає елементи берега, тим раніше він зможе зорієнтуватися і виправити помилки. Велику допомогу в такій обстановці можуть зробити лоція і карти.

Уважне вивчення карт і посібників для плавання дозволить виявити найбільше безпечні ділянки узбережжя, чисті від підводних небезпек. При відсутності в лоції спеціальних указівок про вибір курсів і швидкості в даному районі вибирають ту ділянку узбережжя, де є характерний, далеко видимий орієнтир, який неможна поплутати з іншим, навіть на екрані РЛС. У цьому випадку курс прокладають прямо на цей орієнтир і по можливості перпендикулярно до ізобат. При змушеному плаванні уздовж берега без надійних обсервацій варто обирати курси, що розходяться з небезпечними ізобатами, але не рівнобіжні їм. У всіх випадках варто уникати проходів у безпосередній близькості від навігаційних небезпек, наприклад між банкою і берегом чи між банками, тощо. Не рекомендується також «зрізати кути», тому що подібний виграш у відстані відводить судно від рекомендованих курсів і істотно знижує безпеку плавання.

Впізнавши берег і «прив'язавшись» до нього, судно далі якийсь час робить прибережне плавання у видимості берегів. Під виразом «плавання у видимості берегів» розуміється плавання в районі моря, вилученому від берегів на таку відстань, при якому можливо робити звичайні візуальні чи радіолокаційні обсервації. При такому плаванні судоводію необхідні карти, що найбільше докладно відбивають усі деталі морської обстановки, що мають навігаційне значення. Останнє можливо тільки на великомасштабних (шляхових або часткових) НМК. Тому в прибережному плаванні прокладку ведуть на шляхових

НМК масштабу 1:100000—1:250000, а в районах складних у навігаційному відношенні — на часток НМК масштабу 1:50000.

Однак одного нанесення на карту шляху судна недостатньо: плавання судна необхідно погоджувати з рельєфом дна, видимими берегами, попереджувальними знаками, тощо. Більш того, в обстановці прибережного плавання по карті потрібно вивчити поступово відкриваючийся береги і водяні простори, щоб завчасно обрати об'єкти для визначення місця і заздалегідь знати, де і як треба змінювати курси для того, щоб безпечно стежити далі.

Крім НМК із нанесеними на них примітними місцями і попереджувальними знаками, судноводій повинен мати лоцію, де наведений докладний опис видимих їм берегів, водяних просторів, а також всіх інших елементів морської обстановки. Там же наведені вказівки, як потрібно направити судно і як треба розташовувати його курси, щоб щонайкраще минати всі підводні небезпеки .

Течії в прибережному плаванні представляють значну перешкоду. Тут дуже рідко можна зустріти правильні течії з постійним напрямком і швидкістю. Навпроти, здебільшого прибережні течії носять дуже неправильний і непостійний характер, тому що конфігурація берегів, глибини і нерівності морського дна дуже впливають на мінливість їхніх елементів.

Крім вітрів, що є основною причиною течій у відкритому морі, у прибережних районах течії виникають через нагонні явища, виноси великих рік, припливи і ін. Приливні течії, мало помітні у відкритому морі, у берегів виражені більш різко; їхні швидкості часто досягають 5—6 вузл. , а в окремих місцях — 10—12 вузл. і більш.

Вітер і хвилювання утрудняють навігаційні спостереження в прибережному плаванні. Так, хвиля, що йде з боку відкритого моря, викликає відчутну хитавицю судна, а більшість навігаційних способів визначення місця припускає узяття відліку в момент перебування судна на рівному килі. Крім того, вітер і хвилювання збільшують різкі короточасні відхилення судна від заданого курсу,

що також негативно позначається на точності традиційних методів зчислення шляху і визначення місця судна. У той же час близькість навігаційних небезпек жадає від судноводія виключення істотних відхилень від обумовлених фарватерами курсів. У цьому зв'язку в прибережному плаванні застосовуються звичайно інші, чим у відкритому морі, способи визначення місця, що не повинні бути трудомісткими, час, потрібний на вимір навігаційних параметрів, їхню обробку і нанесення місця на карту не повинен займати в середньому більш 3—5 хв. Частота визначення місця залежить від відстаней до навігаційних перешкод, їх положення щодо лінії шляху судна, його швидкості, точності обсервацій і зчислення. Місце судна в подібних обставинах визначають через кожні 20—30 хвилин; якщо ж узбережжя слабо обгороджене навігаційними знаками і місце приходить визначати головним чином по зрізах мисів і іншим природним орієнтирам, щоб не втратити орієнтування і не помилитися при упізнанні орієнтирів, обсервації потрібно робити частіше — через 15—20 хв.

При всьому цьому потрібно постійне спостереження за навколишнім оточенням і порівняння її з описами у відповідних посібниках для плавання.

Вночі в похмуру погоду багато з примітних пунктів і попереджувальних знаків не видні, чи видні настільки погано, що користатися ними для орієнтування на місцевості важко, а часом просто неможливо. Таким чином, у подібних умовах, судноводію приходить вживати додаткових заходів обережності, що вдень були б зайві.

Туман, зрозуміло, ще більше утрудняє прибережне судноводіння, вимагаючи надзвичайної уважності, передбачливості і старанності у всіх діях, що стосується плавання судна. При погіршенні видимості варто зменшити швидкість судна до безпечної, частіше визначати його місце, включити РЛС, підготувати звукові засоби сигналізації.

У таких випадках особливу важливість здобувають найбільш докладні НМК і по можливості більш повні описи водяних районів, морської обстановки в них і вказівок для плавання.

Складність прибережного плавання в мрячну погоду викликає необхідність в організації й установці в найбільш відповідальних і небезпечних місцях берегової мрячної сигналізації. Судноводій повинен уважно стежити за такими мрячними сигналами, швидко і безпомилково розпізнавати їх. Під час тумана він повинний максимально використовувати всі наявні в його розпорядженні РТЗ, вести безупинний радіолокаційний огляд, уважно стежити за змінами навколишнього середовища. Так, наприклад, зміна хвилі з навітряного берега означає, що судно зайшло під прикриття берега; збільшення хвилі — судно вийшло з-під такого прикриття, а при плаванні уздовж ланцюжка островів — судно проходить протоку.

Таблиця 2.8 – Засоби навігаційного забезпечення

№	Назва	Координати		Характеристики	Видимість
		Шир.	Дов.		
1.	Coast light	43-22.7 N	003-04.6 W	Fl. Y.5s	7 nm
2.	Cabo AJO	43-30.6 N	003-35.7 W	Oc(3). Y.16s	17 nm
3.	Cabo Penas	43-39.3 N	005-50.9 W	Fl(3).Y.15s	35 nm
4.	Isla Pancha	43-33.9 N	007-02.5 W	Fl(3+1).Y.20s	25 nm
5.	Panta Estaca	43-47.2 N	007-41.1 W	Fl(2).Y.7.5s	25 m
6.	Cabo Villano	43-09.5 N	009-12.7 W	Fl(2).Y.15s	40 m

Наведемо опис портів заходу та відходу. Інформацію щодо портів знаходимо в посібнику [12].

Порт Більбао (координати 43°23'N, 03°05'W) розміщений на східному узбережжі Біскайської затоки, що є частиною Атлантичного океану. Порт займає стратегічно важливе положення на північному узбережжі Іспанії та є одним з найбільших портів країни.

Бухта Більбао являє собою природну затоку, що вдається у південний берег Біскайської затоки. Її вхідні межі визначаються двома мисами: мисом Галі ($43^{\circ}22'N$, $3^{\circ}02'W$) на північному сході та мисом Лусеро на південному заході, віддаленим на 3,1 морської милі в напрямку WSW від мису Галі. Таким чином, загальна ширина бухти біля входу становить приблизно 3,1 морські милі.

Бухта захищена від впливу відкритого моря двома масивними молами (хвилеломами), які виступають від її вхідних мисів, утворюючи захищену акваторію для безпечного заходу суден. Вхід у бухту характеризується наступними навігаційними параметрами:

- Глибини у вхідному фарватері між молами: 25-30 метрів, що дозволяє приймати великотоннажні судна з значною осадкою;
- Ширина судноплавного проходу між краями молів: 500 метрів, що вимагає точного маневрування при вході та виході з порту, особливо за несприятливих погодних умов.

У вершину бухти (найбільш віддалену від моря частину) впадає річка Нервьон. Саме в гирлі цієї річки та вздовж її берегів розташовані основні портові споруди, причали, термінали та інфраструктура порту Більбао. Річка фактично утворює природну гавань, що забезпечує додатковий захист судам під час стоянки.

Північно-східний берег бухти має наступні характеристики:

- Протяжність від мису Галі в напрямку на південний схід (SE) становить 1,4 морські милі;
- Береговий тип: крутий, скелястий, світлого кольору (ймовірно, вапнякові або світлі гранітні породи);
- Навігаційні небезпеки: берег облямований обсихаючими рифами (підводні та надводні скелясті утворення, які відкриваються під час відпливу), що створює небезпеку для судноплавства при наближенні до берега;

- На південь від мису Сан-Ігнасіо (43°21'N, 3°01'W) характер берега змінюється: він стає більш пологим і облямований обсихаючим піщаним пляжем Ерага (Eraga);
- Ізобата 5 метрів (лінія рівних глибин) проходить на відстані 2,5-5 кабельтових (приблизно 460-920 метрів) від берега, що свідчить про відносно приглубу прибережну смугу на цій ділянці.

Південно-західний берег бухти характеризується наступними особливостями:

- Тип берега: високий, крутий, з обривистими скелястими схилами;
- Навігаційні умови: більш приглубий порівняно з північно-східним берегом (глибини підходять ближче до берегової лінії);
- Берег лише місцями облямований рифами, що робить його відносно безпечнішим для судноплавства;
- При вітрах з моря (з північного, північно-західного або західного напрямків) біля південно-західного берега бухти утворюється крута хвиля. Це пов'язано з відбиттям хвиль від крутого берега та створює небезпечні умови для маневрування суден, особливо при швартуванні або зйомці з якоря в цій частині бухти.

Капітан судна зобов'язаний подати повідомлення про очікуваний час прибуття (ETA - Estimated Time of Arrival) не пізніше ніж за 24 години до запланованого входу в порт. Це необхідно для координації роботи портових служб, організації лоцманської проводки, підготовки причалу та забезпечення безпечного заходу судна в порт.

Зв'язок:

Bilbao Coastal Radio Station on Channel 16 and Channel 26

Cabo Mayor Channel 24 and Choritoquieta Channel 27.

Petronor Refinery VHF Channels 12 and 17.

Pilot station on VHF Channel 12 за 2 години до приходу,

Лоцманська проводка є обов'язковою. Якірна стоянка в квадратах:

Spot “A”: 1.5 n.m. _ 270°(T) from the Pta. Lucero breakwater green light.
 Spot “B”: 1.5 n.m. _ 310°(T) from the Pta. Lucero Breakwater green light.
 Spot “C”: 1.5 n.m. _ 015°(T) from the Pta. Lucero Breakwater green light.
 Spot “D”: 2.5 n.m. _ 265°(T) from the Pta. Lucero Breakwater green light

Припливо-відливні течії діють уздовж лінії причалу, амплітуда коливань становить 1,5-2,9 м.

Буксири надають послуги 24 години на добу.

План порту наведено на рис. 2.1

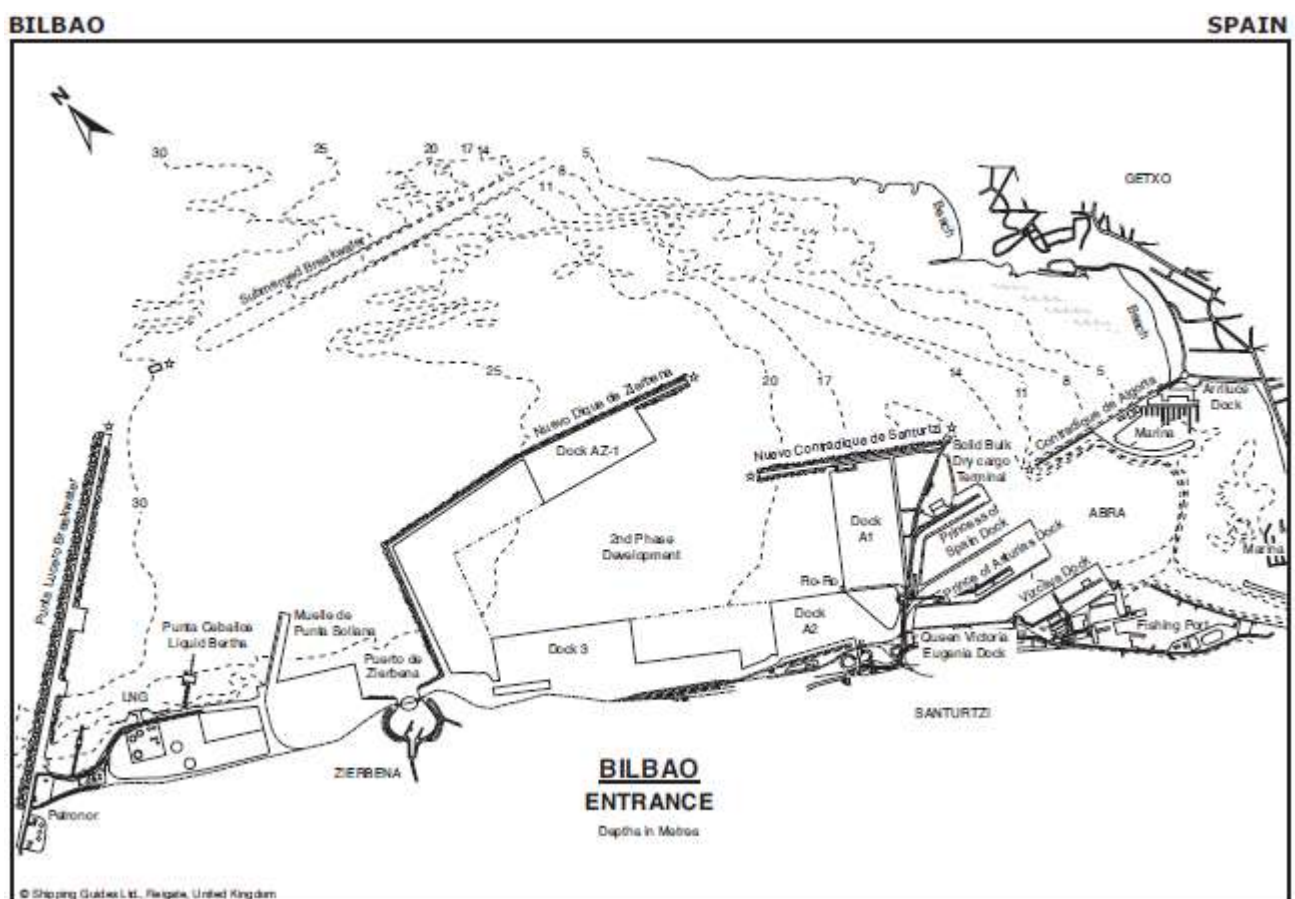


Рисунок 2.1 - План схема порту Більбао.

Порт Лас-Пальмас розташований на східному узбережжі острова Гран-Канарія, що входить до складу Канарського архіпелагу (Іспанія), в Атлантичному океані. Географічні межі порту визначаються Пунта-ель-Нідо (28°10'N, 015°24'W) на півночі та міською забудовою Сіудад-де-Лас-Пальмас (місто Лас-Пальмас-де-Гран-Канарія), що простягається приблизно на 4 морські милі на південь.

Порт займає стратегічне положення на перехресті основних транс-атлантичних морських шляхів між Європою, Африкою та Америкою, що робить його важливим транзитним пунктом для суден, що здійснюють океанські переходи.

Офіційна назва та призначення порту

Офіційна назва портового комплексу - Пуерто-де-ла-Лус і Лас-Пальмас (Puerto de la Luz y Las Palmas), що перекладається як "Порт Світла і Лас-Пальмас". Це багатофункціональний морський порт, що має статус одного з найбільших портів Атлантичного океану та головного логістичного центру Канарських островів.

Портова інфраструктура та можливості

Порт пропонує всеосяжні послуги та обслуговування для широкого спектру суден:

- Здатність приймати судна практично всіх типів та класів, включаючи найбільші танкери світового флоту (супертанкери класу VLCC та ULCC);
- Розвинену контейнерну інфраструктуру для обробки контейнеровозів різного розміру;
- Спеціалізовані термінали для навалювальних, генеральних та рідких вантажів;
- Пасажирські термінали для круїзних лайнерів та поромів;
- Риболовецькі причали та пов'язану з ними інфраструктуру.

Навігаційні параметри входу в порт

Вхід до гавані характеризується наступними параметрами:

- Ширина входу: 500 метрів між молами, що вимагає точного маневрування при заході в порт, особливо для великотоннажних суден;

- Глибина на вході: 30 метрів, що забезпечує безпечний прохід суден з максимальною осадкою;
- Вхід захищений потужними молами від хвилювання та вітру, що створює сприятливі умови для швартування за будь-якої погоди.

Капітан судна зобов'язаний дотримуватися суворого графіку подачі повідомлень про очікуваний час прибуття:

1. Попередні повідомлення агенту:

- За 72 години до прибуття - перше попереднє повідомлення для початкової підготовки портових служб;
- За 48 годин до прибуття - уточнене повідомлення для координації з митними та прикордонними службами, резервування причалу;
- За 24 години до прибуття - фінальне підтвердження ЕТА для остаточної підготовки всіх необхідних служб, організації лоцманської проводки, буксирів, швартувальних бригад.

2. Обов'язковий радіозв'язок з портовим контролем (Las Palmas Port Control):

- За 2 години до входу в порт судно повинно встановити VHF радіозв'язок з диспетчерською службою порту;
- Канали зв'язку: VHF Channel 16 (міжнародний аварійний та виклику канал) для первинного контакту, після чого зв'язок переводиться на робочий канал VHF Channel 10;
- Під час зв'язку повідомляється точний ЕТА, особливості вантажу, наявність небезпечних вантажів, технічний стан судна, потреба в послугах (лоцман, буксири, санітарна інспекція тощо).

Ця процедура забезпечує ефективну координацію роботи всіх портових служб та безпечний прийом судна в порт.

Зв'язок VHF:

Las Palmas Radio Channel 16,

Tel: +34 (928) 456644, (900) 107707,

Port Control Channels 16, 12, 10 (24 hours),

Pilots Channels 16, 12 за 2 години до підходу к місцю прийому лоцмана,

Tugs Channel 14,

Boatmen Channel 6,

Rescue Co-ordination Channel 10,

Helicopter Channel 10.

Надаються послуги буксирів, послуги обов'язкові 24 години на добу.
Замовлення буксирів за 2 години до підходу VHF Ch. 14.

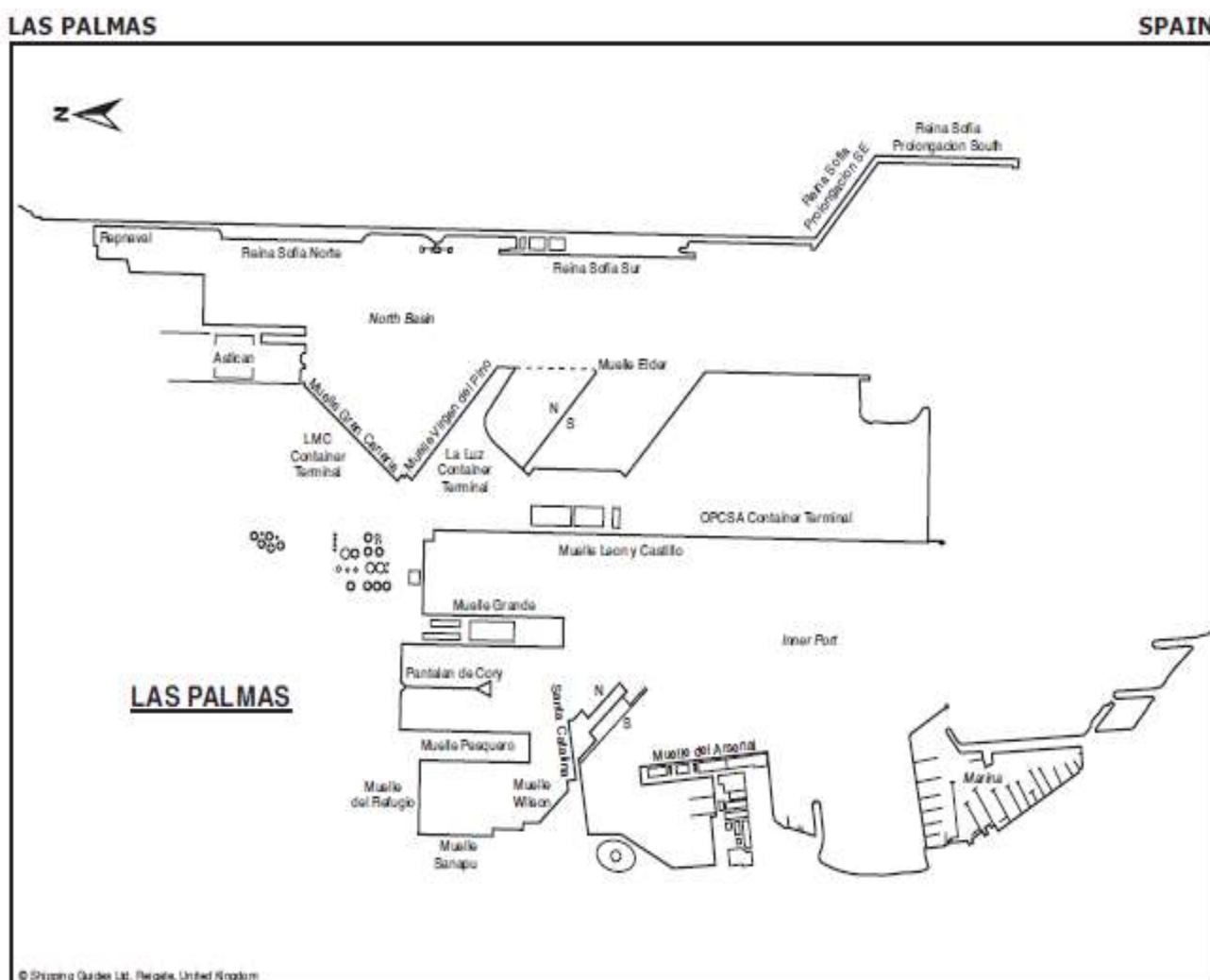


Рисунок 2.2- Схема порту Лас Пальмас.

2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1 Розрахунок ортодромії

Основними критеріями при виборі оптимального шляху є безпека, швидкість, метеоумови, економічність для підлягаючого зберіганню перевезення вантажу і досягнення економічного ефекту зрештою.

На океанських переходах найкоротшою відстанню між двома точками є ортодромія, оскільки земна куля-сфера.

Перш ніж приймати рішення про плавання по ортодромії необхідно розрахувати доцільність плавання саме таким способом. Для цього знаходять довжину локсодромії і ортодромії, а потім виконують порівняння їх.

Для даного переходу плавання ортодромією є недоцільним, тому для прикладу проведемо розрахунок довжини ортодромії і порівняємо її з довжиною локсодромії для випадкових точок.

Початок: Кінець:

$$\varphi_H = 08^\circ 30.0' S \quad \varphi_K = 22^\circ 16.0' N$$

$$\lambda_H = 050^\circ 40.0' E \quad \lambda_K = 068^\circ 46.0' E$$

- 1) Розрахуємо Різницю Широт (РШ), Різницю Довгот (РД)

$$РШ = 30^\circ 46' \text{ к } N$$

$$РД = 18^\circ 06' \text{ к } E$$

- 2) Розрахуємо довжину локсодромії S_L та локсодромічний курс:

$$КЛ = \arctg(РД/РМЧ) = 30^\circ$$

$$S_L = РШ / \cos КЛ;$$

$$S_L = 2130.8 \text{ миль.}$$

3) Розрахуємо довжину ортодромії D :

$$D = \arccos(\sin\varphi_H \cdot \sin\varphi_K + \cos\varphi_H \cdot \cos\varphi_K \cdot \cos PД);$$

$$D = 2130.6 \text{ милі.}$$

4) Розрахуємо виграш у відстані Δ :

$$\Delta = S_{\text{л}} - D;$$

$$\Delta = 0.2 \text{ милі}$$

У процентному співвідношенні різниця дорівнює $(S-D)/S \cdot 100\% = 0.2/2130.8 \cdot 100\% = 0.01\%$. Виходячи з розрахунків можна зробити висновок, що плавання ДБК недоцільно

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. Приклад маршрутного листа наведено в Додатку А.

2.3.3 Графічний план переходу

Результати навігаційного планування переходу оформляють у вигляді графічного плану переходу. Графічний план з нанесеними курсами судна, назвами портів відходу та заходу, основними течіями, розами вітрів наведений в Додатку Б.

2.3.4 Розрахунок природної освітленості

Розрахунки освітленості виконують двома послідовними наближеннями:

1). За широтою φ і датою запланованого плавання виберемо з Nautical Almanac [13] без інтерполяції моменти місцевого середнього часу (LMT) сходу і заходу Сонця і Місяця.

2). 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 [13] моменти (ZT) явищ, характеризуючих освітленість (користуючись для інтерполяції таблицями: "Conversion of ARC to Time" і "Tables for Interpolating Sunrise, Moonrise, etc". Результати вносять в табл. 2.9.

Таблиця 2.9 – Елементи освітленості

Date	Twilight	SUN				Twilight	MOON		
		Sunrise ZT	Z	Sunset ZT	Z		Moonrise e ZT	Age	Moonset ZT
29.03	05:18	06:06	097	18:43	268	19:10	05:41	29	17:18
30.03	05:25	06:13	098	18:43	270	19:33	06:46	0	17:37
31.03	04:43	05:32	097	18:15	271	19:05	07:02	1	18:58
01.04	05:14	06:04	098	18:46	272	19:35	08:25	2	19:14
02.04	04:44	05:32	098	18:14	273	19:04	08:40	3	20:17
03.04	04:49	05:39	099	18:41	273	19:33	09:41	4	21:10

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 утворюючими силами. Приливами називають приливні коливання рівня моря - висота поверхні моря, вільна від впливу вітрових хвиль і брижів і вимірюваною відносно умовного горизонту (нуль урівненого поста).

Розрахунок приливних явищ та побудову графіків приливів здійснюємо для ділянок з обмеженими глибинами, для портів та якірних стоянок.

Розрахунки припливів виконується за допомогою АТТ [14]

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. Приливні явища зображені на Рис. 2.3 та зведені в табл. 2.10

Таблиця 2.10 – Приливні явища в порту Більбао

Standard Port	Pointe De Grave					
Secondary Port	Bilbao					
Standart Port	TIME		HEIGHT		RANG	E
	HW	LW	H W	L W		
	0:45	6:32	4,2	2,2	2	
Seasonal Change	Standart port		-	-		
			0,1	0,1		
DIFFERENCES	0:-40	0:-20	-1	0,4		
Seasonal Change	Secondary Port		0,1	0,1		
SECONDARY PORT	00:05	06:12	3,2	1,8		
Duration	06:07					

TIME		HEIGHT		RANG	E
HW	LW	H W	L W		
13:31	19:0	4,2	2,2	2	
Standart port		-	-		
		0,1	0,1		
0:-40	0:-20	-1	0,4		
Secondary Port		0,1	0,1		
12:51	18:40	3,2	1,8		
05:49					

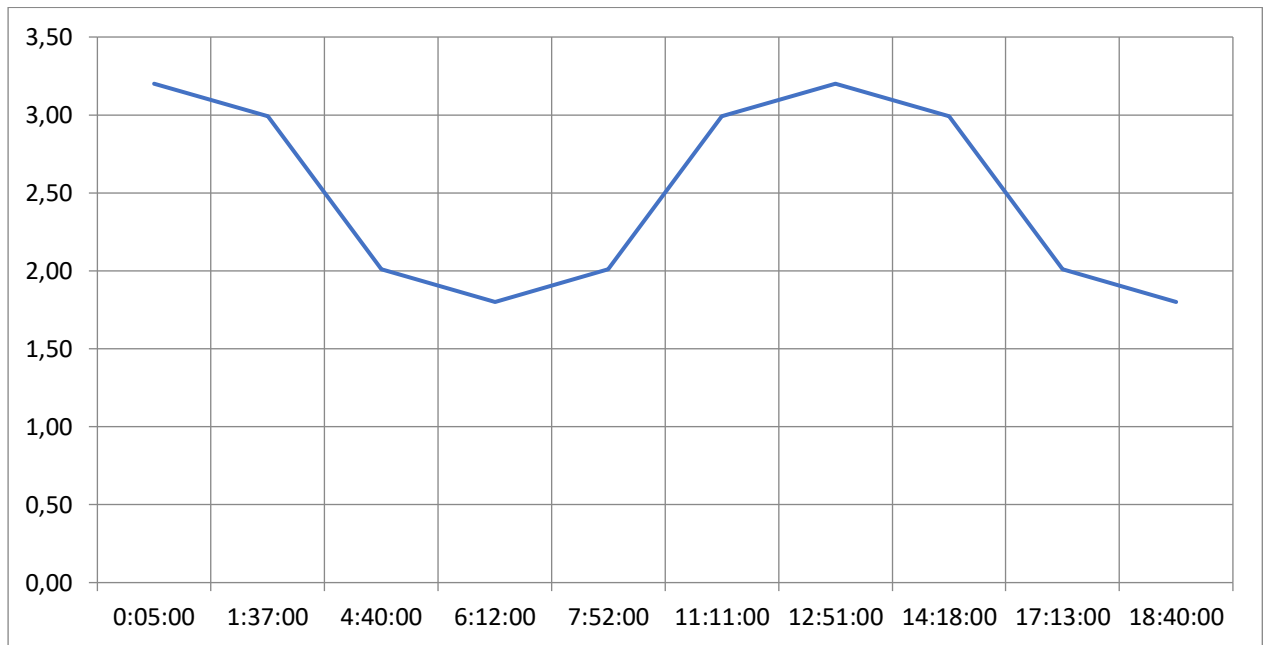


Рисунок 2.3- Графік приливів в пору Більбао

2.4 Висновки

В результаті написання даного розділу були виконані розрахунки та аналіз інформації які сприятимуть підвищенню безпеки плавання та мінімізації аварій спричинених помилковим вибором маршруту переходу та засобів отримання навігаційної інформації .

В ході виконання розділу були обрані безпечні курси плавання згідно з порою року. Загальна довжина переходу складе 1280 миль. Вихід з порту Більбао планується 29 березня, прибуття до порту Лас Пальмас – 03 квітня. Розрахункова тривалість рейсу – 4,5 доби.

РОЗДІЛ 3

ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ

3.1 Транспортні характеристики вантажів

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

Їх правильне урахування дозволяє визначити умови та технологію перевезення вантажів, забезпечує їх збережену доставку, раціональне оброблення вантажу в портах, максимально допустиме використання вантажопідйомності та вантажомісткості судна і забезпечує безпечність мореплавання.

Для перевезення в даному рейсу було прийнято такий вантаж як мазут.

Перевезення наливних вантажів морем регламентуються міжнародними документами:

- International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 74/78), Chapters VI, VII [15];
- International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78) [16];
- International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code) [17];
- International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk (IBC Code) [18];
- International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (IGC Code) [19];
- International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals (ISGOTT) [20].

Транспортні характеристики наливного вантажу, в залежності від виду, мають включати наступні основні дані:

- 1) загальний опис;

- 2) щільність, в'язкість, тиск парів;
- 3) температури кипіння, замерзання, спалаху, займання, самозаймання;
- 4) сумісність та категорія безпеки (для небезпечних рідких речовин);
- 5) токсичність, тощо.

Мазут являє собою в'язку рідину темно-коричневого, майже чорного кольору з характерним нафтовим запахом. Це важкий залишковий нафтопродукт, який утворюється як кінцевий продукт після атмосферної або вакуумної перегонки нафти. Мазут отримують після виділення з сирової нафти або продуктів її вторинної переробки (крекінгу, піролізу) легких фракцій: бензинових (температура кипіння до 180°C), газових (180-240°C) та дизельних (240-350°C) фракцій. Температура початку кипіння мазуту знаходиться в діапазоні 350-360°C, що характеризує його як висококиплячу фракцію нафти.

Мазут є складною багатокомпонентною сумішшю різних класів органічних сполук.

Властивості мазуту суттєво залежать від хімічного складу вихідної нафти (парафінова, нафтенова, ароматична або змішана основа) та ступеня відгону дистилятних фракцій (глибини переробки). Основні характеристики:

В'язкість кінематична (при 100°C): 8-80 мм²/с (сантистокс):

Визначає плинність мазуту та можливість його перекачування;

Низька в'язкість (8-15 мм²/с) характерна для флотського мазуту Ф-5;

Середня в'язкість (15-40 мм²/с) - для мазуту Ф-12, М-40;

Висока в'язкість (40-80 мм²/с) - для важких марок М-60, М-100;

При зниженні температури в'язкість різко зростає (при 20°C може досягати 1000-10000 мм²/с);

Для транспортування та зливу мазут підігрівають до 50-90°C.

Щільність (при 20°C): 0,89-1,00 г/см³ (890-1000 кг/м³):

Залежить від вмісту ароматичних вуглеводнів та смолисто-асфальтенових речовин;

Легкі сорти мазуту: 890-920 кг/м³;

Важкі сорти мазуту: 950-1000 кг/м³;

Висока щільність ускладнює відділення води та механічних домішок.

Температура застигання (pour point): від $+10^{\circ}\text{C}$ до $+40^{\circ}\text{C}$:

Температура, при якій мазут втрачає плинність і застигає;

Залежить від вмісту парафінових вуглеводнів;

Парафіністі мазути мають вищу температуру застигання ($+30-40^{\circ}\text{C}$);

Нафтові мазути - нижчу температуру застигання ($+10-20^{\circ}\text{C}$);

При температурах нижче точки застигання транспортування неможливе;

Для запобігання застигання застосовують підігрів та депресорні присадки.

Інші важливі властивості:

Температура спалаху: $80-150^{\circ}\text{C}$ (температура утворення пароповітряної суміші);

Температура займання: $90-160^{\circ}\text{C}$ (температура стійкого горіння);

Коксуємість: 4-12% (схильність до утворення твердого коксового залишку);

Вміст води: до 1-3% (емульгована вода знижує теплотворну здатність);

Вміст механічних домішок: до 0,5-1,0% (бруд, іржа, пісок).

Зміна якості при транспортуванні та зберіганні

При тривалому транспортуванні та зберіганні в ємностях (танках) якість мазуту неминуче погіршується внаслідок складних фізико-хімічних процесів:

Окислення киснем повітря:

Кисень проникає через негерметичності та клапани танків;

Окисленню піддаються насамперед ненасичені вуглеводні та сірчисті сполуки;

Утворюються перекисні сполуки, кетони, альдегіди, карбонові кислоти;

Підвищується кислотне число мазуту (корозійна агресивність);

Збільшується вміст смол та асфальтенів;

Процес прискорюється при підвищених температурах та наявності каталізаторів (солі металів).

Полімеризація та конденсація:

Заходи для запобігання погіршенню якості:

Зберігання при оптимальній температурі ($40-60^{\circ}\text{C}$) з підігрівом;

Мінімізація контакту з повітрям (азотна подушка, герметизація);

Періодичне перемішування для запобігання розшаруванню;

Очищення від води та механічних домішок (сепарація, фільтрація);

Додавання стабілізаторів та антиоксидантів;

Контроль якості перед використанням.

Нормативні вимоги до морського перевезення мазуту

Мазут відноситься до категорії забруднювачів моря згідно з Додатком I Конвенції MARPOL 73/78 (запобігання забрудненню нафтою). При його морському перевезенні наливом необхідно дотримуватися мінімальних вимог до суден, викладених у міжнародних кодексах:

Класифікація мазуту для морського транспортування: Згідно з IMDG Code (Міжнародний кодекс морського перевезення небезпечних вантажів):

Клас: Клас 3 - Легкозаймисті рідини (якщо температура спалаху $< 60^{\circ}\text{C}$) або не класифікується як небезпечний вантаж (якщо температура спалаху $> 60^{\circ}\text{C}$);

UN номер: UN 3082 (Environmentally hazardous substance, liquid, n.o.s.) - якщо представляє небезпеку для довкілля;

Забруднювач моря: Позначається символом "P" (marine pollutant).

Особливості завантаження та розвантаження:

Підігрів мазуту до температури $50-90^{\circ}\text{C}$ для зниження в'язкості;

Швидкість наливу/зливу: 1-3 м/с (для запобігання статичної електрики);

Інертизація танків перед завантаженням (вміст кисню $< 8\%$);

Контроль рівня в танках для запобігання переповненню;

Очищення фільтрів та систем після розвантаження;

Промивання танків гарячою водою або миючими розчинами.

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

Транспортні якості вантажів, характеристики вантажних приміщень та умови майбутнього рейсу визначають підготовку судна до завантаження.

Підготовка ведеться в залежності від особливостей вантажу, що пред'являється до перевезення з врахуванням відповідних Кодексів та Правил перевезення: [17, 18,19; 20].

Капітан судна зобов'язаний повідомити вантажоодержувачу або вантажовідправнику час подачі судна за 96 годин і вдруге за 24 год. За 4 год до приходу судна капітан повідомляє уточнений час приходу в пункт вивантаження чи навантаження. Порт (клієнт) повідомляє капітану про місце швартування і способі виконання робіт не пізніше, ніж за 2 години до приходу судна в порт.

Готовність судна до прийому вантажу перевіряється спеціальними організаціями які й складають у випадку успішної перевірки акт досмотру.

У завантаженні вантажу бере участь 4 учасники – стівідорна компанія вантажовідправник вантажоотримувач та судновласник, кожен має коносамент. При завантаженні судновласнику надають сертифікат якості вантажу, та його специфічні властивості..

Під час переходу екіпаж судна у лиці капітана повинен відсилати щоденні звіти про пройдену відстань та якість та кількість вантажу(змінилась чи ні) усім учасникам договору морського перевезення.

Початком відвантаження товару на експорт вважається момент отримання портом від зовнішньоторговельної фірми або від посередника (експедитора) експортного доручення на відвантаження вантажу - навантажувального ордера (Shipping / Loading order). Це доручення, підписане відправником вантажу, є первинним вантажним документом, який містить всі основні реквізити, що забезпечують можливість підготовки даної партії вантажу до відправлення, її прийом на судні, підготовку вантажних документів та виконання всіх необхідних формальностей. Якщо на судно слід занурити кілька партій вантажу по декількох навантажувальним ордерами, то в порту складається вантажний список (cargo list) для даного судна. Навантажувальні ордера проходять митне оформлення, організуєме експедитором; потім два примірники ордера на кожну партію вантажу, що підлягає навантаженню на

судно, з додатком всіх необхідних свідоцтв (специфікації, сертифіката ваги і якості, свідоцтва про походження товару) порт передає судновий адміністрації. Вантажний помічник капітана повинен перевірити правильність заповнення кожного навантажувального ордера і достатність внесених до нього даних, які необхідні для нормального завантаження та перевезення вантажу. Після цього він дає дозвіл на завантаження.

Після завантаження даної партії вантажу помічник капітана розписується у прийнятті вантажу на обох примірниках навантажувального ордера. З цього моменту він називається штурманської розпискою (Mate's Receipt) і являє собою документ, що засвідчує прийняття вантажу судном і перехід відповідальності за вантаж на перевізника. Один примірник штурманської розписки передається порту, інший залишається на судні.

Штурманська розписка є підставою для виписки коносаменту перевізником на прийнятий вантаж. Коносамент (Bill of Lading) - найбільш важливий серед документів, службовців для оформлення морського перевезення вантажів, який підтверджує факт прийняття вантажу до перевезення і зобов'язання доставити вантаж у порт призначення.

Він містить короткий опис вантажів і умов перевезення і відправляється одержувачу товару. У коносаменті визначені правовідносини між перевізником і вантажоодержувачем.

Крім функції розписки перевізника у прийнятті вантажу до перевезення, яке зобов'язує його видати вантаж держателю коносаменту в цілості й схоронності, коносамент є цінним папером і виконує роль товаророзпорядкового документа, а також служить доказом наявності та змісту договору перевезення. Як показано вище, в повному обсязі ці функції коносамент виконує у сфері лінійного судноплавства. У розглянутому нами випадку рейсового перевезення, де відносини сторін оформляються чартером, функції коносаменту як договору морського перевезення поглинаються чартером, і він виконує урізані функції чартерного коносаменту.

На весь завантажений на судно вантаж виписується вантажний маніфест (Cargo Manifest) - транспортний документ, що містить перелік коносаментів по вантажах, прийнятим у даному порту відправлення на кожний порт призначення. У вантажному маніфесті наводяться такі відомості: назва судна, номер рейсу, прізвище капітана, порт навантаження, дата відходу і напрямок прямування судна, номери коносаментів, найменування та кількість вантажів по кожному коносаменту, маркування вантажу, найменування відправників і одержувачів вантажу та ін. Маніфест виписується морським (судновим) агентом для кожного порту вивантаження окремо і використовується для організації вивантаження вантажу та митного оформлення судна і вантажу в іноземних портах.

Порт приймає вантаж біля борту судна по окремих коносаментах і перевіряє відповідність коносамента вантажу. Приймання вантажів портом від судна оформляється генеральним актом, який складається після вивантаження і підписується представниками порту, митниці та судна. У ньому вказується число вантажних місць, що слідували на судні згідно судновим документам, і фактична кількість вивантаженого і прийнятого портом вантажу. При виявленні пошкоджень вантажу та інших недоліків складається акт-повідомлення, в якому зазначаються причини і фактичний стан вантажу. Всі акти-сповіщення додаються до генерального акту.

Перед приходом в порт завантаження готуються наступні документи та перевірочні листи:

- Pre-Arrival Anti Pollution & Safety Checklist - заходи, що забезпечують безпеку і запобігання забрудненню моря і навколишнього середовища. Заповнюються і підписуються Старшим помічником, Старшим механіком і Капітаном;

- Cargo Loading Plan - порядок навантаження, відкачка баласту - по танках, схема під'єднання шлангів. Складається Старшим помічником, підписується усіма вахтовими помічниками, донкерманом, Старшим механіком і Капітаном;

- Cargo Calculation Form - підрахунок швидкості навантаження, наявність

вантажу на борту. Складається Старшим помічником, підписується Капітаном;

- Tanks Emptiness Form – готовність танків до завантаження. Складається Старшим помічником, підписується Капітаном;

- Last 3 cargo and Tank Cleaning Programm - 3 останніх заходи, що проводяться з очищення танків. Складається Старшим помічником, підписується Капітаном.

Перед завантаженням і протягом навантаження:

- Notice of Readiness - готовність судна до навантаження в усіх відношеннях. Заповнюється страшний помічником, підписується Капітаном і Старшим помічником;

- Ship to Shore Safety Checklist - заходи з безпеки між терміналом і судном. Заповнюються вахтовим помічником, підписуються Старшим помічником та представником терміналу;

- Pre Cargo Operations Checklist - необхідні заходи перед початком вантажних операцій. Заповнюється і підписується Старшим помічником;

- During Cargo Operations Checklist - заходи, що виконуються під час вантажних операцій. Заповнюється вахтовим помічником, підписується Старшим помічником;

- Continous Cargo Monitoring Record - контроль вантажних операцій. Заповнюється вахтовим помічником, підписується Старшим помічником;

- Bill of Lading - коносамент на вантаж, виходить з берега і після навантаження підписується Капітаном;

- Cargo Specification - специфікація вантажу, виходить з берега;

- Samples Record - після початку навантаження беруться пробники для судна і береги. Складається Старшим помічником, підписується Старшим помічником і представниками терміналу.

Після навантаження:

- Ullage Report - відомості про рівень вантажу в танках при даних температурах. Складається Старшим помічником, підписується Старшим помічником і сюрвейером;

-Time Sheet - підписується Капітаном, Старшим помічником, представником фрахтувальника і агентом.

Перед прибуттям в порт навантаження (крім перерахованих вище перевірочних аркушів):

- Discharging Plan - порядок вивантаження, приймання баласту - по танках, схема під'єднання шлангів. Складається Старшим помічником, підписується усіма вахтовими помічниками, донкерманом, Старшим механіком і Капітаном;

Перед початком вивантаження і протягом вивантаження:

- Notice of Readiness - готовність судна до вивантаження в усіх відношеннях. Заповнюється старший помічник, підписується Капітаном і Старшим помічником;

- Sampling - очікування лабораторних аналізів перед вивантаженням;

- Ullages Report - виміри вантажу і температури спільно з сюрвейером;

- IG Operations - операції з інертним газом. Складається вахтовим помічником, підписується Старшим помічником;

Після вивантаження:

-Tanks Emptiness Form - танки вивантажені повністю. Складається Старшим помічником, підписується сюрвейером і судном;

-Time Sheet - підписується Капітаном, Старшим помічником, представником фрахтувальника і агентом.

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

Міжнародна Конвенція про вантажну марку 1966 року [21] встановлює мінімальну висоту надводного борту для морських транспортних суден в залежності від району та сезону плавання, яка вказується в Міжнародному свідоцтві про вантажну марку (International Load Line Certificate), що видається на судно.

Розрахункова водотоннажність судна при повному завантаженні (Δ_p) слугує вихідною початковою величиною для визначення його чистої

вантажопідйомності (Δ_v) на рейс та залежить від вантажних марок, що діють в порту навантаження, на трасі переходу та в порту вивантаження.

Величина Δ_p має забезпечувати постійну відповідність значення мінімальної висоти надводного борту судна, вантажній марці району плавання, з врахуванням витрати змінних запасів. Це означає, що на жодній ділянці переходу вантажна марка судна не має бути втопленою.

Для розрахунку Δ_p на рейс необхідно по Карті зон та сезонних районів визначити діючі вантажні марки у відповідності з часом виконання рейсу.

Перехід Більбао-Лас Пальмас проходить в зоні дії літньої і тропічної вантажних марки без обмежень по осадці. За розрахункову водотоннажність приймаємо, встановлену для зони дії літньої вантажної марки.

Водотоннажність судна по літню вантажну марку (Δ_l) обирається з Техніко-експлуатаційних характеристик судна.

$$\Delta_l = 45974 \text{ т.}$$

Повну вантажопідйомність (дедвейт) судна (Δ_w) можливо визначити, використовуючи отримане значення розрахункової водотоннажності судна на момент завантаження:

$$\Delta_w = \Delta_l - \Delta_o, \quad (3.1)$$

де: Δ_o – водотоннажність судна порожнем.

$$\Delta_w = 45974 - 8641,4 = 37332,6 \text{ т.}$$

Чисту вантажопідйомність судна (Δ_v) знаходять шляхом віднімання від величини дедвейту судна маси рейсових запасів (P_{zan}), необхідної для забезпечення стоянки в портах навантаження/вивантаження та переходу судна

морем, тобто тієї, що знаходиться на судні в момент відходу судна з порту навантаження:

$$\Delta_u = \Delta_w - \sum_{j=1}^m P_{zanj} - const, \quad (3.2)$$

де: $const$ – константа, яка включає всі невраховані в розрахунках вагові навантаження.

Рейсові запаси знаходять як суму:

$$\sum_{j=1}^n P_{zanj} = P_x^{zan} + P_{cm}^{zan}, \quad (3.3)$$

де: P_x^{zan} – маса ходових запасів, т;

P_{cm}^{zan} – маса стоянкових запасів, т.

j – відповідна цистерна (танк).

Ходовий час визначається за формулою:

$$t_x = S/(V_s \cdot 24) + t_{зп}, \quad (3.4)$$

де V_s - швидкість судна;

S - довжина переходу, милі;

$t_{зп}$ - час затримок судна в рейсі, діб.

$$t_x = 1280/(13 \cdot 24) + 0,5 = 4,5 \text{ діб.}$$

Нормативна тривалість часу стоянки розраховується за формулою:

$$t_{ст} = \frac{Q}{M}, \quad (3.5)$$

де Q – кількість вантажу для перевезення;

M – валова норма вантажних робіт, т / доб.

До перевезення прийнято 34183,4т. вантажу.

$$t_{\text{ст}} = 34183,4/17200 + 34183,4/16300 + 0,13 = 4,21 \text{ діб.}$$

Кількість ходових запасів складає суму:

$$P_{\text{х}}^{\text{зап}} = P_{\text{х}}^{\text{п}} + P_{\text{х}}^{\text{в}} + P_{\text{х}}^{\text{м}}; \quad (3.6)$$

де $P_{\text{х}}^{\text{п}}$, $P_{\text{х}}^{\text{в}}$, $P_{\text{х}}^{\text{м}}$ - відповідно кількість палива, води і мастила необхідне на перехід від порту навантаження до порту вивантаження з урахуванням коефіцієнта штормового запасу $k_{\text{шт}}$ 20% за вказівкою фрахтувальника.

$$P_{\text{х}}^{\text{п}} = q_{\text{х}}^{\text{п}} \cdot t_{\text{х}} \cdot k_{\text{шт}}; \quad (3.7)$$

$$P_{\text{х}}^{\text{в}} = q_{\text{х}}^{\text{в}} \cdot t_{\text{х}} \cdot k_{\text{шт}}; \quad (3.8)$$

$$P_{\text{х}}^{\text{м}} = q_{\text{х}}^{\text{м}} \cdot t_{\text{х}} \cdot k_{\text{шт}}; \quad (3.9)$$

де $q_{\text{х}}^{\text{п}}$, $q_{\text{х}}^{\text{в}}$, $q_{\text{х}}^{\text{м}}$ - добова норма витрачання палива, води і мастила на ходу судна відповідно, т / добу

.

$$P_{\text{х}}^{\text{п}} = 47,5 \cdot 4,5 \cdot 1,2 = 256,2 \text{ т}$$

$$P_{\text{х}}^{\text{в}} = 3,8 \cdot 4,5 \cdot 1,2 = 20,4 \text{ т}$$

$$P_{\text{х}}^{\text{м}} = 0,7 \cdot 4,5 \cdot 1,2 = 3,8 \text{ т}$$

$$P_{\text{х}}^{\text{зап}} = 256,2 + 20,4 + 3,8 = 280,4 \text{ т}$$

Аналогічно знаходять кількість стоянкових запасів:

$$P_{\text{ст}}^{\text{зап}} = P_{\text{ст}}^{\text{п}} + P_{\text{ст}}^{\text{в}} + P_{\text{ст}}^{\text{м}}; \quad (3.10)$$

$$P_{\text{ст}}^{\text{п}} = q_{\text{ст}}^{\text{п}} \cdot t_{\text{ст}}; \quad (3.11)$$

$$P_{\text{ст}}^B = q_{\text{ст}}^B \cdot t_{\text{ст}}; \quad (3.12)$$

$$P_{\text{ст}}^M = q_{\text{ст}}^M \cdot t_{\text{ст}}; \quad (3.13)$$

де $q_{\text{ст}}^П$, $q_{\text{ст}}^B$, $q_{\text{ст}}^M$ - добова норма витрачання палива, води і мастила на стоянці судна відповідно, т / добу.

$$P_{\text{ст}}^П = 2,5 \cdot 4,21 = 10,5 \text{ т}$$

$$P_{\text{ст}}^B = 2,5 \cdot 4,21 = 10,5 \text{ т}$$

$$P_{\text{ст}}^M = 0,06 \cdot 4,21 = 0,25 \text{ т}$$

$$P_{\text{ст}}^{\text{зап}} = 10,5 + 10,5 + 0,25 = 21,25 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}} = 280,4 + 21,25 = 301,65 \text{ т}$$

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

$$\Delta ч = 37523,8 - 301,65 - 249,7 = 36972,45 \text{ т}$$

Значення чистої вантажопідйомності судна визначає максимальну кількість вантажу, яке судно може прийняти до перевезення на даний рейс. До перевезення приймається мазут у обсязі - **34183,4 т.** $\leq \Delta ч$, вимога виконується.

Оскільки не завжди є можливість поповнення запасів у порту вивантаження, то кількість запасів прийнятих на судно відрізняється від розрахованого.

На судні на відхід: паливо - 707т., мастило - 32 т., вода - 102т.
Результати розрахунків по визначенню розмірів партій вантажу, що приймаються до перевезення, представляються в формі табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Маса та об'єм партій вантажів, що приймаються до перевезення

№ п/п	Назва вантажу	Маса вантажу, Q_i , т	Коефіцієнт витрати сепарації, $k_{сеп}$	Маса сепарації, $Q_{сеп}$, т	Маса вантажу з сепарацією, $Q_i + Q_{сеп}$, т	Питомий навантажувальний об'єм вантажу, U_i , м ³ /т	Об'єм, який займає вантаж з сепарацією, V_i , м ³
1	2	3	4	5	6	7	8
	мазут	34183,4	-	-	-	1,01	34525,3
Разом		34183,4	-	-	-	1,01	34525,3

Можна зробити висновок, що фактична маса вантажу ($Q_{заг}$) та його об'єм ($V_{заг}$) не перевищують значень Δ_q та W_c відповідно, тобто виконуються наступні умови:

$$Q_{заг} = \sum_{i=1}^n (Q + Q_{сеп})_i \leq \Delta_q, \quad (3.14)$$

$$V_{заг} = \sum_{i=1}^n V_i \leq W_c, \quad (3.15)$$

3.4 Складання вантажного плану

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

При складанні вантажного плану наливного судна необхідно враховувати максимальне заповнення вантажних танків на 98% з урахуванням можливого збільшення об'єму вантажу в процесі перевезення, пов'язаного з підвищенням температур зовнішнього середовища.

Таблиця 3.2 – Розподіл вагового навантаження по вантажним приміщенням

Назва вантажного приміщення	Місткість вантажного приміщення, $W_i, \text{м}^3$	Коефіцієнт співвідношення, K_i	Допустиме максимальне вагове навантаження вантажного приміщення $Q_i, \text{т}$
№1 CARGO TANK (P)	3069,8	0,071	2433,631
№1 CARGO TANK (S)	3069,8	0,071	2433,631
№2 CARGO TANK (P)	3666,3	0,085	2906,515
№2 CARGO TANK (S)	3666,3	0,085	2906,515
№3 CARGO TANK (P)	3670,8	0,085	2910,082
№3 CARGO TANK (S)	3670,8	0,085	2910,082
№4 CARGO TANK (P)	3670,8	0,085	2910,082
№4 CARGO TANK (S)	3670,8	0,085	2910,082
№5 CARGO TANK (P)	3670,8	0,085	2910,082
№5 CARGO TANK (S)	3670,8	0,085	2910,082
№6 CARGO TANK (P)	3370	0,078	2671,619
№6 CARGO TANK (S)	3370	0,078	2671,619
SLOP TANK (P)	441,1	0,010	349,6887
SLOP TANK (S)	441,1	0,010	349,6887
РАЗОМ	43119,2		34183,4

Таблиця 3.3 – Розподіл вантажу по вантажним приміщенням

Вантажний танк	Назва вантажів		Загалом	
	Мазут			
	Маса, т	Об'єм, м^3	Маса, т	Об'єм, м^3
1	2	3	4	5
№1 CARGO TANK (P)	2320.3	2354,4	2320.3	2354,4
№1 CARGO TANK (S)	2316.1	2350,2	2316.1	2350,2
№2 CARGO TANK (P)	2817.7	2859,2	2817.7	2859,2

Продовження таблиці 3.3.

1	2	3	4	5
№2 CARGO TANK (S)	2814.7	2856,1	2814.7	2856,1
№3 CARGO TANK (P)	2982.1	3026,0	2982.1	3026,0
№3 CARGO TANK (S)	2978.6	3022,4	2978.6	3022,4
№4 CARGO TANK (P)	3006,4	3050,6	3006,4	3050,6
№4 CARGO TANK (S)	3005.4	3049,6	3005.4	3049,6
№5 CARGO TANK (P)	2980.8	3024,7	2980.8	3024,7
№5 CARGO TANK (S)	2977.4	3021,2	2977.4	3021,2
№6 CARGO TANK (P)	2774.7	2815,5	2774.7	2815,5
№6 CARGO TANK (S)	2773.8	2814,6	2773.8	2814,6
SLOP TANK (P)	231.2	234,6	231.2	234,6
SLOP TANK (S)	204.2	207,2	204.2	207,2
РАЗОМ	34183.4	34686,4	34183.4	34686,4

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

Порт Більбао (координати 43°23'N, 03°05'W) розміщений на північному узбережжі Іспанії, на березі Біскайської затоки Атлантичного океану. Порт знаходиться в гирлі річки Нервьон, в автономному співтоваристві Країна Басків. Більбао є найбільшим портом північного узбережжя Іспанії та одним з найважливіших комерційних портів країни, що обслуговує промислові райони

Порт Більбао пропонує всеосяжні послуги та обслуговування для широкого спектру суден:

Здатність приймати судна різних типів: балкери, контейнеровози, танкери, ро-ро судна, генеральні вантажовози;

Розвинену контейнерну інфраструктуру з сучасними контейнерними терміналами;

Спеціалізовані термінали для сталевих виробів, автомобілів, лісових вантажів;

Нафтові та нафтопродуктові термінали;
Термінали для навалювальних та генеральних вантажів;
Круїзний термінал для обслуговування пасажирських суден.

Порт надає повний спектр послуг для суден:

Причальна інфраструктура:

Більше 20 км причальної лінії;

Понад 30 причалів різного призначення;

Глибини біля причалів від 8 до 23 метрів залежно від терміналу;

Сучасне вантажопідйомне обладнання: порталні крани вантажопідйомністю до 104 тонн, козлові контейнерні крани, спеціалізовані перевантажувальні комплекси.

Постачання (провізія):

Повне забезпечення суден продовольством, питною водою (до 200 тонн/год);

Постачання матеріалів, запасних частин та обладнання;

Послуги суднопостачальних компаній (ship chandlers).

Бункерувальні послуги:

Постачання всіх типів суднового палива: важке паливо (HFO), легке паливо (MGO/MDO), малосірчисте паливо згідно з вимогами MARPOL;

Бункерування з використанням автоцистерн біля причалу або через берегові трубопроводи;

Середня швидкість бункерування: 50-150 тонн/год;

Наявність сертифікованих постачальників палива.

Судноремонт:

Суднобудівні та судноремонтні підприємства повного циклу;

Плавучий док вантажопідйомністю до 15,000 тонн для ремонту суден середнього розміру;

Можливість здійснення поточного та капітального ремонту суден;

Ремонт корпусних конструкцій, механізмів, електрообладнання;

Докування, заміна гвинтів, ремонт рульового обладнання;

Послуги з класифікаційних оглядів та освідчень.

Номенклатура вантажів

Основний імпорт (ввезення товарів в порт):

Енергоносії: сира нафта, нафтопродукти, зріджений природний газ (СПГ), вугілля для електростанцій та промисловості;

Металеві руди: залізна руда, марганцева руда для металургійних комбінатів регіону;

Зерно та зернові культури: пшениця, кукурудза, ячмінь для харчової промисловості та тваринництва;

Мінеральні добрива для сільського господарства;

Лісові вантажі: пиломатеріали, целюлоза, паперова маса;

Контейнерні вантажі: товари широкого споживання, промислові вироби, обладнання;

Хімічна продукція та хімікати;

Цемент та будівельні матеріали.

Основний експорт (вивезення товарів з порту):

Сталеві вироби та металопродукція: прокат, труби, сталеві конструкції, арматура - продукція металургійних підприємств Більбао;

Автомобілі та автокомпоненти: експорт продукції автомобільної промисловості;

Машини та обладнання: промислове обладнання, верстати, механізми;

Хімічна продукція: продукція хімічних підприємств регіону;

Паперова продукція та целюлоза;

Контейнерні вантажі з промисловими товарами;

Продукція харчової промисловості.

Статистика вантажообігу та інтенсивність судноплавства

Порт Більбао характеризується високою інтенсивністю роботи:

Кількість суден: щорічно порт обробляє приблизно 3,500-4,000 суден різних типів та розмірів, що становить в середньому 10-11 суден на добу;

Контейнерообіг: обробляється приблизно 700,000-800,000 TEU (Twenty-foot Equivalent Unit) на рік, що робить порт одним з найбільших контейнерних терміналів північної Іспанії;

Загальний вантажообіг: щорічно через порт проходить приблизно 32-35 мільйонів тонн вантажів різної номенклатури, включаючи:

Рідкі наливні вантажі: 6-7 млн тонн;

Тверді навалювальні вантажі: 15-17 млн тонн;

Генеральні та контейнерні вантажі: 10-12 млн тонн.

Кліматична зона та вантажна марка

Порт Більбао розташований в літній зоні (Summer Zone) згідно з Міжнародною конвенцією про вантажну марку.

Порт Лас-Пальмас розташований на східному узбережжі острова Гран-Канарія, що входить до складу Канарського архіпелагу (Іспанія), в Атлантичному океані. Географічні межі порту визначаються Пунта-ель-Нідо (28°10'N, 015°24'W) на півночі та міською забудовою Сіудад-де-Лас-Пальмас (місто Лас-Пальмас-де-Гран-Канарія), що простягається приблизно на 4 морські милі на південь.

Порт займає стратегічне положення на перехресті основних транс-атлантичних морських шляхів між Європою, Африкою та Америкою, що робить його важливим транзитним пунктом для суден, що здійснюють океанські переходи.

Основний імпорт (ввезення товарів в порт):

Текстильна продукція та готовий одяг;

Харчові продукти різного асортименту (включаючи консервовану, заморожену та свіжу продукцію);

Товари загального споживання та промислові вироби;

Мінеральні добрива для сільського господарства острова;

Зернові культури (пшениця, кукурудза, ячмінь) для харчової промисловості та тваринництва;

Харчові олії (соняшникова, пальмова, соєва) для переробних підприємств.

Основний експорт (вивезення товарів з порту):

Сільськогосподарська продукція острова (головним чином банани, томати, тропічні фрукти);

Рибні консерви та рибна продукція (порт є важливим центром рибопереробної промисловості);

Цемент та будівельні матеріали місцевого виробництва.

Статистика вантажообігу та інтенсивність судноплавства

Порт характеризується високою інтенсивністю роботи:

Кількість суден: щорічно порт обробляє приблизно 12,348 суден різних типів та розмірів, що становить у середньому близько 34 суден на добу;

Контейнерообіг: обробляється приблизно 553,568 TEU (Twenty-foot Equivalent Unit - двадцятифутовий еквівалент, стандартна одиниця виміру контейнерних вантажів) на рік, що робить порт одним з найбільших контейнерних терміналів Атлантики;

Загальний вантажообіг: щорічно через порт проходить приблизно 14,266,267 тонн вантажів різної номенклатури, включаючи контейнерні, генеральні, навалювальні,

Документи необхідні для оформлення приходу / відходу:

Crew List , Passenger List, Stores List (deck, engine, galley) , Provisions List, Customs Declaration , Cargo List , Maritime Declaration of Health, . Bill of Lading , Stowage Plan , Last Port Clearance , Ports of Call List , Bonded Stores List , Arms and Ammunition List (IM DG code) ,Certificates: Load Line Certificate, . Safety

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

Розподіл прийнятих у Розділі 3 рейсових запасів на судні на відхід і прихід представляється у вигляді табл. 4.1 та табл. 4.

Таблиця 4.1- Розподіл запасів на відхід

№	Назва приміщення	Місткість, т	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
				X	Z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Танк прісної води(лівий)	112,3	50,00	-83,20	13,96	-4160,00	697,95
2	Танк прісної води(правий)	48,5	6,00	-85,00	13,30	-510,02	79,82
3	Котельний Т.П.В (правий)	63,7	46,00	-81,84	14,52	-3764,64	667,74
	Загалом	224,5	102,00	-82,69	14,17	-8434,66	1445,51
Моторне паливо ($\gamma = 0,90$ т/м)							
4	H.F.O.T (P)	477,8	400,00	-57,51	8,62	-23004,40	3448,00
5	H.F.O.T (S)	566,9	241,00	-57,15	6,33	-13773,87	1526,01
6	H.F.O. SERV. T (P)	39,9	35,00	-57,11	12,12	-1998,75	424,06
7	H.F.O. SETT. T (P)	35,8	31,00	-57,10	11,59	-1770,10	359,14
	Загалом	1120,4	707,00	-57,35	8,14	-40547,12	5757,21
Дизельне паливо ($\gamma = 0,89$ т/м)							
8	M.D.O. STORT (P)	59,2	23,00	-62,47	0,63	-1436,79	14,58
9	M.D.O. STORT (S)	33,7	8,00	-64,66	0,64	-517,26	5,09
10	M.D.O. SERV. T (P)	37,5	25,30	-65,09	14,04	-1646,70	355,26
	Загалом	130,4	56,30	-63,96	6,66	-3600,74	374,93
Мастило ($\gamma = 0,92$ т/м)							
11	MAIN L.O. SUMP (C)	17,6	9,60	-67,90	0,98	-651,84	9,42
12	M.L.O. STOR. T (S)	12,6	8,30	-65,88	14,04	-546,80	116,53
13	M.L.O. SETT. T (S)	12,6	9,00	-65,90	14,10	-593,10	126,89

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8
14	G/E L.O. STOR. T (S)	3,2	2,70	-66,70	14,31	-180,09	38,63
15	G/E L.O. SETT. T (S)	3,2	2,90	-65,10	14,39	-188,79	41,72
16	S/T L.O. SUMP. T (S)	1,5	0,00	-76,27	1,71	0,00	0,00
	Загалом	50,7	32,50	-66,48	10,25	-2160,62	333,19
Інші танки ($\gamma = 0,9$ т/м)							
17	S.T.C.W. TK.	19,1	21,60	-81,28	4,06	-1755,65	87,70
18	BILGE HOLDING T(P)	31,5	0,00	-76,51	1,19	0,00	0,00
19	OILY BILGE T(P)	5,8	0,00	-73,88	1,24	0,00	0,00
20	F.O. OVERFLOW (C)	25,9	0,70	-58,75	0,05	-41,13	0,04
21	SLUDGE T(P)	6,7	0,00	-62,70	7,90	0,00	0,00
22	HYDRAULIC OIL T (S)	13,9	6,90	-59,90	7,70	-413,31	53,10
23	H.P.U. ENG. T(P)	44,2	13,00	-65,90	13,48	-856,70	175,28
24	CYL.O. STOR T(S)	25,2	20,00	-65,90	14,22	-1318,00	284,30
	Загалом	172,3	62,20	-70,49	9,65	-4384,78	600,41
	Загалом запасів		960,00	-61,59	8,87	-59127,93	8511,25

Таблиця 4.2– Розподіл запасів на прихід

№	Назва приміщення	Місткість, т	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
				X	Z	Mx	Mz
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Танк прісної води(лівий)	112,3	24,00	-83,20	13,96	-1996,80	335,02
2	Танк прісної води(правий)	48,5	6,00	-85,00	13,30	-510,02	79,82
3	Котельний Т.П.В (правий)	63,7	20,00	-81,84	14,52	-1636,80	290,32
	Загалом	224,5	50,00	-82,87	14,10	-4143,62	705,16
Моторне паливо ($\gamma = 0,90$ т/м)							
4	H.F.O.T (P)	477,8	165,00	-57,51	8,62	-9489,32	1422,30
5	H.F.O.T (S)	566,9	6,00	-57,15	6,33	-342,92	37,99
6	H.F.O. SERV. T (P)	39,9	0,00	-57,11	12,12	0,00	0,00
7	H.F.O. SETT. T (P)	35,8	0,00	-57,10	11,59	0,00	0,00
	Загалом	1120,4	171,00	-57,50	8,54	-9832,23	1460,29
Дизельне паливо ($\gamma = 0,89$ т/м)							

Продовження таблиці 4.2

8	M.D.O. STORT (P)	59,2	3,00	-62,47	0,63	-187,41	1,90
9	M.D.O. STORT (S)	33,7	0,00	-64,66	0,64	0,00	0,00
10	M.D.O. SERV. T (P)	37,5	4,75	-65,09	14,04	-309,16	66,70
	Загалом	130,4	7,75	-64,07	8,85	-496,57	68,60
Мастило ($\gamma = 0,92$ т/м)							
11	MAIN L.O. SUMP (C)	17,6	9,60	-67,90	0,98	-651,84	9,42
12	M.L.O. STOR. T (S)	12,6	8,30	-65,88	14,04	-546,80	116,53
13	M.L.O. SETT. T (S)	12,6	1,00	-65,90	14,10	-65,90	14,10
14	G/E L.O. STOR. T (S)	3,2	2,70	-66,70	14,31	-180,09	38,63
15	G/E L.O. SETT. T (S)	3,2	0,00	-65,10	14,39	0,00	0,00
16	S/T L.O. SUMP. T (S)	1,5	0,00	-76,27	1,71	0,00	0,00
	Загалом	50,7	21,60	-66,88	8,27	-1444,63	178,68
Інші танки ($\gamma = 0,9$ т/м)							
17	S.T.C.W. ТК.	19,1	21,60	-81,28	4,06	-1755,65	87,70
18	BILGE HOLDING T(P)	31,5	0,00	-76,51	1,19	0,00	0,00
19	OILY BILGE T(P)	5,8	0,00	-73,88	1,24	0,00	0,00
20	F.O. OVERFLOW (C)	25,9	0,70	-58,75	0,05	-41,13	0,04
21	SLUDGE T(P)	6,7	0,00	-62,70	7,90	0,00	0,00
22	HYDRAULIC OIL T (S)	13,9	6,90	-59,90	7,70	-413,31	53,10
23	H.P.U. ENG. T(P)	44,2	13,00	-65,90	13,48	-856,70	175,28
24	CYL.O. STOR T(S)	25,2	20,00	-65,90	14,22	-1318,00	284,30
	Загалом	172,3	62,20	-70,49	9,65	-4384,78	600,41
	Загалом запасів		312,55	-64,96	9,64	-20301,84	3013,14

Розподіл вантажів по вантажних приміщеннях представляється у табл.4.3.

За даними розподілу вантажу складається вантажний план судна рис. 4.1.

LOADING PLAN

APT	0.2 t	4.4 t		WBT	6P	0.8 t	WBT 5P	1.9 t	WBT 4P	3.7 t	WBT 3P	0.8 t	WBT 2P	273.7 t	WBT 1P
		SL P		6P		5P		4P		3P		2P		1P	
		231.2 t	2774.7 t	2980.8 t	3006.4 t	2982.1 t	2817.7 t	2320.3 t							
FPT	0.2 t	SL S		6S		5S		4S		3S		2S		1S	
		204.4 t	2773.8 t	2977.4 t	3005.4 t	2978.6 t	2814.7 t	2316.1 t							
		11.6 t	WBT	6S	1.9 t	WBT 5s	388.8 t	WBT 4S	2.9 t	WBT 3S	3.7 t	WBT 2S	1.7 t	WBT 1S	

Рисунок 4.1 – Вантажний план судна

Таблиця 4.3– Розподіл вантажу

№	Назва вантажних приміщень (танків)	Місткість, м ³ 98%	Об'єм, м ³	Маса, т	Плечі, м		Моменти, Тм	
					X	Z	Mx	Mz
1	№1 вантажний (лівий)	3008,4	2354,4	2320,3	66,08	8,31	153325,42	19272,41
2	№1 вантажний (правий)	3008,4	2350,2	2316,1	66,08	8,30	153047,89	19214,37
3	№2 вантажний (лівий)	3593,0	2859,2	2817,7	44,96	8,20	126675,34	23107,96
4	№ вантажний (правий)	3593,0	2856,1	2814,7	44,96	8,19	126540,47	23060,84
5	№3 вантажний (лівий)	3597,4	3026,0	2982,1	23,13	8,53	68987,90	25434,33
6	№3 вантажний (правий)	3597,4	3022,4	2978,6	23,13	8,52	68906,93	25377,67
7	№4 вантажний (лівий)	3597,4	3050,6	3006,4	1,30	8,58	3893,29	25800,92
8	№4 вантажний (правий)	3597,4	3049,6	3005,4	1,30	8,58	3891,99	25789,34
9	№ вантажний (лівий)	3597,4	3024,7	2980,8	-20,55	8,52	-61243,52	25408,34
10	№5 вантажний (правий)	3597,4	3021,2	2977,4	-20,55	8,52	-61173,66	25358,52
11	№6 вантажний (лівий)	3302,6	2815,5	2774,7	-41,60	8,91	-115438,62	24728,13
12	№6 вантажний (правий)	3302,6	2814,6	2773,8	-41,60	8,91	-115398,40	24711,78
13	слоптанк (лівий)	432,3	234,6	231,2	-53,88	7,65	-12457,06	1768,68
14	слоптанк (правий)	432,3	207,2	204,2	-53,88	7,16	-11002,50	1461,87
	Загалом	42256,8	34686,4	34183,4	9,61	8,50	328555,48	290495,15

Таблиця 4.4– Розподіл баласту на відхід

	Назва приміщення	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	Mx	Mz
1	2	3	4	5	6	7
1	фортпик	228,30	80,86	2,73	18460,11	623,49
2	№1 баластний (лівий)	273,70	66,25	0,57	18132,35	157,10
3	№1 баластний (правий)	1,70	65,62	0,01	111,55	0,01
4	№2 баластний (лівий)	0,80	45,42	0,00	36,34	0,00
5	№2 баластний (правий)	3,70	45,44	0,01	168,14	0,02

Продовження табл. 4.4

1	2	3	4	5	6	7
6	№3 баластний (лівий)	3,70	23,67	0,01	87,58	0,02
7	№3 баластний (правий)	2,90	23,67	0,01	68,64	0,02
8	№4 баластний танк подвійного дна	12,70	-10,37	0,01	-131,66	0,15
9	№4 баластний (лівий)	1,90	0,47	0,01	0,88	0,01
10	№4 баластний (правий)	388,80	2,05	1,15	795,48	448,29
11	№5 баластний (лівий)	0,80	-20,43	0,00	-16,35	0,00
12	№5 баластний (правий)	1,90	-20,43	0,01	-38,82	0,01
13	№6 баластний (лівий)	4,40	-43,10	0,01	-189,64	0,04
14	№6 баластний (правий)	11,40	-43,08	0,04	-491,06	0,44
15	ахтерпik	0,20	-81,55	0,74	-16,31	0,15
	ЗАГАЛОМ	936,90	39,47	1,31	36977,2	1229,76

На основі виконаних розподілів вантажу, запасів і баласту складається таблиця зведених даних і розрахунку водотоннажності з координатами центра ваги судна на відхід і на прихід у вигляді табл. 4.5 та 4.6.

Таблиця 4.5 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на відхід

Найменування статей навантаження	Н а в і д х і д				
	Маса, Т	Плечі, м		Моменти, тм	
		Х	З	М _х	М _з
Судно порожнем	8641,40	-8,59	9,96	-74229,63	86068,34
Константа	249,70	2,18	15,89	545,17	3967,73
Суднові запаси	960,10	-61,59	8,87	-59134,09	8512,14
Баласт	937,00	39,47	1,31	36981,20	1229,89
Вантаж	34183,40	9,60	8,50	328160,64	290490,53
ВСЬОГО					
ВОДОТОННАЖНІСТЬ	44971,60	5,17	8,68	232323,29	390268,64

Таблиця 4.6 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на прихід

Найменування статей навантаження	На прихід				
	Маса, Т	Плечі, м		Моменти, тм	
		Х	З	М _х	М _з
Судно порожнем	8641,40	-8,59	9,96	-74229,63	86068,344
Константа	249,70	15,12	15,89	3775,464	3967,733
Суднові запаси	755,2	-64,96	9,63	-49057,8	7272,6
Баласт	937	39,47	1,31	36983,39	1227,47
Вантаж	34183,40	9,6	8,69	328160,6	297053,75
ВСЬОГО					
ВОДОТОННАЖНІСТЬ	44766,7	6,19	8,83	274386,6	391327,15

4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності

Розрахунок посадки судна на відхід і прихід виконується по вантажній шкалі й гідростатичних кривих у табличній формі. Виконаний розрахунок повинен засвідчити, що осадка судна не перевищує допустиму вантажною маркою або обмежену умовами порту й плавання. Диферент судна повинен бути таким, щоб не виникали заливаємість і слемінг (рекомендується осадка носом не менше 2,5% довжини судна) і щоб було забезпечено достатнє занурення гребного гвинта. Кут крену не повинен перевищувати 0,5°.

Результат розрахунку посадки судна наведено у табл. 4.7.

Таблиця 4.7 – Розрахунки посадки судна на відхід і на прихід

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	44971,6	44766,7
Абсциса центра ваги судна, м	x_g	5,17	6,19

Продовження табл. 4.7

1	2	3	4
Густина води, т/м ³	$\rho_{\text{и}}$	1,025	1,025
Водотоннажність об'ємна, м ³	$V = D / \rho_{\text{и}}$	43874,7	43674,8
Осадка судна, м	T (з вантажної шкали)	11,24	11,0
Момент диферентуючий на 1 см, тм/см	$M_{\text{см}}$ (з вантажної шкали)	606,4	598,4
Абсциса центра плавучості судна, м	$x_{\text{с}}$ (з гідростатичних кривих)	5,4	5,27
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	$x_{\text{ф}}$ (з гідростатичних кривих)	-0,47	-0,176
Апліката поперечного метацентра, м	$z_{\text{м}}$ (з гідростатичних кривих)	11,631	11,616
Диферент судна, м	$d = \Delta(x_{\text{г}} - x_{\text{с}})/(100M_{\text{см}})$	0,02	-0,083
Осадка судна носом, м	$T_{\text{Н}} = T + (L/2 - x_{\text{ф}}) d/L$	11,21	11,112
Осадка судна кормою, м	$T_{\text{к}} = T_{\text{Н}} - d$	11,23	11,039

Для виконання розрахунків і контролю остійності судна необхідно визначити виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів (запасів і баласту) до метацентричної висоти й плечей статичної остійності.

Поправочні моменти або моменти інерції вільної поверхні i_x вибираються з таблиці даних по суднових цистернах, що приводиться в Інформації.

Таблиця 4.8 – Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Назва цистерн	$\Delta m h$, тм
1	2
Ахтерпik	1668,1
№1 баластний (лівий)	3716,9
№2 баластний (правий)	136,3
№3 баластний (лівий)	140,5
№4 баластний танк подвійного дна	403,9
№4 баластний (правий)	275
№6 баластний (лівий)	126,4
№6 баластний (правий)	192,7

Продовження табл. 4.8

1	2
H.F.O.T (P)	855,4
H.F.O.T (S)	772,7
HYDRAULIC OIL T (S)	105,3
№1 вантажний танк (лівий)	1943,5
№1 вантажний танк (правий)	1943,5
№2 вантажний танк (лівий)	2836,9
№2 вантажний танк (правий)	2836,9
№3 вантажний танк (лівий)	2754,2
№3 вантажний танк (правий)	2759,1
№4 вантажний танк (лівий)	2723,5
№4 вантажний танк (правий)	2724,3
№5 вантажний танк (лівий)	2756,8
№5 вантажний танк (правий)	2760,8
№6 вантажний танк (лівий)	2399,3
№6 вантажний танк (правий)	2405,5
Слоптанк (лівий)	493,3
Слоптанк (правий)	493,3

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний у вигляді табл.4.9.

Таблиця 4.9 – Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	44971,6	44766,7
Невиправлена апліката центра ваги судна, м	z_{g0}	8,68	8,67
Апліката поперечного метacentра, м	z_m	11,63	11,62
Невиправлена метацентрична висота, м	$h_0 = z_m - z_{g0}$	2,95	2,95
Виправлення на вільні поверхні, м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / D$	0,90	0,92
Виправлена апліката центра ваги судна, м	$z_g = z_{g0} + \Delta h$	9,58	9,6
Виправлена метацентрична висота, м	$h = h_0 - \Delta h$	2,05	2,03

4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації

Перевірка остійності за допомогою Інформації про остійність судна може бути виконана по граничних статичних моментах (табл. 4.10) по мінімальній допустимій метацентричній висоті. Допустима метацентрична висота - $h_{\min} = 0,15$ м.

Таблиця 4.10 – Перевірка остійності по допустимій метацентричній висоті

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	44971,6	44766,7
Виправлена метацентрична висота, м	h	2,05	2,03
Мінімально допустима метацентрична висота, м	$h_{\min}$	0,15	0,15

Так як $h \geq h_{\min}$, то всі вимоги до остійності виконані.

4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності

Плечі статичної остійності можуть бути розраховані з використанням кривих або таблиці плечей остійності форми (Cross-Curves of Stability). При розрахунку з використанням плечей остійності форми (пантокарен) необхідно знати, відносно якої точки вони відлічуються, і використовувати відповідні плечі остійності ваги.

Плечі остійності форми l_{ϕ} вибираються по об'ємній водотоннажності (або по осадці) для тих кутів крену, які приведені на кривих або в таблиці.

Розрахунок плечей діаграми статичної остійності виконується в табличній формі (табл. 4.11).

Таблиця 4.11– Розрахунок плеч статичної та динамічної остійності

Початок рейсу ($V = 43874,73\text{м}^3$)							
Кути крену $q, ^\circ$	10	20	30	40	50	60	70
Поправки до плеча статичної остійності $\Delta l_{\text{ст}}$	0,154	0,304	0,444	0,571	0,681	0,770	0,836
Плече остійності форми $l_{\text{ф}}, \text{м}$	2,184	4,400	6,644	8,221	9,461	10,130	10,266
Плече остійності ваги $l_{\text{в}}, \text{м}$	1,660	3,276	4,920	6,16	7,34	8,30	9,00
Плече статичної остійності $l, \text{м}$	0,370	0,820	1,280	1,49	1,44	1,06	0,43
Плече динамічної остійності $l_d, \text{м рад}$	0,03	0,14	0,32	0,56	0,81	1,03	1,16
Кінець рейсу ($V = 43674,8\text{м}^3$)							
Кути крену $q, ^\circ$	10	20	30	40	50	60	70
Поправки до плеча статичної остійності $\Delta l_{\text{ст}}$	2,184	4,400	6,644	8,221	9,461	10,130	10,266
Плече остійності форми $l_{\text{ф}}, \text{м}$	2,030	4,090	6,070	7,650	8,780	9,370	9,430
Плече остійності ваги $l_{\text{в}}, \text{м}$	1,67	3,28	4,8	6,17	7,35	8,3	9,02
Плече статичної остійності $l, \text{м}$	0,36	0,81	1,27	1,48	1,43	1,07	0,41
Плече динамічної остійності $l_d, \text{м рад}$	0,03	0,13	0,31	0,55	0,81	1,02	1,15

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

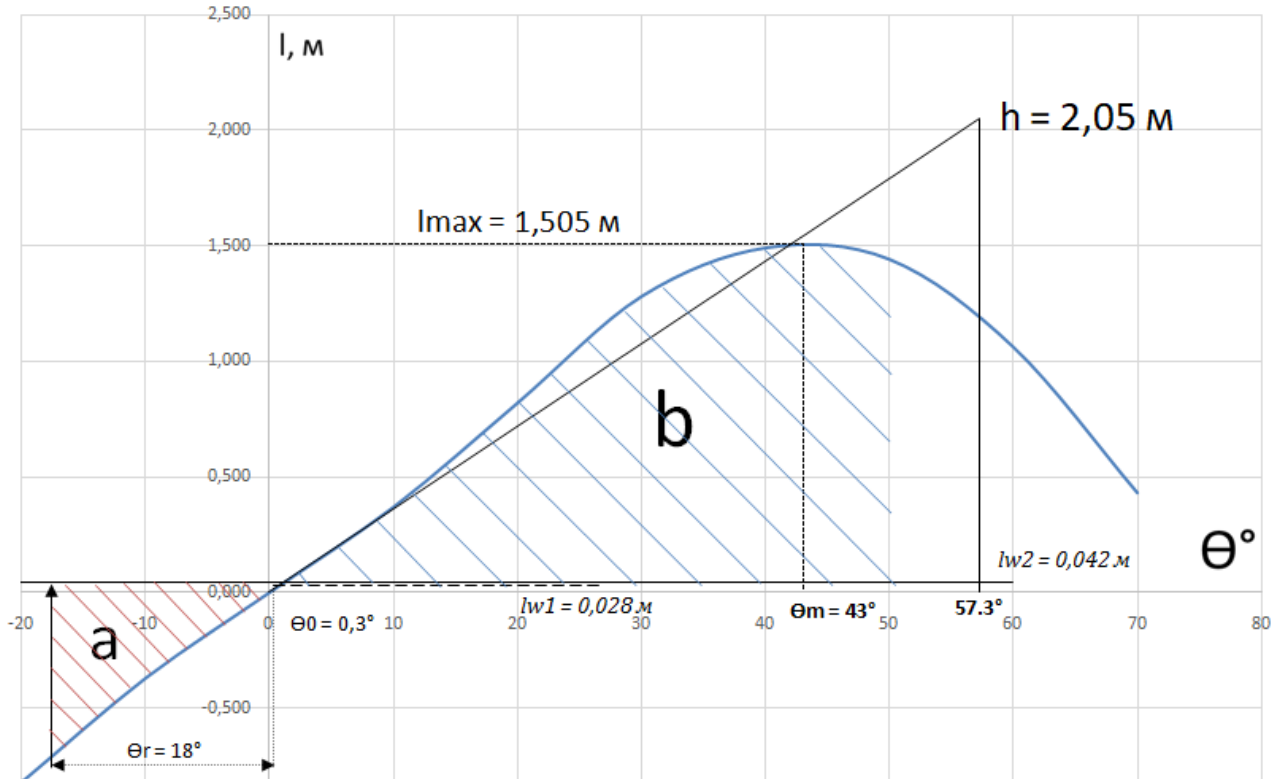


Рисунок 4.2– Діаграма статичної остійності на відхід і визначення критерію погоди

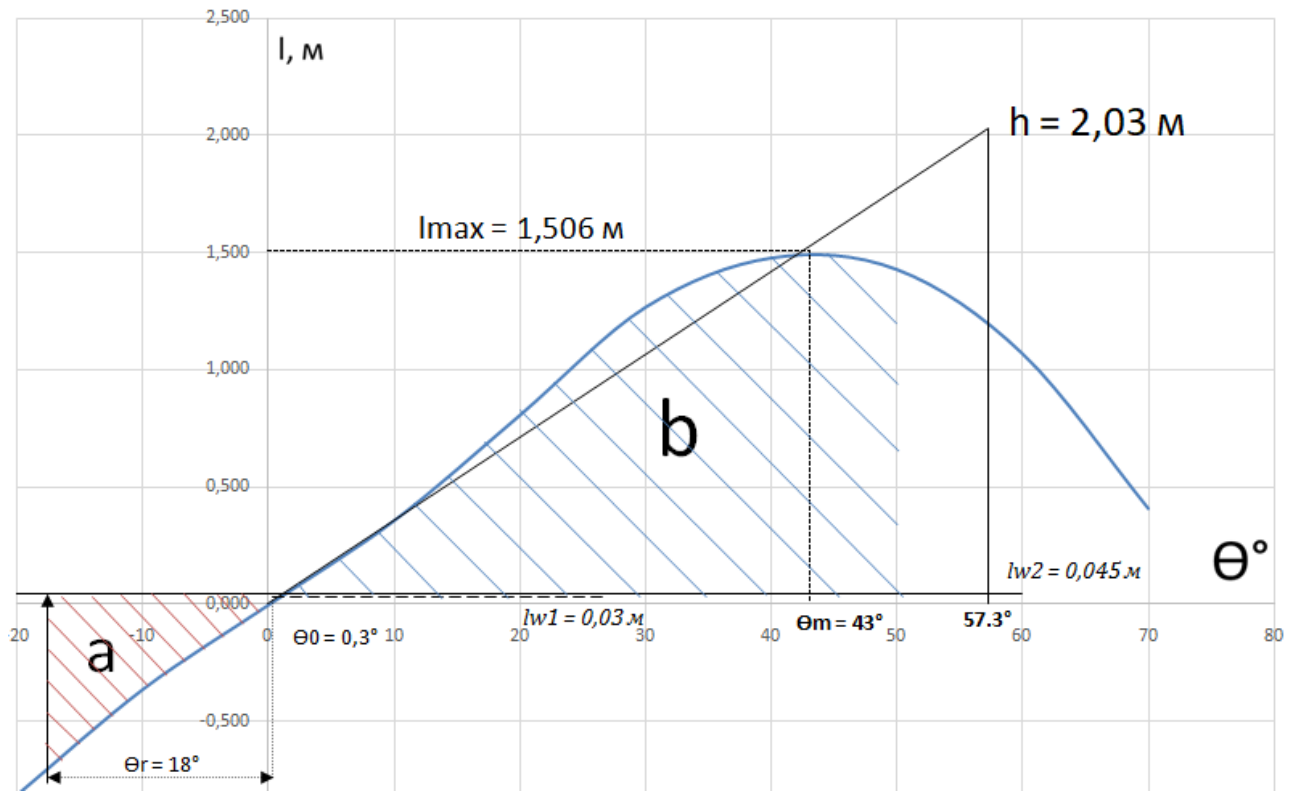


Рисунок 4.3– Діаграма статичної остійності на прихід і визначення критерію погоди

4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності

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

Остійність судна вважається достатньою, якщо задовольняються (з урахуванням можливого зледеніння) загальні для всіх суден вимоги до критерія погоди, кута крену від дії постійного вітру й діаграми статичної остійності (ДСО), а також додаткові вимоги для суден окремих типів.

Розрахунок нормованих параметрів наведено у табл. 4.12.

Таблиця 4.12– Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	44971,60	44766,7
Осадка судна, м	T	11,24	11
Виправлена метацентрична висота, м	h	2,05	2,03
Площа парусності, м ²	A _v (з Інформації)	2167	2191
Апліката центра парусності (ЦП), м	z _s (з Інформації)	5,95	6,06
Плече парусності при постійному вітрі, м	z _v = z _s – T/2	11,57	11,56
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	l _{w1} = 0,504 A _v z _v / (g D)	0,028	0,03
Плече кренувального моменту від пориву вітру, м	l _{w2} = 1,5 l _{w1}	0,042	0,045
Відносна площа скулових кілів, %	100 A _к / (L B)	2,18	
Коефіцієнт	k (з табл. ISC)	0,848	
Відносна ширина	B/T	2,43	2,48
Безрозмірний множник	X ₁ (з табл. ISC)	0,903	0,900
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,831	0,830
Безрозмірний множник	X ₂ (з табл. ISC)	1,0	1,0
Інерційний коефіцієнт	c = 0,373 + 0,023B/T - 0,043L/100	0,35	0,352

Продовження табл. 4.12

1	2	3	4
Період хитавиці, с	$T_0 = 2 \pi B / \sqrt{h}$	11,14	11,2
Коефіцієнт	s (з табл. ISC)	0,0825	0,0825
Коефіцієнт	$r = 0,73 + 0,6 (z_g - T) / T$	0,64	0,65
Амплітуда хитавиці, °	$\theta_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{r s}$	18,0	18,0
Кут заливання, °	θ_f (з Інформації)	>50	>50
Кут входу палуби у воду, °	$\theta_d = \arctg(2 (H - T) / B)$	21,77	22,63
Кут крену від постійного вітру, °	$\theta_0 \approx 57,3 l_{w1} / h$ (або з ДСО)	0,3	0,3
Кут крену при хитавиці назустріч вітру, °	$\theta_1 = \theta_r - \theta_0$	17,7	17,7
Границя площі “b” ДСО праворуч, °	θ_b	50	50
Площа “a” ДСО, м·рад	a	0,09	0,10
Площа “b” ДСО, м·рад	b	0,68	0,76
Критерій погоди	$K = b / a$	7,55	7,6

4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

Перевірка виконання рекомендацій ІМО з остійності морських транспортних суден може бути виконана за зразком табл.4.13.

Таблиця 4.13 – Перевірка виконання рекомендацій ІМО

Найменування величин	Позначення	Значення величин			Викон. (YES/NO)
		нормативні	відхід	прихід	
Площа під ДСО до кута крену 30°, м·рад	A ₃₀	≥ 0,055	0,316	0,316	YES
Площа під ДСО до кута крену 40°, м·рад	A ₄₀	≥ 0,09	0,565	0,565	YES
Площа під ДСО між кутами крену 30° і 40°, м·рад	A ₃₀₋₄₀	≥ 0,03	0,249	0,249	YES
Плече ДСО при максимальному куті крену, м	l _{max}	≥ 0,20	1,505	1,506	YES
Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, °	θ _m	≥ 25	43	43	YES
Виправлена метацентрична висота, м	h	> 0,15	2,05	2,03	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	7,55	7,6	YES
Кут крену від постійного вітру, °	θ ₀	≤ 11,4	0,3	0,3	YES

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

4.7 Контроль загальної поздовжньої міцності судна

Перевірка загальної міцності повинна виконуватися відповідно до суднової Інструкції по завантаженню (або Інструкції з міцності судна) у формі розрахункових таблиць, що рекомендуються нею, зазвичай по силах, що перерізають, і згинальним моментам у декількох розрахункових поперечних перерізах судна. У роботі наведено такі розрахунки на відхід, одержані за даними комп'ютерної вантажної програми, у вигляді табл.4.14 та рис. 4.4.

Таблиця 4.14– Розрахунок і перевірка загальної міцності на відхід

Перерізуюча сила $N_{\text{пер}}$						Згинальний момент $M_{\text{зг}}$				
FR.№	ACT	ALLOW(%)		ALLOW(Mt)		ACT.	ALLOW(%)		ALLOW(Mt-m)	
	(Mt)	SEA	HB	SEA.	HB	(Mt-m)	SEA	HB	SEA.	HB
40 1	-702	17	14	-4110	-4990	-8090	21	12	-39400	-69800
43	-784	16	13	-4980	-5940	-10131	23	13	-44600	-77600
55 1	-478	10	9	-4600	-5530	-15903	24	15	-65500	-108800
67 1	-211	5	4	-4230	-5130	-21175	27	16	-78500	-132200
79	-217	5	4	-4400	-5220	-23633	30	17	-78500	-142600
91	-50	1	1	-4580	-5310	-26448	34	18	-78500	-145000
103	160	3	3	4580	5310	-26052	33	18	-78500	-145000
115	540	12	10	4580	5310	-23595	30	16	-78500	-145000
127	505	12	10	4270	5150	-17916	23	12	-78500	-145000
139	637	16	13	3970	5000	-12780	16	9	-78500	-136000
151	438	11	9	3960	5000	-6847	12	7	-58500	-104000
163	406	10	8	3950	5000	-3336	9	5	-37600	-71400
175	250	5	5	4640	5350	406	2	1	18500	39100
187	105	2	2	5340	5710	1498	22	9	6800	16200
MAX	-836	20	17	-4110	-4990	-26568	34	18	-78500	-145000

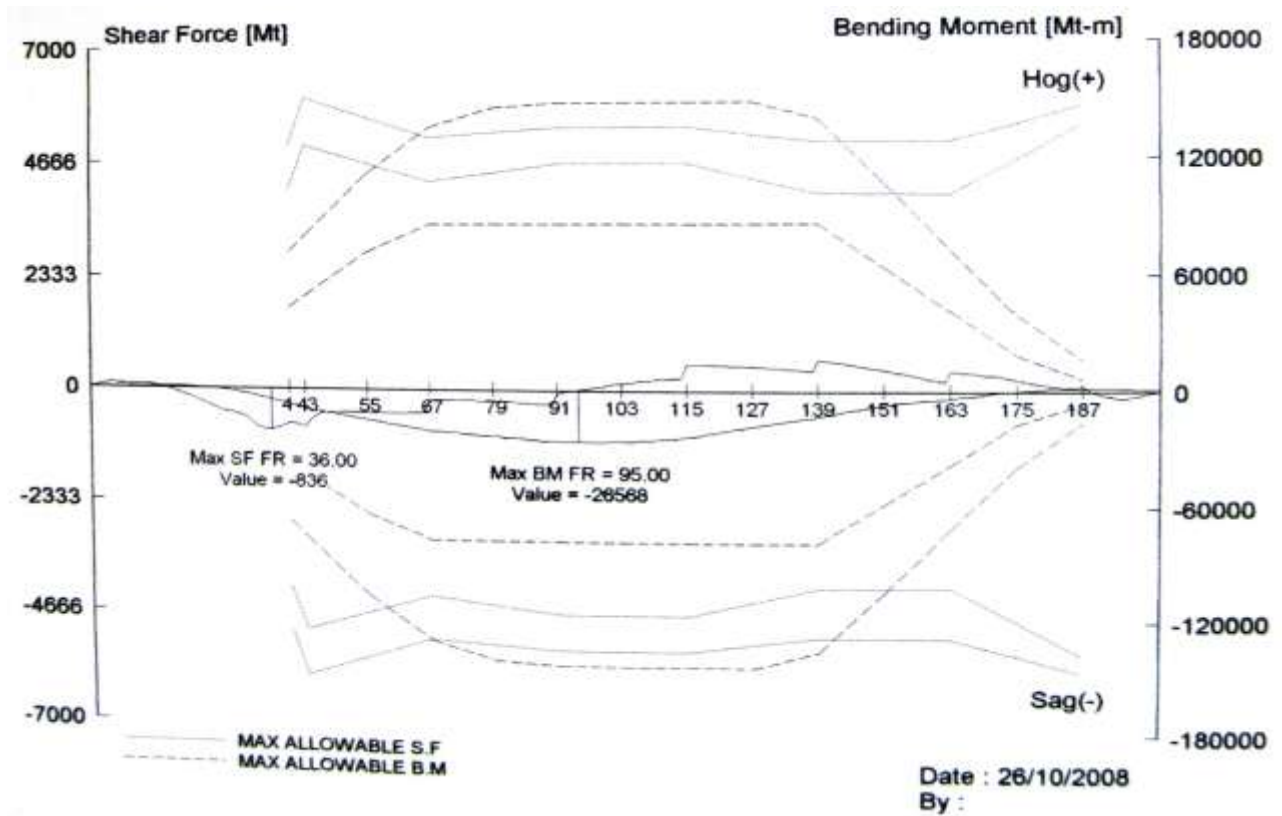


Рисунок 4.4 - Перевірка загальної міцності корпусу судна на відхід

Висновок

Виконані в даному розділі розрахунки за своїми результатами свідчать про те, що в запланованому рейсі посадка, остійність та загальна міцність судна задовольняє усім вимогам .

РОЗДІЛ 5

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ТЕНДЕНЦІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ МОРСЬКОГО СУДНОПЛАВСТВА

5.1 Еволюція концепції морської безпеки: від традиційних ризиків до цифрової епохи

Безпека мореплавства — це відсутність неприйнятних ризиків для судна, вантажу, екіпажу та навколишнього середовища. Концепція морської безпеки пройшла тривалий шлях еволюції від простого протистояння природним стихіям до комплексного управління багатofакторними ризиками в умовах глобалізації та цифрової трансформації.

Історична ретроспектива ризиків мореплавства

На зорі торгового мореплавства основними факторами ризику були природні сили: шторми, течії, плавучі льоди, тумани, а також недостатність інформації про райони плавання, відсутність надійних методів навігації та низький рівень професійної підготовки мореплавців. Саме протидія цим факторам стала головним завданням морської спільноти протягом століть.

Перші систематизовані спроби підвищити безпеку мореплавства були пов'язані з резонансними катастрофами. Після загибелі пасажирського лайнера "Титанік" у 1912 році було розроблено перший варіант Міжнародної конвенції з охорони людського життя на морі (SOLAS) у 1914 році. Це стало переломним моментом у переході від індивідуальних зусиль до міжнародної координації в сфері морської безпеки.

Техногенна ера ризиків

На сучасному етапі розвитку судноплавства до природних факторів додалися техногенні загрози, створені самою людиною:

- **Пожежі та вибухи** в машинних відділеннях суден з механічним двигуном;
- **Зіткнення суден**, особливо в районах з інтенсивним судноплавством;
- **Відмови складних судових систем та механізмів**, що можуть призвести до аварій;
- **Отруєння членів екіпажу** токсичними речовинами, що перевозяться;
- **Забруднення довкілля** нафтою, хімікатами та відходами судових операцій.

Статистика післявоєнного періоду свідчить про масштабність проблеми: щорічно у світовому флоті гинуло приблизно сто транспортних суден, жертвами моря стали сотні і навіть тисячі моряків та пасажирів.

Вплив автоматизації та людський фактор

Зі зростанням розмірів та автоматизації суден відбулося скорочення екіпажів, що призвело до роботи людей у надзвичайно напруженому режимі. Це спричинило:

- Збільшення стресових ситуацій;
- Нервові та фізичні перевантаження;
- Втому та вигорання екіпажів;
- Зростання кількості помилок та невірних дій при управлінні судном.

Створення системи міжнародного регулювання

Після утворення Міжнародної морської організації (IMO) у 1948 році заходи з підвищення безпеки набули дійсно міжнародного, організованого характеру та стали значно ефективнішими. Були прийняті ключові конвенції:

- SOLAS-74 з численними поправками;
- MARPOL 73/78 (запобігання забрудненню з суден);

- STCW-78 (підготовка та дипломування моряків);
- COLREG-72 (запобігання зіткненням суден).

Важливі уроки були отримані з аварій танкерів "Торрі Каньйон" (1967), "Ексон Валдіз" (1989), загибелі порома "Естонія" (1994), які допомогли вдосконалити діючі міжнародні правила та стандарти.

Перехід до цифрової епохи

На початку XXI століття індустрія зіткнулася з новими викликами, пов'язаними з цифровою трансформацією:

- **Кіберзагрози** для суднових систем та портової інфраструктури;
- **Автоматизація та автономність**, що створює нові ризики втрати традиційних навичок;
- **Інтеграція систем**, що збільшує вразливість до каскадних відмов;
- **Залежність від супутникових систем** навігації та зв'язку;
- **Великі дані та штучний інтелект**, що вимагають нових компетенцій.

Сьогодні концепція морської безпеки базується на принципі управління ризиками (risk-based approach), що передбачає:

1. **Ідентифікацію ризиків** - систематичне виявлення всіх потенційних загроз;
2. **Оцінку ризиків** - аналіз ймовірності та наслідків небажаних подій;
3. **Мітигацію ризиків** - впровадження заходів для зниження ризиків до прийняттого рівня;
4. **Моніторинг та перегляд** - постійне відстеження ефективності заходів та їх коригування.

Сучасна парадигма безпеки визнає неможливість повної ліквідації ризиків, тому акцент зміщується на їх ефективне управління та створення резилієнтних (стійких до порушень) систем.

5.2 Аналіз аварійності світового флоту (2018-2024): статистика, тенденції, регіональні особливості

Загальні тенденції втрат суден

За даними Allianz Commercial Safety and Shipping Review, аварійність світового флоту демонструє стійку позитивну динаміку. У 2023 році було втрачено 26 великих суден (понад 100 GT - валових реєстрових тонн), що на 36% менше порівняно з 41 судном у 2022 році. Це є історично найнижчим показником за весь період спостережень. У 2024 році цей показник знизився ще більше - до 27 втрачених суден, що на 75% менше порівняно з 2015 роком (105 суден).

Для порівняння, тридцять років тому світовий флот втрачав понад 200 великих суден щорічно. Десять років тому цей показник становив близько 100 суден на рік. За останнє десятиліття (2015-2024) було зареєстровано 681 повну втрату суден, що свідчить про значне покращення показників безпеки.

Статистика аварійності 2022-2024 років

2022 рік:

- Повні втрати: 38 суден
- Зареєстровано інцидентів: 3,032
- Пожежі на судах: 209 випадків (найбільше за десятиліття)

2023 рік:

- Повні втрати: 26 суден

- Зареєстровано інцидентів: 2,951 (зниження на 2.7%)
- Головна причина втрат: затоплення (50% всіх випадків)
- Вантажні судна: 16 втрат (понад 60% від загальної кількості)
- Пожежі: 205 інцидентів

2024 рік:

- Повні втрати: 27 суден
- Зареєстровано інцидентів: 3,310 (зростання на 10%)
- Рибальські судна: 10 втрат (близько 40%)
- Головна причина інцидентів: пошкодження/відмова механізмів (1,860 випадків, що становить понад 50%)

Розподіл втрат за типами аварій

Основні причини повних втрат суден за останні роки:

1. **Затоплення (foundering)** - 50% всіх втрат, залишається домінуючою причиною
2. **Пожежа/вибух** - 55 повних втрат за останні п'ять років, понад 200 пожеж щорічно
3. **Посадка на мілину** - значне зниження порівняно з попередніми роками
4. **Зіткнення** - продовжує знижуватися завдяки системам управління рухом суден
5. **Відмова механізмів** - причина більшості інцидентів, але рідко призводить до повної втрати

Екстремальні погодні умови були визначені як фактор щонайменше у 8 випадках втрат суден у 2023 році, хоча фактична кількість, ймовірно, вища.

Таблиця 5.2.1 – Розподіл повних втрат за типами аварій (2023-2024)

Тип аварії	2023 рік		2024 рік	
	Кількість	%	Кількість	%
Затоплення (foundering)	13	50.0%	12	44.4%
Пожежа/вибух	5	19.2%	7	25.9%
Посадка на мілину	4	15.4%	3	11.1%
Зіткнення	2	7.7%	2	7.4%
Відмова механізмів	1	3.8%	1	3.7%
Пошкодження корпусу	1	3.8%	2	7.4%
Всього	26	100%	27	100%

Географічний розподіл втрат

Найнебезпечніші регіони світу:

1. **Південно-Китайське море, Індокитай, Індонезія та Філіппіни** - глобальна "гаряча точка" втрат як за минулий рік (8 суден у 2023), так і за десятиліття (184 судна). Регіон відповідає майже за третину всіх втрат.

Причини високої аварійності в регіоні:

- Величезний обсяг торгівлі та інтенсивне судноплавство;
- Перевантажені порти;
- Старіші флоти з недостатнім технічним обслуговуванням;
- Екстремальні погодні умови (тайфуни, мусони);
- Складні навігаційні умови (вузькості, мілини).

- 2. **Британські острови** - найбільша кількість інцидентів у 2024 році (799), що становить 20% від 28,331 зареєстрованих інцидентів за десятиліття (5,613).
- 3. **Східне Середземномор'я та Чорне море** - друге місце за кількістю втрат (6 суден у 2023 році), з помітним зростанням активності.
- 4. **Західна Африка** (Гвінейська затока) - зона підвищеного ризику піратства та збройних нападів.

Таблиця 5.2.2 – Географічний розподіл повних втрат суден за (2015-2024)

Регіон	Кількість втрат	% від загальної кількості
Південно-Китайське море, Індокитай, Індонезія, Філіппіни	184	27.0%
Британські острови	78	11.5%
Східне Середземномор'я та Чорне море	65	9.5%
Японія, Корея, Північний Китай	52	7.6%
Західна Африка (Гвінейська затока)	48	7.0%
Аравійський/Перський залив	42	6.2%
Східне узбережжя Південної Америки	38	5.6%
Східне узбережжя США та Канади	35	5.1%
Західне Середземномор'я	32	4.7%
Індійський океан	28	4.1%
Інші регіони	79	11.6%
Всього	681	100%

Аналіз за типами суден

Рибальські судна - найвища аварійність у 2024 році (близько 40% втрачених суден). Це пов'язано з:

- Роботою в екстремальних погодних умовах;
- Часто застарілим обладнанням;
- Меншими вимогами до безпеки порівняно з комерційним флотом;

- Перевантаженістю та порушеннями правил безпеки.

Вантажні судна - становили понад 60% втрат у 2023 році (16 суден). Основні причини:

- Великий розмір флоту;
- Різноманітність вантажів з різними рівнями ризику;
- Інтенсивна експлуатація;
- Вік частини флоту.

Танкери - відносно низька аварійність завдяки суворим міжнародним стандартам, але високі наслідки інцидентів через ризики забруднення.

Контейнеровози - зростаюча проблема пожеж, особливо на надвеликих судах (ULCV).

Тренди та фактори впливу

Позитивні тенденції:

1. Технологічний прогрес:

- Покращення конструкції суден;
- Сучасне навігаційне обладнання;
- Автоматизовані системи безпеки;
- Системи раннього попередження.

2. Регуляторні заходи ІМО:

- Посилення вимог SOLAS;
- Polar Code для арктичного судноплавства;
- IGF Code для суден на газовому паливі;
- Ballast Water Management Convention.

3. Покращення культури безпеки:

- Впровадження ISM Code;
- Програми управління безпекою в компаніях;
- Поліпшення підготовки фахівців.

4. Системи управління рухом суден (VTS):

- Зниження зіткнень у контрольованих районах;
- Координація руху в вузькостях;
- Раннє виявлення небезпечних ситуацій.

Таблиця 5.2.3 – Порівняння аварійності: історична перспектива

Період	Середня кількість втрат на рік	Примітки
1990-ті роки	200+	Відсутність сучасних технологій безпеки
2005-2009	~140	Впровадження ISM Code
2010-2014	~100	Посилення регулювання після великих аварій
2015-2019	~85	Технологічний прогрес
2020-2024	~43	Сучасні системи безпеки, цифровізація
2024	27	Історичний мінімум

Негативні тенденції та нові виклики:

1. **"Тіньовий флот"** - після запровадження санкцій проти Росії виник тіньовий флот танкерів (за оцінками до 600 суден) для транспортування нафти. Ці судна часто є старішими, експлуатуються під прапорами зручності з нижчими стандартами обслуговування, що становить загрозу для світового флоту та довкілля.

2. **Геополітичні конфлікти** - понад 100 суден були атаковані в Червоному морі бойовиками у відповідь на конфлікт у Газі. Піратство знову зростає, особливо біля узбережжя Сомалі.

3. **Зміна клімату:**

- Збільшення частоти та інтенсивності екстремальних погодних явищ;
- Посуха в Панамському каналі (2023-2024);
- Зростання рівня моря;
- Непередбачувані погодні паттерни.

4. **Пожежі на суднах:**

- Залишаються ключовою проблемою безпеки з понад 200 інцидентами щорічно;
- Особливо небезпечні на великих контейнеровозах;
- Зростаюча проблема пожеж електромобілів на ро-ро суднах;
- Високі витрати на ремонт та компенсації.

5. **Тенденція до збільшення розмірів суден:**

- Мега-контейнеровози понад 24,000 TEU;
- Потенційні втрати можуть досягати \$1 млрд та більше;
- Складніше реагування на надзвичайні ситуації;
- Обмежена кількість портів та суднових доків.

Економічні наслідки

Зростання вартості великих морських страхових претензій пов'язане з:

- Збільшенням розмірів суден;

- Зростанням вартості вантажів;
- Складнішими технологіями ремонту;
- Екологічними штрафами та компенсаціями;
- Перериваннями ланцюгів постачання.

Незважаючи на історично низькі показники втрат суден, морська індустрія стикається з безпрецедентною швидкістю зміни профілю ризиків. Конфлікти, наслідки зміни клімату, технологічні виклики та геополітична нестабільність створюють складне середовище, в якому індустрії доведеться докласти значних зусиль для підтримки досягнутого рівня безпеки.

5.3 Трансформація людського фактору в умовах цифровізації судноплавства

Концепція "людського елемента" в сучасному контексті

Під "людським елементом (фактором)" у контексті безпеки мореплавання розуміють можливості та здібності людини щодо прийому, обробки інформації та прийняття рішень у різних умовах функціонування. Це поняття в епоху цифровізації набуло нових вимірів та викликів.

Судна є динамічними об'єктами: вони постійно рухаються і представляють небезпеку для інших суден, одночасно самі є об'єктами небезпечних впливів з боку інших суден, течій, штормових хвиль, підводних перешкод. У цьому полягає фундаментальна відмінність транспорту від промислового виробництва. Транспортні засоби рухаються, і в будь-який момент часу вони повинні контролюватися з позицій безпеки людиною або під її наглядом.

Аналіз аварійності суден світового торгового флоту свідчить, що **до 70% всіх аварій відбувається через помилки та прорахунки людей**. Це явище є наслідком ряду обставин:

- Дефіцит кваліфікованих фахівців на флоті;
- Використання складної нової техніки без адекватної підготовки;
- Недостатність міжнародних та національних норм і стандартів;
- Культурні та мовні бар'єри в мультинаціональних екіпажах.

Дослідження R&I Клубів показують, що **більшість аварій відбувається між 4 і 8 годинами ранку**, коли втома вахтових офіцерів особливо велика. Це підкреслює критичну роль управління втомою екіпажу.

10 основних типів людських помилок

1. **Рішення на основі неадекватної інформації** (категорія: прийняття рішень) - використання застарілих карт, неправильна інтерпретація даних радарів, ігнорування метеопрогнозів.
2. **Погані рішення, несумісні з належною морською практикою** (прийняття рішень) - порушення COLREG, ігнорування систем розподілу руху, недотримання процедур.
3. **Неадекватні загальнотехнічні знання** - ця причина призвела до 35% морських аварій. Недостатнє розуміння суднових систем, принципів остійності, впливу вільних поверхонь рідин.
4. **Неадекватні знання операцій свого судна** - небезпека виникає через роботу на судах різних типів, розмірів, з різними вантажами без достатньої адаптації.
5. **Погані стандарти, правила, політика або практика** - відсутність письмових процедур на борту, тиск судовласника щодо дотримання графіків, непослідовні правила між портами.
6. **Неадекватний зв'язок або координація** - близько 70% великих аварій трапляється, коли лоцман керує одним або обома суднами при зіткненні. Мовні бар'єри, непорозуміння в командах.

7. **Неуважність, втома, перевантаження** (фактори стану оператора) - тривалі ситуації з високим навантаженням призводять до втоми, яка, в свою чергу, призводить до неуважності та помилок.
8. **Погана ергономіка** (суднове середовище) - відсутність стандартизації обладнання різних виробників, незручне розташування органів управління, погана видимість з ходового містка.
9. **Погане технічне обслуговування** (суднове середовище) - одна з важливих причин пожеж і вибухів, відмов критичних систем.
10. **Небезпека природного середовища** (суднове середовище) - течії, вітри, тумани створюють складні умови, недоліки в плануванні операцій призводять до аварій.

Нові виклики цифрової епохи

1. Надмірна залежність від автоматизації (automation bias)

Сучасні судна обладнані складними автоматизованими системами навігації, управління двигуном, вантажними операціями. Це створює нові ризики:

- **Втрата традиційних навичок** - молоді офіцери покладаються на ECDIS та автопілот, втрачаючи навички ручного судноводіння;
- **Самовпевненість** - переконання, що автоматика завжди працює правильно;
- **Відсутність критичного мислення** - неперевірка даних автоматичних систем;
- **Повільна реакція** при відмові автоматики - оператори не готові до швидкого переходу на ручне управління.

2. Цифрова втома (digital fatigue)

- Інформаційне перевантаження з множини дисплеїв та систем;

- Постійна увага до екранів замість візуального спостереження;
- Надмірна кількість тривог та сповіщень (alarm fatigue);
- Стрес від необхідності моніторити багато цифрових систем одночасно.

3. Кіберграмотність екіпажів

Нова критична компетенція для моряків:

- Розуміння кіберзагроз (фішинг, віруси, ransomware);
- Навички кібергігієни (паролі, оновлення, резервне копіювання);
- Вміння розпізнавати спроби несанкціонованого доступу;
- Процедури реагування на кіберінциденти.

Проблема: більшість моряків не мають формальної підготовки з кібербезпеки.

4. Мультикультурні екіпажі та бар'єри комунікації

У сучасному судноплаванні типовий екіпаж може включати представників 10-15 різних національностей:

- Мовні бар'єри, навіть при використанні англійської мови;
- Культурні відмінності в сприйнятті влади та ієрархії;
- Різні підходи до безпеки та ризиків;
- Складність командної роботи (Bridge Resource Management).

5. Соціальна ізоляція та психологічне здоров'я

Тривалі рейси (6-9 місяців) без відпусток створюють:

- Депресію та тривожність;
- Проблеми з родинами;
- Відчуття ізоляції попри цифровий зв'язок;
- Вигорання (burnout);

- Зростання суїцидальних настроїв.

Причини людських помилок: сучасна модель

Людські помилки на борту судна трапляються, коли здібності члена екіпажу виявляються нижчими за рівень, необхідний для успішного вирішення завдання. Це може відбутися через:

А. Фізіологічні фактори:

- Втома та недосипання;
- Захворювання;
- Вплив алкоголю або медикаментів;
- Вікові зміни (зір, слух, реакція);
- Недостатнє харчування.

В. Психологічні фактори:

- Стрес;
- Емоційна нестабільність;
- Особисті проблеми;
- Страх покарання;
- Надмірна самовпевненість.

С. Організаційні фактори:

- Комерційний тиск (дотримання графіків);
- Недостатня укомплектованість екіпажу;
- Погана організація робочого часу;
- Відсутність процедур та інструкцій;
- Недостатнє навчання.

D. Технічні фактори:

- Погана ергономіка обладнання;
- Відсутність стандартизації;
- Ненадійність систем;
- Складність інтерфейсів;
- Відсутність зворотного зв'язку від систем.

E. Середовищні фактори:

- Екстремальні погодні умови;
- Шум та вібрація;
- Висока/низька температура;
- Недостатнє освітлення;
- Качка судна.

Сучасні підходи до підготовки та управління людським фактором**1. Віртуальна та доповнена реальність (VR/AR)**

Революція в тренажерній підготовці:

- **VR-симулятори** для відпрацювання аварійних ситуацій без ризику;
- **AR-окуляри** для навчання обслуговуванню обладнання;
- **Віртуальні містки** для командного тренінгу;
- **Симуляції рідкісних подій** (пожежі, затоплення, втрата керування).

2. Симуляції кібератак

- Тренінги з розпізнавання фішингу;
- Відпрацювання процедур при кіберінцидентах;

- Навчання резервним системам навігації;
- Сценарії відмови GPS та ECDIS.

3. Психологічна підтримка та резилієнтність

- Програми **Employee Assistance Program (EAP)** для моряків;
- **Онлайн-консультації** з психологами;
- **Тренінги стресостійкості** та mindfulness;
- Програми підтримки сімей моряків.

4. Wellness at sea

- Покращення умов проживання (індивідуальні каюти, спортзали, Wi-Fi);
- Якісне харчування та рекреація;
- Відеозв'язок з родинами;
- Програми фізичної активності;
- Доступ до розваг та освіти онлайн.

5. Bridge Resource Management (BRM) нового покоління

- Акцент на **командній роботі**, а не індивідуальних навичках;
- **Тренінги міжкультурної комунікації**;
- **Leadership та followership** - не тільки лідерство, але і вміння бути членом команди;
- **Just Culture** - культура звітності без покарання за помилки.

Регуляторні зміни

Конвенція STCW:

- Оновлення 2024 року включає вимоги до кібербезпеки;
- Посилення вимог до управління втомою;

- Нові компетенції для роботи з автоматизованими системами.

Резолюція ІМО А.722(18) "Фактори втоми":

- Мінімум 10 годин відпочинку на добу;
- Обмеження робочого часу;
- Врахування специфіки вантажних операцій та заходів у порти.

Кодекс ISM (International Safety Management):

- Вимоги до систем управління безпекою;
- Процедури оцінки ризиків;
- Культура звітності про інциденти;
- Постійне вдосконалення.

Проблеми впровадження

Незважаючи на регуляторні заходи, залишаються виклики:

1. **Shortage of seafarers** - глобальний дефіцит кваліфікованих моряків (за оцінками, не вистачає близько 90,000 офіцерів);
2. **Тиск на скорочення витрат** - судновласники намагаються мінімізувати розмір екіпажів;
3. **Невідповідність підготовки** - навчальні програми не завжди відповідають реаліям сучасного флоту;
4. **Культурні відмінності** - різне розуміння безпеки в різних країнах;
5. **Слабкий контроль** - недостатній Port State Control у деяких регіонах.

Майбутні тренди

Гібридна модель управління:

- Поєднання автоматизації та людського контролю;

- Підтримка рішень штучним інтелектом;
- Дистанційна допомога берегових центрів;
- Поступовий перехід до автономних суден.

Безперервне навчання:

- Онлайн-курси та мікронавчання;
- Адаптивні навчальні системи;
- Оцінка компетенцій у реальному часі;
- Персоналізовані траєкторії розвитку.

Людський фактор залишається і залишатиметься критичним елементом морської безпеки навіть в епоху автоматизації. Ключ до успіху - не заміна людини, а створення оптимального партнерства між людиною, технологією та організацією через належну підготовку, підтримку та умови праці.

ВИСНОВКИ

Проведений комплексний аналіз сучасного стану безпеки морського судноплавства дозволяє сформулювати наступні ключові висновки:

Концепція морської безпеки пройшла тривалий шлях еволюції від простого протистояння природним стихіям до комплексного управління багатофакторними ризиками в умовах глобалізації та цифровізації. Якщо на ранніх етапах розвитку мореплавства основними загрозами були шторми, тумани та недостатність навігаційної інформації, то на сучасному етапі до природних факторів додалися техногенні загрози: відмови складних судових систем, пожежі, зіткнення, кіберзагрози та забруднення довкілля. Створення IMO у 1948 році та прийняття ключових міжнародних конвенцій (SOLAS, MARPOL, STCW) ознаменувало перехід до систематичного міжнародного регулювання, що суттєво підвищило стандарти безпеки.

Статистичний аналіз за період 2018-2024 років демонструє стійку позитивну динаміку: кількість повних втрат суден скоротилася до історично мінімальних 27 у 2024 році (зниження на 75% порівняно з 2015 роком). Для порівняння, тридцять років тому світовий флот втрачав понад 200 великих суден щорічно. Географічний аналіз виявив, що регіон Південно-Китайського моря, Індокитаю, Індонезії та Філіппін залишається найнебезпечнішим, відповідаючи за третину всіх втрат. Затоплення залишається домінуючою причиною повних втрат (50%), тоді як відмова механізмів є головною причиною інцидентів (понад 50%). Пожежі, незважаючи на зниження, залишаються критичною проблемою з понад 200 інцидентами щорічно.

Однак людський фактор продовжує відігравати вирішальну роль у забезпеченні безпеки: до 70% усіх аварій відбувається через помилки людей, причому більшість - між 4 і 8 годинами ранку, коли втома вахтових офіцерів максимальна. Цифровізація створила нові виклики: надмірна залежність від автоматизації призводить до втрати традиційних навичок судноводіння, цифрова втома від моніторингу множини систем знижує ефективність прийняття рішень, а відсутність кіберграмотності робить екіпажі вразливими до кіберзагроз. Мультикультурні екіпажі створюють бар'єри комунікації, а тривалі рейси без відпусток посилюють проблеми психологічного здоров'я моряків.

Позитивна динаміка зумовлена технологічним прогресом (покращення конструкцій суден, сучасне навігаційне обладнання, автоматизовані системи безпеки), ефективним регулюванням ІМО та покращенням культури безпеки через впровадження систем управління (ISM Code). Водночас з'явилися нові загрози: зростання "тіньового флоту" з нижчими стандартами, геополітичні конфлікти (понад 100 атак у Червоному морі), посилення впливу зміни клімату (екстремальні погодні явища, посуха в Панамському каналі), пожежі електромобілів на судах та масштабні кібератаки на морську інфраструктуру.

Сучасні підходи до управління людським фактором включають віртуальну та доповнену реальність для тренінгів, симуляції кібератак, програми психологічної підтримки, покращення умов проживання (wellness at sea) та розвиток Bridge Resource Management з акцентом на командній роботі. Регуляторні зміни, зокрема оновлення STCW 2024 року щодо кібербезпеки та резолюція ІМО про управління втомою (мінімум 10 годин відпочинку), спрямовані на адаптацію підготовки моряків до реалій сучасного флоту.

Морська індустрія досягла безпрецедентних успіхів у зниженні аварійності, проте швидкість трансформації профілю ризиків вимагає постійної адаптації. Ключ до майбутньої безпеки полягає не в заміні людини технологією, а в створенні оптимального партнерства між екіпажем, автоматизованими системами та організацією через належну підготовку, підтримку та сприятливі умови праці. Проактивний підхід, інвестиції в дослідження, міжнародне співробітництво та безперервне вдосконалення є критичними для підтримки та покращення досягнутого рівня безпеки мореплавства в умовах цифрової трансформації та глобальних викликів XXI століття.

РОЗДІЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ

6.1 Розрахунок кількісних 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 переддипломної практиці, з довідкових матеріалів кафедри М і ЕМТ НУ«ОМА», прейскурантів, тарифів та ін. Вихідні дані рейсу т/х «Baltic Star» з порту Більбао в порт Лас-Пальмас зведені в табл. 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 «Baltic Star»»	D_w	Тон	37332,6
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	301,65
3	Відстань між портами	L	милі	1597
4	Кількість навантаженого вантажу: мазут	ΣQ_m	т	34183,4
5	Фрахтова ставка за 1т вантажу	f	\$/т	15
6	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	т/ доб.	17200
7	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	т/ доб.	16300
8	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	13,5
9	Швидкість в каналах, вузостях	v	кан. вуз.	10

Продовження табл.6.1

1	2	3	4	5
10	Добова витрата палива на ходу: важке На стоянці: легке	q_x^6 $q_{ст}^6$	тон/доб тон/доб	42,7 2,5
11	Ціна 1 тони палива: важке легке	C_v C_l	\$/т \$/т	480 600
12	Балансова вартість судна	$C_{бал}$	\$	5599890
13	Річна норма амортизації	Ha	%	10
14	Позаексплуатаційний час	T_{ze}	діб.	15
15	Чисельність екіпажу	$Ч_{ек}$	чол.	20
16	Час затримки в дорозі	$t_{зат}$	доб.	0,1
17	Додатковий час в портах стоянки	$t_{доод}$	доб.	0,2
18	Заробітна платня	$R_{зп}$	\$/доб	2700
19	Витрати на технічне постачання	$R_{т.пос}$	\$/доб	350
20	Навігаційні витрати	$R_{нав}$	\$/доб	285
21	Портові збори	$R_{порт}$	\$	21450
22	Агентство судів	$R_{аг}$	\$/доб	250
23	Витрати на страхування судна	$R_{стр}$	\$/доб	300
24	Витрати на ремонт	$C_{рем}$	\$/мр.п.	350000
25	Вартість одного доковання	$C_{док}$	\$	40000

При розрахунку кількісних показників роботи судна в рейсі використовуємо дані рейсового завдання [57, 59].

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

$$D_q = D_w - G_{зан}, \quad (6.1)$$

$$D_q = 37332,6 - 301,65 = 37030,95 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

$$T_{екс} = T_{\kappa} - T_{ве}, \quad (6.2)$$

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

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

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

$$t_x = 1597 / (13,5 \times 24) + 0,1 = 5,0 \text{ діб}$$

- стоянковий час:

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

$$t_{cm} = 34183,4 / 17200 + 34183,4 / 16300 + 0,2 = 4,2 \text{ діб.}$$

- час рейсу складе:

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

$$t_p = 5,0 + 4,2 = 9,2 \text{ діб}$$

4. Розрахуємо провізну спроможність судна:

- зроблено тонно-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 34183,4 \times 1597 = 54590890 \text{ тонно-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_{\text{ч}} L = 37332,6 \times 1597 = 59620162 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

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

$$\Sigma F_{рейс} = 34183,4 \times 15 = 512751 \text{ \$/рейс}$$

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

Постійні експлуатаційні витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

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

- витрати на заробітну плату ($R_{зн}$) 2700 \\$/добу;

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

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

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

$$R_{хар} = 20 \times 12 = 240 \text{ \$/добу};$$

- 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.

$$R_{рем} = ((40000 + 350000) / 5) / 350 = 222 \text{ \$/добу}$$

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

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

$$R_{ам} = (5599890 \times 0,1) / 350 = 1600 \text{ \$/добу};$$

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

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

де $H_{сн}$ - норма постачання;

$$R_{сн} = (5599890 \times 0,02) / 350 = 320 \text{ \$/добу};$$

- витрати на технічне постачання ($R_{т.пос.}$) 350 \\$/добу;
- навігаційні витрати, \\$/добу ($R_{нав}$) 285 \\$/добу;
- портові збори ($R_{порт}$) 21450 \\$/рейс;
- витрати з агентування ($R_{аг}$) 250 \\$/добу;
- витрати на страхування ($R_{стр}$) 300 \\$/добу.

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

$$R_{екс} = 2700 + 240 + 222 + 1600 + 320 + 350 + 285 + 21450 / 9,2 + \\ + 250 + 300 = 8599 \text{ \$/ добу}$$

7. Розрахуємо 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 %.

$$R_{кос.} = 8599 \times 0,02 = 172 \text{ \$/добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{заг} = 8599 + 172 = 8771 \text{ \$/добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{заг.екс} = 8771 \times 9,2 = 80693 \text{ \$/рейс}$$

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

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

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

$$R^l_x = k_{см} \cdot q_{см} \cdot Ц_l \quad (6.16)$$

де $k_{см}$ – коефіцієнт, що враховує витрати на мастильні, обтиральні матеріали, в залежності від двигуна = 4,25 - 1,15.

$$R^m_x = 1,1 \times 42,7 \times 480 = 22546 \text{ \$/ добу}$$

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

$$R^l_{см} = k_{см} \cdot q_{см} \cdot Ц_l \quad (6.17)$$

$$R^l_{см} = 1,1 \times 2,5 \times 600 = 1650 \text{ \$/ добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

$$\Sigma R_{неп} = (R^m_x \cdot t_x) + (R^l_{см} \cdot t_{см}) \quad (6.18)$$

$$\Sigma R_{неп} = 22546 \times 5,0 + 1650 \times 4,2 = 119660 \text{ \$/рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

$$\Sigma R_{рейс} = \Sigma R_{заг.екс} + \Sigma R_{пер} \quad (6.19)$$

$$\Sigma R_{рейс} = 80693 + 119660 = 200353 \text{ \$/рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

$$\Sigma \Pi_{рейс} = \Sigma F_{рейс} - \Sigma R_{рейс}. \quad (6.20)$$

$$\Sigma \Pi_{рейс} = 512751 - 200353 = 312398 \text{ \$/рейс}$$

Прибуток судна т/х «Baltic Star» з порту Більбао в порт Лас-Пальмас з вантажем мазут за рейс склав 312398 \$/рейс.

6.2 Розрахунок якісних показників роботи судна в рейсі

Якісні показники роботи судна в рейсі розраховуємо за методикою [59]:

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

$$K_e = \frac{T_{екс}}{T_k}, \quad (6.21)$$

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

2. Коефіцієнт завантаження судна:

$$\alpha_z = \frac{\Sigma Q}{\Sigma D_u}, \quad (6.22)$$

$$\alpha_z = 34183,4 / 37030,95 = 0,923$$

3. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

$$V_{cp.} = \frac{L}{t_x}, \quad (6.23)$$

$$V_{cp} = 1597 / 9,2 = 174$$

4. Коефіцієнт ходового часу:

$$\varepsilon_x = \frac{t_x}{t_p}; \quad (6.24)$$

$$\varepsilon_x = 5,0 / 9,2 = 0,543$$

5. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

$$\mu_e = \alpha_3 \cdot V_{cp} \cdot \varepsilon_x, \quad (6.25)$$

$$\mu_e = 0,923 \times 174 \times 0,543 = 87,21$$

6. Валова прибутковість одних судно-днів:

$$\mu = \Sigma F_{рейс} / t_p, \quad (6.26)$$

$$\mu = 512751 / 9,2 = 55734 \text{ \$/доба}$$

7. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

$$S_m = \Sigma R_{рейс} / \Sigma Q, \quad (6.27)$$

$$S_m = 200353 / 34183,4 = 5,86 \text{ \$/т}$$

8. Собівартість 1 тонно-милі в рейсі:

$$S_{m-м} = \Sigma R_{рейс} / \Sigma Ql, \quad (6.28)$$

$$S_{m-м} = 200353 / 54590890 = 0,0036701 \text{ \$/т-м}$$

9. Собівартість утримання судна в добу експлуатації:

$$S_{c-c} = \Sigma R_{рейс} / t_p \quad (6.29)$$

$$S_{c-c} = 200353 / 9,2 = 21778 \text{ \$ / доб.екс}$$

10. Рівень прибутковості являє відношення доходів до витрат:

$$PF = \Sigma F_{рейс} / \Sigma R_{рейс} \quad (6.30)$$

$$PF = 512751 / 200353 = 2,56$$

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 [59]:

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$Ч_p = T_{екс} / t_p \quad (6.31)$$

$$Ч_p = 350 / 9,2 = 38,04$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

$$\Sigma Q_{екс} = \Sigma Q Ч_p \quad (6.32)$$

$$\Sigma Q_{екс} = 34183,4 \times 38,04 = 1300337 \text{ т / рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

$$\Sigma Ql_{екс} = \Sigma Ql \chi_p \quad (6.33)$$

$$\Sigma Ql_{екс} = 54590890 \times 38,04 = 2076637456 \text{ т-миль} / \text{рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

$$\Sigma F_{екс} = \Sigma F_{рейс.} \chi_p \quad (6.34)$$

$$\Sigma F_{екс} = 512751 \times 38,04 = 19505048 \text{ \$} / \text{рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma R_{екс} = R_{рейс.} \chi_p \quad (6.35)$$

$$\Sigma R_{екс} = 200353 \times 38,04 = 7621428 \text{ \$} / \text{рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma \Pi = \Pi_p \chi_p \quad (6.36)$$

$$\Sigma \Pi = 312398 \times 38,04 = 11883620 \text{ \$} / \text{рік}$$

7. Рівень прибутковості роботи судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma PF = \Sigma F_{екс} / \Sigma R_{екс} \quad (6.37)$$

$$PF = 19505048 / 7621428 = 2,56$$

Для оцінка ефективності виконаного рейсу і роботи судна за експлуатаційний період зведем розрахункові дані в табл. 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	\$	512751
2	Затрати загальні	R	\$	200353
3	Прибуток	Π	\$	312398
4	Коефіцієнт ходового часу	ε_x		0,543
5	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	милі/доб	174
6	Дохідність судна	μ	\$/ доб	55734
7	Рівень дохідності	PF		2,56
8	Собівартість перевезення 1 т вантажу	S_T	\$/т	5,86
9	Собівартість 1 т-милі	S_{T-M}	\$/т-м	0,0036701
10	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	S_{C-C}	\$/доб.	21778

В результаті проведених розрахунків, наведених у таблиці 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень прибутковості 2,56, прибуток 312398 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 11883620 \$. Судно «Baltic Star» 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

Танкер стоїть під розвантаженням у порту біля перевантажувального комплексу аміаку. Отримано повідомлення надзвичайної ситуації терористичного характеру на території берегового сховища: внаслідок вибуху зруйновано необвалована ємність зі зрідженим газом. В результаті інциденту стався розлив аміаку, що є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). Кількість разливу СДОР - 330 т, характер разливу - «вільно». Метеорологічні умови на момент аварії: час доби - день, 11.00, температура повітря 20⁰, швидкість вітру 0,5 м / с, вітер - зустрічний, суцільна хмарність. Відстань від судна до місця аварії - 2 км. Характер місцевості - промислова забудова і територія порту. На території порту об'єявлена терористична загроза.

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

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

7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території

Виконання розрахунків ведеться за допомогою формул і таблиць, наведених у Методиці прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на

об'єктах морського транспорту (Додаток 1 до Методичних вказівок по виконанню розділу «Охоронні заходи і цивільна оборона на судні» дипломних робіт).

1) Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря

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

Таблиця 7.1 - Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

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

2) Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі

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

При розливі токсичних рідин первинна хмара не утворюється, тому еквівалентна кількість Q_{51} (т) речовини у первинній хмарі

$$Q_{51} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0 = 0,18 \cdot 0,04 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 330 = 0,55 \text{ т} \quad (1)$$

де: $K_1 = 0,18$, коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (таблиця 2); $K_3 = 0,04$ коефіцієнт, рівний відношенню порогової токсодози

аміаку (табл. 2); K_5 - коефіцієнт, що враховує ступінь вертикальної стійкості повітря (для інверсії приймається рівним 1, для ізотермії - 0,23, для конвекції - 0,08); $K_{71} = 1$ коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря на швидкість утворення первинного хмари (табл. 2; для стиснених газів $K_{71} = 1$); $Q_0 = 330$ т - кількість викинутого СДОР, т.

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

Площа розливу S_p (m^2) аміаку дорівнює:

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

де: V_p – об'єм аміаку, що розлився, m^3 ; $Q_0 = 330$ т – кількість аміаку, що розлився при аварії; $\rho = 0,681$ т/ m^3 – щільність аміаку (табл. 7.2); $h = 0,05$ м – товщина шару сірковуглецю (для характеру розливу – «вільно»).

Таблиця 7.2 - Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найме- нування СДОР	Щільність СДОР, т/ м³		Температура кипіння, °С	Порогова токсодоза, мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів							
	Газ	Рідина			K1	K2	K3	K7 для температури повітря (°С)				
								- 40	- 20	0	20	40
Аміак	0,000	0,681	-33,4	15	0,18	0,025	0,04	<u>0</u>	<u>0,3</u>	<u>0,6</u>	<u>1</u>	<u>1,4</u>
	8							0,9	1	1	1	1

Примітка. У таблиці наведені значення K_7 для вторинної хмари, тобто $K_7 = K_{7. II}$

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

Розраховуємо тривалість вражаючої дії T (год.) аміаку:

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

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

Таблиця 7.3 - Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

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

Таблиця 7.4 - Значення коефіцієнту K_m залежно від впливу характеру місцевості

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

Таблиця 7.5 - Швидкість (км/год.) перенесення v_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
Інверсія	5	10	16	21	-	-	-	-	-	-
Ізотермія	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59
Конвекція	7	14	21	28						

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

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

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

= 1 – коефіцієнт, що залежить від часу N , що пройшов з моменту початку аварії; за умовами завдання $N = 1$ год.

4) Визначення глибини і площі зони зараження

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

Таблиця 7.6 - Глибина (км) зони зараження

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

Так як первинна хмара $Q_{\text{с1}} = 0,55$ т та швидкості вітру $u = 0,5$ м/с глибина зони зараження буде дорівнювати: $\Gamma_1 = 0,88$ км.

Для $Q_{\text{с2}} = 1,83$ т та швидкості вітру $u = 0,5$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою аміаку: $\Gamma_2 = 6,59$ км.

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

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

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

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

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

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

$$\Gamma = \min \left\{ \Gamma_{\Sigma} \right\} = 6,0 \text{ км.}$$

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

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

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

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

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

Визначаємо площу зони фактичного зараження S_f (км²):

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

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

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

Територія можливого хімічного зараження представляє собою сектор, що має кутовий розмір $\varphi = 360^\circ$ (табл. 7.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 6$ км. Центр сектора співпадає з

джерелом зараження – місцем розливу аміаку. Бісектриса сектора співпадає з віссю сліду хмари та орієнтована по напрямку вітру.

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

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ_l (км):

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

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

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

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

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

$$\Gamma_{0,4l} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,4l}}\right)^\Psi = 3,73 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{2,38}{6}\right)^{0,606} = 0,42 \text{ км},$$

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

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

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

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

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

6) Визначення часу підходу зараженого повітря до об'єкту

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

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

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

7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

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

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

Для зменшення людських втрат пропонується виконати наступні заходи:

- якнайскоріше прибрати усіх людей з палуби всередину надбудови судна;

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

7.2 Розподіл обов'язків та відповідальності щодо забезпечення охорони судна

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

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

Зобов'язання та відповідальність вахтового помічника капітана:

- забезпечує постійне несення радіовахти, проводить регулярні перевірки зв'язку;
- при отриманні вказівки Адміністрації про зміну рівня охорони доповідає про це капітану та особі командного складу, відповідальній за охорону судна;
- спільно з особою командного складу, що відповідальна за охорону судна, організовує виконання вахтовим персоналом заходів з охорони для відповідного рівня охорони; при необхідності виділяє і залучає додатковий персонал;
- здійснює контроль ефективного виконання заходів з охорони, передбачених планом охорони судна; при наявності невідповідностей та недоліків вживає заходи щодо їх усунення, доповідає капітану та особі командного складу, відповідальній за охорону;
- організовує дії, спрямовані на підготовку судна до швидкого реагування на зміну рівня охорони (при встановленні рівня 2 або 3);
- проводить інструктаж вахтового персоналу з питань охорони і керує його діями.

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

Зобов'язання і відповідальність вахтового механіка:

- виконує вказівки вахтового помічника капітана та особи командного складу, відповідальній за охорону судна, які стосуються підтримки відповідного рівня охорони або переходу на новий рівень охорони;
- організовує та забезпечує виконання заходів з охорони, передбачених планом охорони судна, із залученням персоналу машинної вахти.

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

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

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

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

ВИСНОВКИ

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

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

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

В результаті вирішення головної задачі було отримано висновок, що морська індустрія досягла безпрецедентних успіхів у зниженні аварійності, проте швидкість трансформації профілю ризиків вимагає постійної адаптації. Ключ до майбутньої безпеки полягає не в заміні людини технологією, а в створенні оптимального партнерства між екіпажем, автоматизованими системами та організацією через належну підготовку, підтримку та сприятливі умови праці. Проактивний підхід, інвестиції в дослідження, міжнародне співробітництво та безперервне вдосконалення є критичними для підтримки та покращення досягнутого рівня безпеки мореплавства в умовах цифрової трансформації та глобальних викликів XXI століття.

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

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки для виконання магістерської роботи / Укл. І.І. Ворохобін та ін. – Одеса: НУ «ОМА», 2023 р.- 96 с.
2. Міжнародна Конвенція з охорони людського життя на морі 1974 р. (SOLAS-74), Розділ V "Безпека мореплавства";
3. Конвенція та кодекс з підготовки і дипломування моряків та несення вахти (STCW-78 з поправками), Розділ VIII;
4. Резолюція ІМО А.893 (21) – 1999 р. "Руководство по плануванню рейсу";
5. Рекомендації по організації штурманської служби на морських судах України – 1998 р. Одеса: ЮжНИИМФ, 1998.—111с;
6. Bridge Procedures Guide, 5th Edition, 2016;
7. Bridge Team Management, The Nautical Institute, London, 2000.
8. Catalogue of Admiralty Charts and Publications
9. NP 283(1-2). Admiralty List of Radio Signals Vol. 3. (Parts 1& 2) Maritime Safety, Information Services.- The United Kingdom Hydrographic Office, 2017
10. NP 285. Admiralty List of Radio Signals Volume 5. Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS).- The United Kingdom Hydrographic Office, 2017
11. NP 286. Admiralty List of Radio Signals Volume 6 . Pilot Services, Vessel Traffic and Port Operations.- The United Kingdom Hydrographic Office, 2017
12. Guide to Port Entry.- Reigate: Shipping Guides Ltd., 2012Nautical Almanac
13. NP Admiralty Tide Tables .- The United Kingdom Hydrographic Office, 2017
14. International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 74/78), Chapters VI, VII [4];
15. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78) [6];

16. International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code) [7];
17. International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk (IBC Code) [13];
18. International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (IGC Code) [14];
19. International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals (ISGOTT) [16].
20. International convention on Load Lines, 1966/1988 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896_007
21. Николаева Л. Л. Коммерческая эксплуатация судна: учебн. [для студ. высш. учебн. зав.] / Л. Л Николаева. – Одесса: Феникс, 2006. – 754 с.
22. Савчук В. Д. Технологія перевезення вантажів : підруч. / В. Д. Савчук. – Одеса : ВидавІнформ, 2008. – 335 с.
23. Adoption of the International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code), Resolution MSC.267(85).
24. International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk (International Grain Code). – London: International Maritime Organization, 1991. – 35 p.
25. Правила класифікації та побудови морських суден. В 5-ти т. Том 2. – Київ: Регістр судноплавства України, 2014.
26. Справочник по теории корабля: В трех томах. Том 2. Статика судов. Качка судов/Под ред. Я. И. Войткунского. – Л.: Судостроение, 1985. – 440 с.
27. Сизов В.Г. Теория корабля: Учебник. Издание 4-е., переработанное и дополненное. – Одесса: Фенікс, 2008. – 464 с.
28. Максимаджи А.И. Капитану о прочности судна: Справочник. – Л.: Судостроение, 1988. – 224 с.
29. International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code)
30. Code of Practice for the Safe Loading and Unloading of Bulk (BLU Code)
31. International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk (Grain Code)
32. Thomas Stowage: The Properties and Stowage of Cargoes

33. Pettersen Kristin Y. Underactuated dynamic positioning of a ship - experimental results / Pettersen Kristin Y., Fossen Thor I. // IEEE Trans. Contr. Syst. Technol. - 2000. - 8, № 5. - P. 856-863.
34. Астайкин Д.В. Эффективность координат судна при смеси нормально распределенных погрешностей выборки / Астайкин Д.В. // Судовождение: Сб. научн. трудов./ ОНМА, Вып. 25. – Одесса: «ИздатИнформ», 2015 - С.
- 35..
36. Bober R. The DGPS system improve safety of navigation within the port of Szczecin / Bober R., Grodzicki P., Kozlowski Z., Wolski A. // 12 Saint Petersburg International Conference on Integrated Navigation Systems, St. Petersburg, 23-25 May, 2005. St. Petersburg: Elektropribor. 2005, с. 192-194.
37. Kubo Masayoshi. Research of method of calculation of probability of collision of ship with the rectangular bull of bridge at tearing down by wind and flow / Kubo Masayoshi, Sakakibara Shigeki, Hasegawa Yoshimi, Nagaoka Tadao. // Nihon kokai gakkai ronbunshu -J. Jap. Inst. Navig. - 2001. - 104/ - P. 225-233.
38. Астайкин Д.В. Оценка точности координат судна при избыточных измерениях/ Астайкин Д.В., Сикирин В.Е., Ворохобин И.И., Алексейчук Б.М. – Saarbrucken, Deutschland/ Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. – 274 с.
39. Винников В.В. Экономика предприятия морского транспорта (экономика морских перевозок): - 3 изд., перераб. доп. – О.: Феникс, 2011. – 944 с.
40. Дем'янченко А.Г., Сотниченко Л.Л. Вдосконалення організаційно-економічного механізму управління розвитком підприємств морської галузі / кол. монографія за ред. А. Г. Дем'янченко. – Одеса: НУ «ОМА», 2017. – 325 с.
41. Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи. Одеса: НУ «ОМА», 2017, с. 20.

42. Australian Maritime Safety Authority (AMSA). Marine Incident Database. URL: <https://www.amsa.gov.au/> (дата звернення: 2018-2024)
43. Japan Transport Safety Board. Marine Accident Statistics. URL: <https://www.mlit.go.jp/jtsb/> (дата звернення: 2018-2024)
44. Marine Accident Investigation Branch (MAIB), UK. Annual Reports 2018-2024. URL: <https://www.gov.uk/maib>
45. Norwegian Maritime Authority. Accident Statistics. URL: <https://www.sdir.no/> (дата звернення: 2018-2024)
46. Danish Maritime Accident Investigation Board. Annual Reports. URL: <https://www.dmaib.com/> (дата звернення: 2018-2024)
47. Transportation Safety Board of Canada. Marine Investigation Reports. URL: <https://www.tsb.gc.ca/> (дата звернення: 2018-2024)
48. International Maritime Organization (IMO) Official Website. URL: <https://www.imo.org/> (дата звернення: листопад 2025)
49. European Maritime Safety Agency (EMSA). URL: <https://www.emsa.europa.eu/> (дата звернення: листопад 2025)
50. MarineTraffic - Global Ship Tracking Intelligence. URL: <https://www.marinetraffic.com/> (дата звернення: 2024-2025)
51. Equasis - Public information on ships and companies. URL: <https://www.equasis.org/> (дата звернення: 2024-2025)
52. Paris MoU on Port State Control. Annual Reports 2018-2024. URL: <https://www.parismou.org/>
53. Tokyo MoU on Port State Control. Annual Reports 2018-2024. URL: <https://www.tokyo-mou.org/>
54. Passage Weather - Maritime Weather Routing. URL: <https://www.passageweather.com/> (дата звернення: 2024-2025)

ДОДАТОК А

МАРШРУТНИЙ ЛИСТ

[illegible]

ДОДАТОК Б

ГРАФІЧНИЙ ПЛАН ПЕРЕХОДУ

