

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

Безим'яний Владислав Сергійович

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи: **Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу
судна «MINERAL HOPE» за маршрутом Koolan Port – Dafeng**

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

Безим'яний Владислав Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: **Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «MINERAL HOPE» за маршрутом Koolan Port – Dafeng**
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 :
 - Опис характеристик судна;
 - Навігаційне планування переходу;
 - Розрахунок завантаження , посадки та остійності судна;
 - Підвищення безпеки та ефективності експлуатації балкерних суден в сучасних умовах;
 - 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. Підвищення безпеки та ефективності експлуатації балкерних суден в сучасних умовах.		
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.	Підвищення безпеки та ефективності експлуатації балкерних суден в сучасних умовах	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 переходу судна «MINERAL HOPE» за маршрутом Кулан (Koolan Port) – Дафенг (Dafeng) з перевезенням вантажу залізної руди.

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 залізної руди, 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 ефективності експлуатації балкерних суден в сучасних умовах. Досліджено сучасні методи забезпечення безпеки при перевезенні навалювальних вантажів, процедури баластних операцій, системи обробки баластних вод (СОБВ), технології підвищення паливної ефективності та зниження викидів парникових газів. Проаналізовано основні причини аварійності балкерів та розглянуто рекомендації щодо підвищення безпеки експлуатації.

Ключові слова: балкерне судно, залізна руда, навігаційний перехід, IMSBC Code, безпека перевезень, баластні операції, BWM Convention, ефективність експлуатації, екологічні вимоги ІМО, економічні показники рейсу.

ANNOTATION

This thesis is dedicated to the comprehensive study and analysis of the voyage stages of the bulk carrier "MINERAL HOPE" on the route Koolan Port – Dafeng carrying iron ore cargo.

The work consists of seven chapters covering the most important aspects of a navigator's professional activities: bulk carrier characteristics, analysis, assessment and planning of the navigational voyage, iron ore 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 operational efficiency of bulk carriers in modern conditions. The research covers modern methods of ensuring safety in bulk cargo transportation, ballast operations procedures, ballast water treatment systems (BWTS), fuel efficiency improvement technologies, and greenhouse gas emissions reduction. The main causes of bulk carrier casualties have been analyzed, and recommendations for improving operational safety have been developed.

Keywords: bulk carrier, iron ore, navigational voyage, IMSBC Code, transportation safety, ballast operations, BWM Convention, operational efficiency, IMO environmental requirements, voyage economic indicators.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

Δ – водотоннажність повному вантажу (т)

Δ_0 - водотоннажність порожньом (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 – перерізуюча сила (Shear Force)

GMDSS - Global Maritime Distress and Safety System

UKC – under keel clearance

IMO – Міжнародна морська організація (International Maritime Organization)

ISO – Міжнародна організація по стандартизації (International Standardization Organization)

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

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

Θ_r - амплітуда хитавиці (°)

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.....	16
1.5 Забезпечення непотоплюваності.....	17
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ.....	18
2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу.....	18
2.2 Оцінка запланованого переходу.....	19
2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході.....	22
2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації.....	25
2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні...	27
2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання.....	35
2.3.1 Розрахунок ортодромії.....	35
2.3.2 Складання маршрутних листів.....	37
2.3.3 Графічний план переходу.....	37
2.3.4 Розрахунок природної освітленості.....	37
2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів.....	38

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.....	44
3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна.....	48
3.4 Складання вантажного плану.....	51
3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу.....	53
РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА.....	56
4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна.....	56
4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності.....	61
4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації.....	63
4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності.....	64
4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності.....	67
4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності.....	69
4.7 Контроль загальної поздовжньої міцності судна.....	70
РОЗДІЛ 5. ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БАЛКЕРНИХ СУДЕН В СУЧАСНИХ УМОВАХ.....	72
5.1 Класифікація балкерів	72
5.2 Сучасний стан балкерного флоту	76
5.3 Забезпечення безпеки при експлуатації та перевезенні вантажів	80
5.4 Вантажні та баластні операції на балкерах	90
5.5 Висновки.....	103

РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ.....	107
6.1 Розрахунок кількісних показників роботи судна в рейсі	107
6.2 Розрахунок якісних показників роботи судна в рейсі.....	113
6.3 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу.....	115
РОЗДІЛ 7. ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ.....	118
7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорт.....	118
7.1.1 Вихідні дані.....	118
7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території.....	119
7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат...	126
7.2 Розподіл обов'язків та відповідальності щодо забезпечення охорони судна.....	127
ВИСНОВКИ.....	129
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	131
ДОДАТОК А.....	137
ДОДАТОК Б.....	138

ВСТУП

Морське судноплавство є основою світової торгівлі, забезпечуючи перевезення понад 90% міжнародних вантажів, що підкреслює критичну важливість безпечного функціонування морської індустрії для глобальної економіки. Балкерні судна, які становлять понад 40% світового тоннажу та перевозять близько 5 мільярдів тонн сухих навалювальних вантажів щорічно, відіграють ключову роль у забезпеченні глобальних ланцюгів постачання сировини та продовольства.

Однак балкерний флот стикається з безпрецедентними викликами в сучасних умовах. Статистика за період 2014-2023 років свідчить про збереження високого рівня аварійності. Водночас галузь переживає епоху радикальної трансформації, викликаній жорсткими екологічними регуляціями ІМО, старінням флоту (29% суден віком понад 16 років) та економічним тиском через падіння фрахтових ставок.

Тому комплексне дослідження питань підвищення безпеки та ефективності експлуатації балкерних суден в сучасних умовах, чому присвячена дана робота, є надзвичайно актуальним науково-практичним напрямом.

Мета роботи — комплексний аналіз сучасного стану та перспектив розвитку балкерного флоту, дослідження особливостей експлуатації балкерних суден з перевезення залізної руди, вивчення вимог міжнародних кодексів (IMSBC Code, Grain Code, BWM Convention) та екологічних регуляцій ІМО.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

1.	Назва судна	MINERAL HOPE
2.	Тип судна	Bulk Carrier
3.	Позивний сигнал судна	ONKD
4.	ІМО №	9567025
5.	ММСІ №	205778000
6.	Рік і місце будівництва	2014, New Times Shipbuilding Co, China
7.	Клас Регістру	ABS+A1(E)
8.	Порт приписки	GEORGE TOWN
9.	Судновласник	Charm Marine Co, Ltd.
10.	Менеджмент	Blumenthal Asia Pte, Ltd
11.	Довжина найбільша, (L)	291,8 m
12.	Довжина між $\perp\perp$, ($L_{\perp\perp}$)	283,00m
13.	Ширина найбільша, (B)	45,00m
14.	Висота борту до верхньої палуби, (H)	24,10 m
15.	Осадка судна, (T): в повному вантажу	17,72 m (S) 18,089 m (T) 17,351 m (W)

Продовження таблиці 1.1

16.	Водотоннажність: в повному вантажу, (Δ) порожньому, (Δ_0)	194168,0 t (S) 23519,3t			
17.	Повна вантажопідйомність, (Δ_w)	170648,7.			
18.	Головний двигун: тип потужність частота обертання	Hyundai 16860 kW 91 r/min			
19.	Режим роботи головного двигуна	Engine order	Rpm/pitch	Speed (kts.) Loaded	Speed (kts.) Ballast
		Full sea ahead	87.9	14.9	16.1
		Full ahead/ astern	76	12.9 / 5.6	13.9 / 5.6
		Half ahead/ astern	61	10.4 / 4.5	11.2 / 4.5
		Slow ahead/ astern	53	9.0 / 3.9	9.7 / 3.9
		Dead slow ahead/ astern	31	5.3 / 2.3	6.0 / 2.3
20.	Швидкість судна	12.9 kts			
21.	Гребний гвинт: кількість лопастей діаметр гвинта напрямок обертання	4 8150 mm Clockwise, see from aft			
22.	Тип руля та площа його пера	Spade type, Semi- Spade Streamline, 58,89 m ²			
23.	Тип стернової машини	KAWASAKI, electro-hydraulic, 3500 kNm			

Продовження таблиці 1.1

24.	Суднова радіостанція: склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району АЗ та включає в себе	<table><tr><td>E-MAIL SYSTEM</td><td>TELEMAR</td></tr><tr><td>SATCOM-F88 250</td><td>THRANE & THRANE</td></tr><tr><td>SATCOM-F88 250</td><td>THRANE & THRANE</td></tr><tr><td>SITOR/SATCOM -C</td><td>JRC / JUE-85</td></tr><tr><td>SITOR/SATCOM-F</td><td>JRC / JUE-410F</td></tr><tr><td>RADIO TELEPHONE / MF / HF DSC</td><td>JRC / JSS-296</td></tr><tr><td>V.H.F. MAIN / DSC</td><td>JRC / JHS-770S</td></tr><tr><td>V.H.F. AUXILIARY / DSC</td><td>JRC / JHS-770S</td></tr><tr><td>WEATHER FACSIMILE</td><td>JRC / JAX-9B</td></tr><tr><td>NAVTEX</td><td>JRC / NCR-333</td></tr><tr><td>EMERGENCY BATTERY</td><td>TYPE C120H, 100A</td></tr><tr><td>TELEPHONE SYSTEM</td><td>MRC/ MCX-2604</td></tr><tr><td>WALKIE TALKIE NOS</td><td>MOTOROLA GP328, GP 340 & GP 180</td></tr><tr><td>P.A. SYSTEM</td><td>MRC / MPA-7400EBCD</td></tr><tr><td>TALKBACK SYSTEM</td><td>MRC</td></tr><tr><td>EPIRB</td><td>JOTRON / TRON-60S</td></tr><tr><td>SIGNAL LIGHTS</td><td>JRCS / JNE 1203</td></tr><tr><td>SIGNAL FLAGS</td><td>INTERNATIONAL TYPE</td></tr><tr><td>ALDIS LAMP</td><td>Sanshin Electric Corporat. / SPS-10A</td></tr><tr><td>SARTs</td><td>JRC / JQX-30A</td></tr><tr><td>A.I.S.</td><td>JRC / JHS-182</td></tr><tr><td>ENGINE TELEGRAPH & DATALOGGER</td><td>NABTESCO / ML-800 III</td></tr></table>	E-MAIL SYSTEM	TELEMAR	SATCOM-F88 250	THRANE & THRANE	SATCOM-F88 250	THRANE & THRANE	SITOR/SATCOM -C	JRC / JUE-85	SITOR/SATCOM-F	JRC / JUE-410F	RADIO TELEPHONE / MF / HF DSC	JRC / JSS-296	V.H.F. MAIN / DSC	JRC / JHS-770S	V.H.F. AUXILIARY / DSC	JRC / JHS-770S	WEATHER FACSIMILE	JRC / JAX-9B	NAVTEX	JRC / NCR-333	EMERGENCY BATTERY	TYPE C120H, 100A	TELEPHONE SYSTEM	MRC/ MCX-2604	WALKIE TALKIE NOS	MOTOROLA GP328, GP 340 & GP 180	P.A. SYSTEM	MRC / MPA-7400EBCD	TALKBACK SYSTEM	MRC	EPIRB	JOTRON / TRON-60S	SIGNAL LIGHTS	JRCS / JNE 1203	SIGNAL FLAGS	INTERNATIONAL TYPE	ALDIS LAMP	Sanshin Electric Corporat. / SPS-10A	SARTs	JRC / JQX-30A	A.I.S.	JRC / JHS-182	ENGINE TELEGRAPH & DATALOGGER	NABTESCO / ML-800 III
E-MAIL SYSTEM	TELEMAR																																													
SATCOM-F88 250	THRANE & THRANE																																													
SATCOM-F88 250	THRANE & THRANE																																													
SITOR/SATCOM -C	JRC / JUE-85																																													
SITOR/SATCOM-F	JRC / JUE-410F																																													
RADIO TELEPHONE / MF / HF DSC	JRC / JSS-296																																													
V.H.F. MAIN / DSC	JRC / JHS-770S																																													
V.H.F. AUXILIARY / DSC	JRC / JHS-770S																																													
WEATHER FACSIMILE	JRC / JAX-9B																																													
NAVTEX	JRC / NCR-333																																													
EMERGENCY BATTERY	TYPE C120H, 100A																																													
TELEPHONE SYSTEM	MRC/ MCX-2604																																													
WALKIE TALKIE NOS	MOTOROLA GP328, GP 340 & GP 180																																													
P.A. SYSTEM	MRC / MPA-7400EBCD																																													
TALKBACK SYSTEM	MRC																																													
EPIRB	JOTRON / TRON-60S																																													
SIGNAL LIGHTS	JRCS / JNE 1203																																													
SIGNAL FLAGS	INTERNATIONAL TYPE																																													
ALDIS LAMP	Sanshin Electric Corporat. / SPS-10A																																													
SARTs	JRC / JQX-30A																																													
A.I.S.	JRC / JHS-182																																													
ENGINE TELEGRAPH & DATALOGGER	NABTESCO / ML-800 III																																													
25.	Валова регістрова місткість, (G.R.T)	91792																																												
26.	Чиста регістрова місткість, (N.R.T)	59376																																												
27.	Добова витрата палива: <u>Важке паливо</u> на ходу на стоянці <u>Дизельне паливо</u> на ходу на стоянці	46.8 t HFO 3 t HFO Райони SECA 1,5 t DO + 2,5 t DO for DG 3,5 t DO																																												
28.	Координати центру мас порожнього судна	LCG =-8,982 m VCG =13,714 m																																												

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна

Схематичний план бокового вигляду судна з розташуванням приміщень для вантажів і запасів, а також план верхньої палуби судна (вид зверху) приведено на рис. 1.1.

Вантажна шкала судна представлена на рис. 1.2.

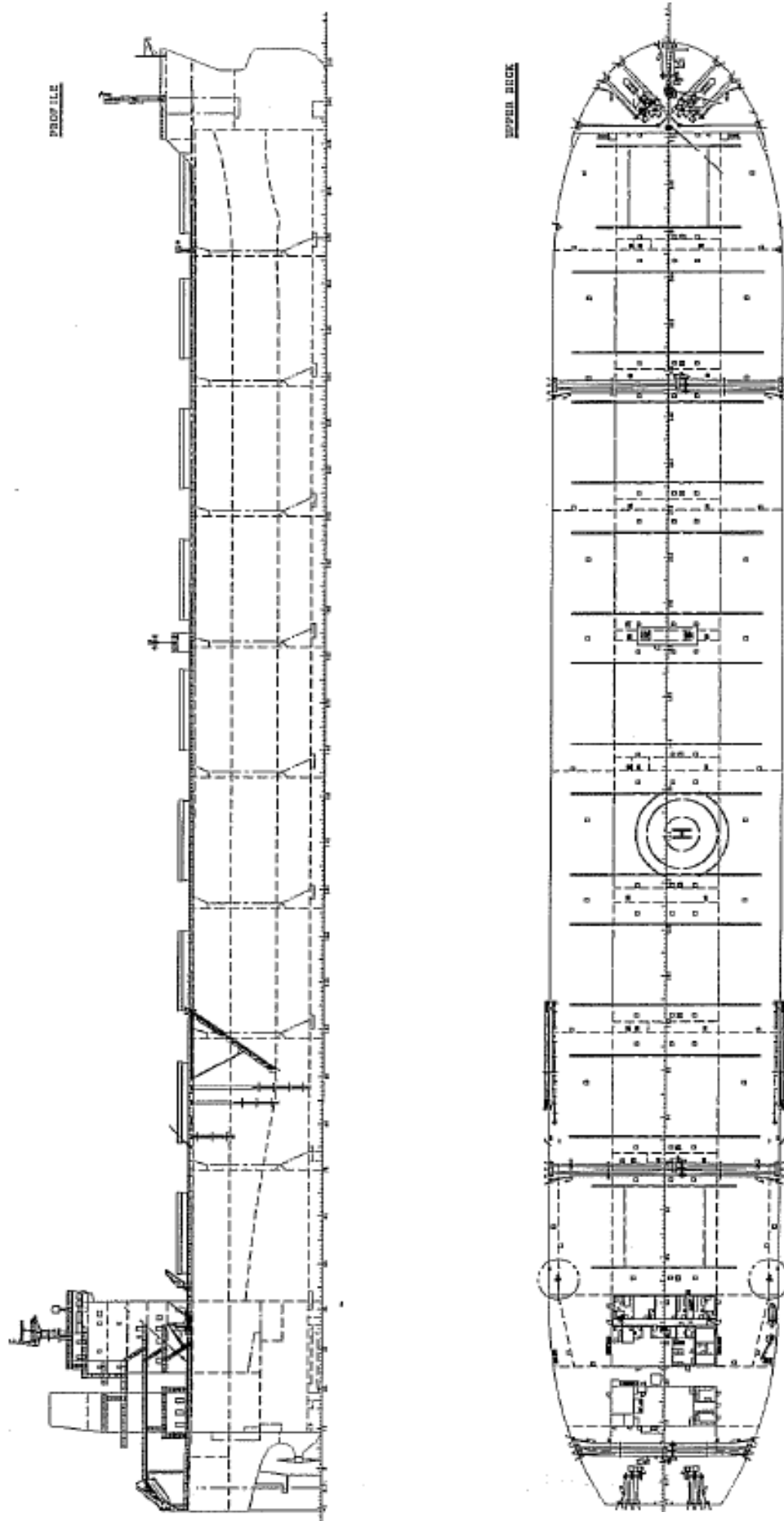


Рисунок 1.1 – Схематичний план бокового вигляду та верхньої палуби судна

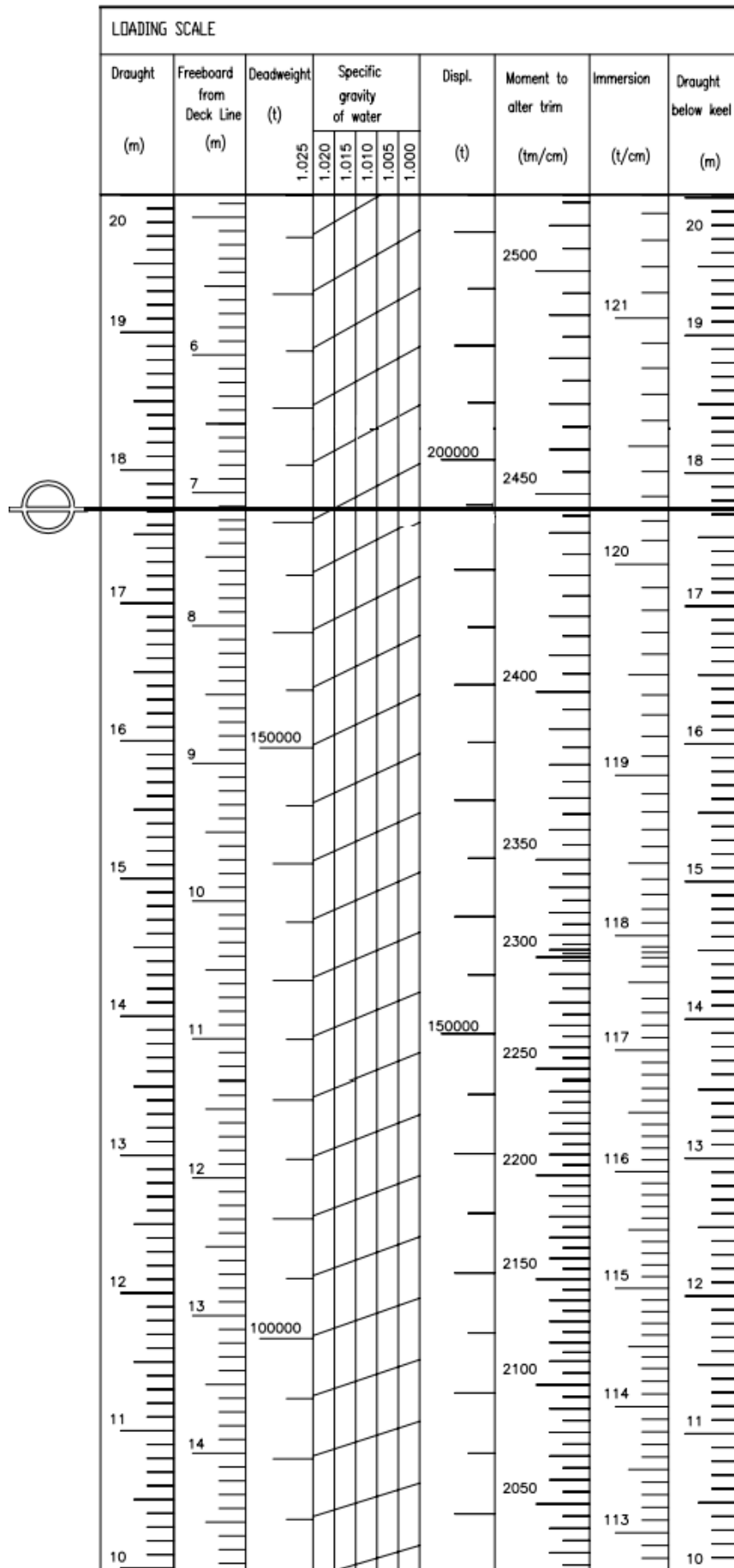


Рисунок 1.2 – Вантажна шкала судна

1.3 Маневрені характеристики

Дані о маневрених характеристиках, якірний ланцюг, робота рульового пристрою, дані про діаметри повороту, дані про гальмівні характеристики у виді "Wheelhouse Poster" представлені на рис. 1.3.

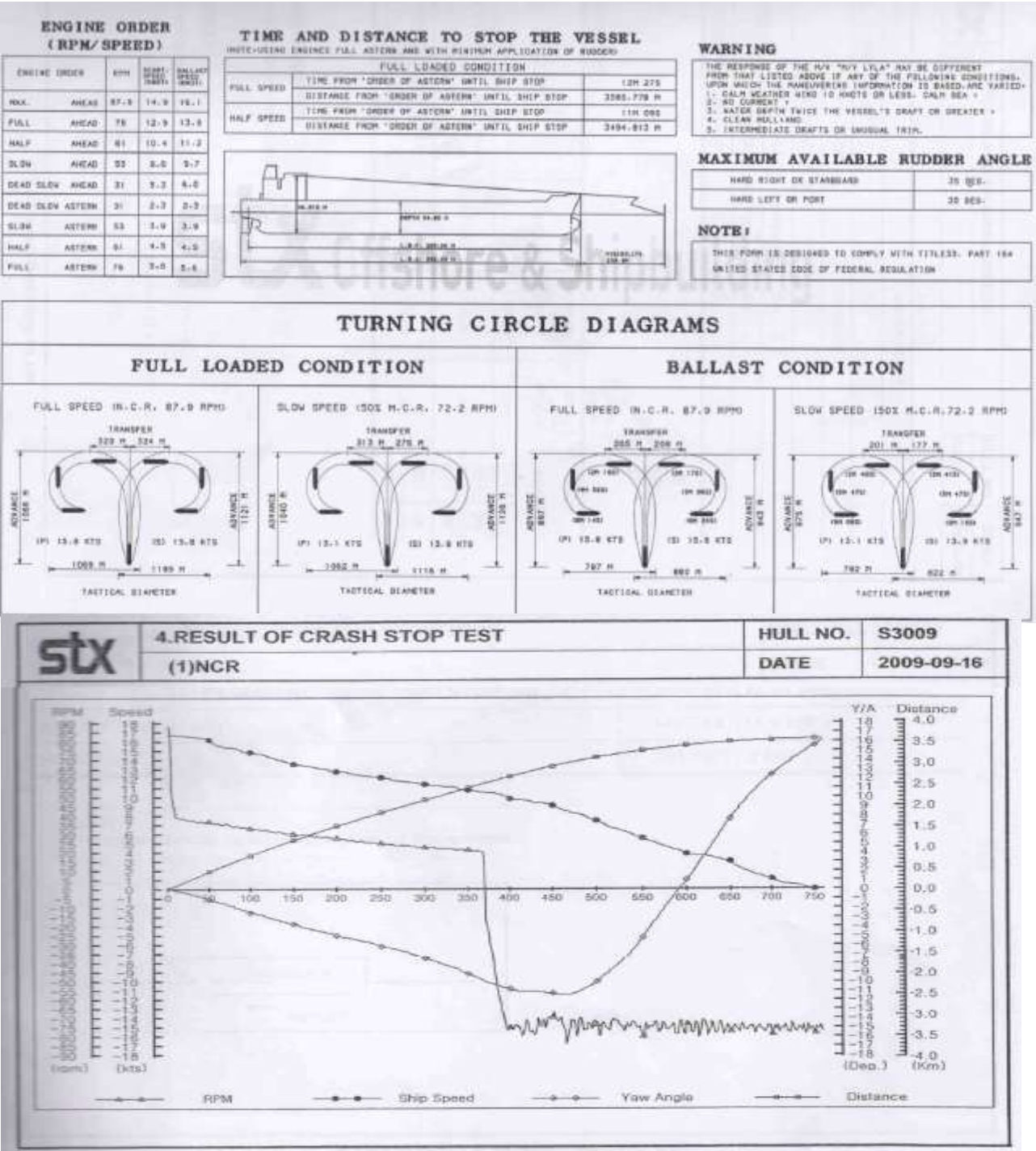


Рисунок 1.3 - Маневрені характеристики судна

1.4 Навігаційне обладнання

Таблиця 1.2 – Технічні засоби навігації

NAVIGATION EQUIPMENT	MAKE / MODEL	Manufacture date
RADAR 1 TYPE S	JRC / JMA-9132-SA	2008
RADAR 2 TYPE X	JRC / JMA-9122-9XA	2008
GPS # 1 / DGPS	JRC / JLR-7700 MKII	2009
GPS # 2 / DGPS	JRC / JLR-7700 MKII	2009
ECHO SOUNDER	JRC / JFE-680	2008
ECDIS 1	JRC / JAN-901B	2014
ECDIS 2	JRC / JAN-701B	2014
GYRO COMPASS & REPEATERS	YAKOGAWA / CMZ700S	2008
MAGNETIC COMPASS	SAURA KEIKI	2009
AUTO PILOT	YAKOGAWA / PM 208 PT500A SERIES	2008
RUDDER INDICATOR	DIC-RI	2009
COURSE RECORDER	YAKOGAWA / KR 100AF	2008
RPM INDICATOR	NABTESKO	2009
SPEED LOG	JRC / JLN - 550	2008
ANEMOMETER	DEIF / anemometer sensor 879.3 C	2009
NAVIGATION LIGHTS	JRCS / JNE 1203	2009
SUEZ CANAL LIGHTS	JRCS / JNE 1203	2009
PANAMA STEERING LIGHT	JRCS / JNE 1203	2009
PANAMA PILOT PLATFORM		2009
VDR / S-VDR	STX-5000	2009
BNWAS	SELMA	2013

Таблиця 1.3 – Точнісні характеристики ТЗН на судні

№	Тип і марка приладу	Нав. параметри	СКП одного вимірювання
1.	Gyro Compass	пеленг	$\leq \pm 1^\circ$ ($0.75^\circ \cdot \secant \text{ latitude}$)
2.	Magnetic Compass	пеленг	$\pm 1^\circ$
3.	ARPA Radar S band ARPA Radar X band	дистанція	1% of the maximum range of the scale in use,
		пеленг	$\pm 1,5^\circ$
4.	GPS DGPS	дистанція до судна	$\pm 10 \text{ m}$
			$\pm 5 \text{ m}$
5.	Echo Sounder	глибина	$\pm 2,5 \%$
6.	Speed Log	швидкість	1% or 1 kn., whichever is the greater

1.5 Забезпечення непотоплюваності

На судні є вся необхідна "Інформація про непотоплюваність" та "Аварійний план" ("Damage control plan"), передбачені СУБ Компанії.

Корпус судна є герметичним, за винятком кришок трюмів і горловини ланцюгового ящика. Кришки міцно прилягають до комінгсу, вони мають захисну гуму, але все це не забезпечує повної герметичності. Вода, що потрапила в трюм, може бути легко відкачена осушувальною системою. Всі інші закриття в корпусі судна герметичні.

Вздовж обох бортів головної палуби є система водовідливних шпигатів, які забезпечують відлив води за борт.

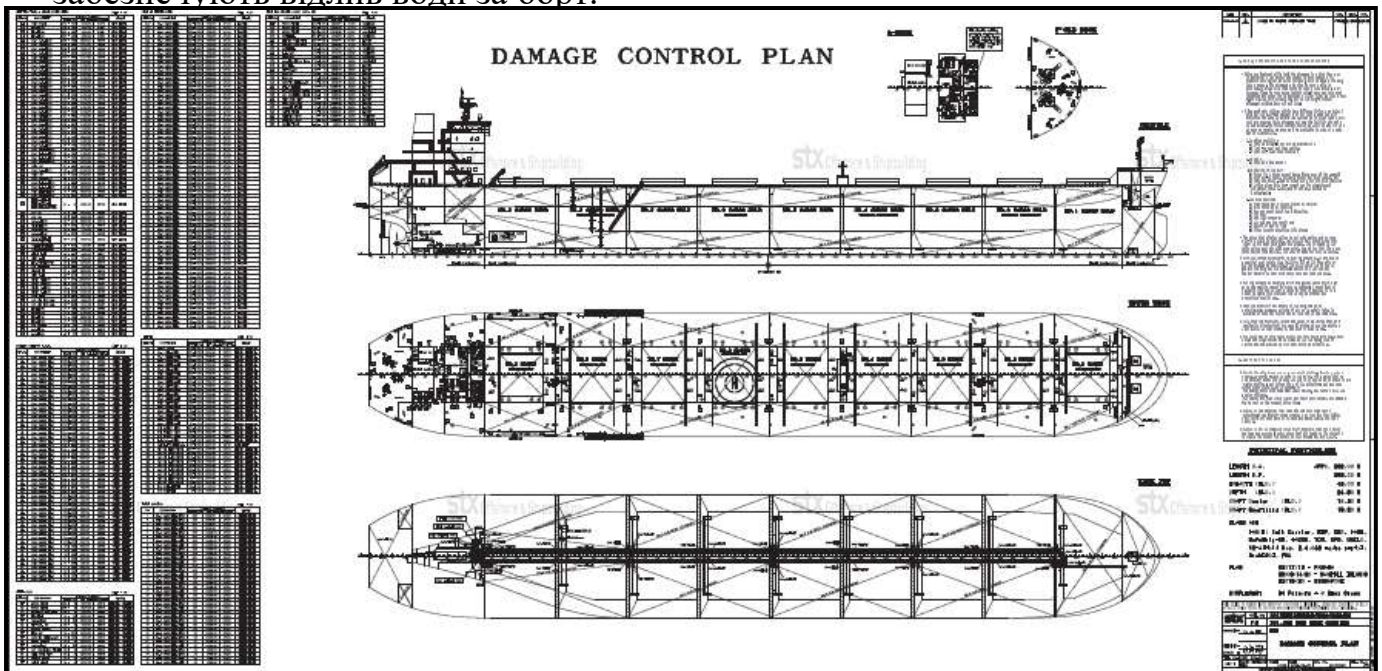


Рисунок 1.4 – Damage control plan m/v " MINERAL HOPE"

Баластна система призначена для зміни осадки, крену і диференту судна шляхом прийому води з-за борту в баластні відсіки і цистерни, звільнені від палива і видалення баласту з них за борт.

Баластна система обслуговується двома баластними насосами (Centrifugal electric motor driven) rated capacity 3000 m³/hr.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

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

- Міжнародна Конвенція з охорони людського життя на морі 1974 р. (SOLAS-74), Розділ V "Безпека мореплавства" [2];
- Конвенція та кодекс з підготовки і дипломування моряків та несення вахти (STCW-78 з поправками), Розділ VIII [3];
- Резолюція ІМО А.893 (21) – "Керівництво по плануванню рейсу" [4];
- Рекомендації по організації штурманської служби на морських судах України – 1998 р. [5];
- Bridge Procedures Guide, 5th Edition, 2016 [6];
- Bridge Team Management, 2nd Edition, 2004 [7].

Існують чотири стадії планування безпечного переходу:

I. Appraisal (Оцінка).

II. Planning (Планування).

III. Execution (Виконання).

IV. Monitoring (Контроль).

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

2.2 Оцінка запланованого переходу

Оцінка - процес збору разом всієї інформації, доречної до розглянутого переходу. Збір інформації буде зв'язан з навігаційною інформацією зазначеної на картах і в інших виданнях, таких як sailing directions, ALLFS, ALRS, tide tables, notices to Mariners, схеми систем поділу руху, і radio aids to navigation

Посилання повинні також бути зроблені до кліматичних даних і іншої відповідної метеорологічної інформації, що може мати відношення і придатність до використання в поточному переході, а також мати вплив на використання різних засобів забезпечення судоводіння, наприклад, у районах з обмеженою видимістю.

Повна оцінка майбутнього переходу повинна бути зроблена Капітаном, при участі Навігаційного Помічника й інших офіцерів палуби. Ця оцінка дозволить Капітану і палубним Офіцерам ясно і точно позначити всі небезпечні зони і зони, де безпечний прохід судна буде залежати, тільки якщо враховувати осадку судна і відстань від кіля до дна. Усі повинні знати і завжди враховувати стан судна, устаткування і пам'ятати про різні обставини, також усі повинні чітко усвідомлювати і розуміти межі безпеки в різних частинах переходу.

Для цього проводиться підбір навігаційних карт, посібників і публікацій на заданий перехід по Каталогі Адміралтейських карт і публікацій (Catalogue of Admiralty Charts and Publications [8]). Можливо використання Admiralty Digital Catalogue.

The Passage Plan CheckList повинний використовуватися і бути заповнений Навігаційним Помічником, щоб допомогти йому зібрати всю інформацію, необхідну для повної оцінки переходу та обставин, при яких це повинно бути зроблено. Необхідно також знати, що більш сучасна інформація, наприклад, навігаційні попередження, одержувані по радіо і метеорологічні прогнози, можуть бути отримані після початкової оцінки.

Оброблена інформація щодо необхідних карту та публікацій на перехід оформлена у вигляді табл.2.1 та 2.2.

Таблиця 2.1 – Перелік карт на перехід

Тип карти	Cell No.	Назва карти	Масштаб 1:	Дата випуску
1	2	3	3	4
паперова	4060	Australasia and Adjacent Waters	10 000000	02.2013
паперова	4052	North Pacific Ocean South Western Part	10 000000	11.2011
паперова	4603	Australia North Coast and Adjacent Waters	3 500 000	03.2014
паперова	4507	Philippines to Bismarck Archipelago	3 500 000	01.2011
паперова	4509	Western Portion of Japan	3 500 000	01.2011
паперова	4721	Cape Wessel to Adele Island including adjacent wat.	1 500 000	04.2006
паперова	943	Molucca Sea to Manila Bay	1 550 000	01.2004
паперова	2412	East China Sea	1 500 000	01.2013
паперова	3480	Yellow Sea and Korea Strait	1 200 000	01.2013
паперова	320 AUS	Browse Island to Adele Island including Bonaparte Archipelago	300 000	11.2009
паперова	319 AUS	Penguin Shoal to Browse Island	300 000	01.2013
паперова	311 AUS	Calder Shoal to Meatij Miarang	300 000	05.2008
паперова	2908	Pulau Semaui to Pulau Moromaho	500 000	01.2012
паперова	2909	Pulau Damar to Pulau Moromaho	500 000	10.2011
паперова	2911	Pulau-Pulau Maisel to Pulau Buru	500 000	10.2011
паперова	2936	Pulau Buru to Pulau Mandioli	500 000	08.2011

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5
паперова	2941	Pulau Mandioli to Pulau Mayu	500 000	07.2011
паперова	2948	Pulau Mayu to Mindanao	500 000	05.2011
паперова	2575	Mindanao to Sulawesi	745 000	01.2004
паперова	3236	Taiwan to Okinawa Shima	750 000	12.2011
паперова	1761	Taiwan Strait Northern Part	300 000	03.2012
паперова	1281	Outer Approaches to Dafeng Gang and Yangkou Gang	250 000	01.2013
паперова	1283	Dafeng Gang and Approaches	50 000	01.2015

Таблиця 2.2 – Перелік публікацій на перехід

Номер	Назва посібника	Рік випуску
1	2	3
204	Volume-4 Pacific Ocean(including Tidal Stream tables)	2025
13	Australia Pilot, Vol. I	2025
32	China Sea Pilot, Vol. III	2025
33	Philippine Islands Pilot	2025
34	Indonesia Pilot, Vol. II	2025
35	Indonesia Pilot, Vol. III	2025
42C	Japan Pilot, Vol. IV	2025
79	List of Lights, Volume- F Bay of Bengal and Pacific Ocean, north of Equator	2025
83	List of Lights, Volume- K Indian and Pacific oceans, south of the Equator	2025
85	List of Lights, Volume- M Western side of North Pacific ocean, excluding Western parts of Philippine, East China and Yellow Sea	2025

Продовження табл. 2.2

1	2	3
281(2)	Volume 1- Part 2, Maritime Radio Stations: The Americas, Far East and Oceania	2025
282	Radio Aids to Navigation, Satellite Navigation Systems, Legal Time	2025
283(2)	Volume 3- Part 2, Maritime Safety Information Services: The Americas, Far East and Oceania	2025
284	Meteorological Observation Station	2025
285	GMDSS	2025
286(4)	Volume 6- Part 4, Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations: Indian sub-continent, South East Asia and Australasia	2025
286(6)	Volume 6- Part 6, Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations: North East Asia	2025
350(2)	Admiralty Distance Tables. Indian Ocean.	2025
314	Brown's Nautical Almanac.	2025

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

N п/п	Радіо станція	Позначення і межі карти	Зміст передачі	Час передачі
1	VMW Wiluna	Asian 45°N 70°E 40°N 180°E 40°S 70°E 40°S 180°E	Asian sea surface temperature analysis(weekly)	1130
2	Bangkok	A 1:20 000 000 50°N 45°E 50°N 160°E 30°S 45° E 30°S 160°E	Surface pressure forcast	0120(12)
			24h Surface pressure fcst	0300(12)
			24h 850 hPa Wind/tTemp	0420(12)
3	Taipei Meteo	ASAS 43°N 38°E 38°N 157°W 6°S 84°E 8°S 158°E	Surface analisis with plottet data	0330(00) 1530(12)
4	Beiling	G 1:10 000 000 47°N 63°E 41°N 168°E 6°N 85°E 3°N 142°E	Surface analisis	1926(12)

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	Р-Н NAVAREA	NAVTEX	NAVAREA
1	Узбережжя Австралії	X	----- (Safety Net)	Australia
2	Австрало-Азіатські острови	XI	Amboina[B]	Japan
3	Кітай	XI	Linyuan [P] Chi-lung [L] Naha[G] Shanghai[Q]	Japan

За допомогою посібника ALRS 286 [11] визначають наявність по маршруту контрольних постів, районів, де здійснюється управління рухом суден постами СУРС (Reporting Areas), вирішують питання про зв'язок з контрольними станціями і постами - терміни, форми і способи подачі інформації. З'ясовують деталі зв'язку з лоцманськими станціями і операторами терміналів в портах. Отримані відомості зводимо в таблиці.

Таблиця 2.5 – Зв'язок на переході

№	Станція	Спосіб зв'язку	Канали, частоти	Примітки
1	2	3	4	5
1	Koolan Island Pilot Port Control	VHF	16,6, 9, 12,14 16, 6,9,14,67,71	Pilotage
2	Tenau, Timor Kupang Radio	VHF	16, 12, 14	Pilots and Port

Продовження табл. 2.5

1	2	3	4	5
3	Chi-lung Pilot Keelung Port Radio	VHF	12 16, 14	Pilotage Port Control
4	Yancheng	VHF	06,09,15,16,69 09,71 16,06,09,15,27	Pilots Vessel Traffic Service Port Control

На підставі виконаного аналізу навігаційної інформації можна зробити висновок про достатність інформаційного забезпечення і безпечного плавання на переході.

2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

У даному підрозділі проведемо аналіз гідрометеорологічних умов по маршруту плавання. Для цього використаємо середні багаторічні дані, які наведені в Атласах океанів, кліматологічних, гідрографічних і океанографічних посібниках, Pilot Chart (Інтернет-сайт www.passageweather.com). Для опису гідрометеорологічних умов перехід розб'ємо на ділянки.

Характеристика погодних умов, очікуємих на переході, яка включає атмосферний тиск, повторюваність напрямків вітру у відсотках, повторюваність різних швидкостей вітру, повторюваність штилів наведена у табл.2.6 та 2.7.

Таблиця 2.6 - Гідрометеорологічні умови плавання.

Метеорологічні елементи		Узбережжя Австралії	Австрало- Азіатські моря	Західна частина Тихого океану	Узбережжя Китаю
Повторюємість Вітру%	N	2	0	8	22
	NE	2	0	16	16
	E	3	17	13	13
	SE	8	33	8	10
	S	12	7	7	4
	SW	20	13	7	3
	W	33	7	6	8
	NW	16	10	6	23
	Штиль	4	13	27	1
Середня швидкість вітру, м/с		3,9	-	1,8	4,5
Число діб з туманом		0	-	0	5
Середня хмарність, бали		3	4	8	5
Число ясних діб (0-2 бали)		20	-	0	9
Число похм. діб (8-10) балів		-	-	24	9
Середня кількість опадів, мм		12	105	240	53
Макс. кіл-сть. Опадів за добу, мм		142	89	213	74
Кількість діб з опадами		1	10	24	8
Середня температура повітря, °C		29,4	27,5	27,2	11,5
Відносна вологість повітря, %		58	80	76	78

Таблиця 2.7 – Повторюваність хвилювання

Ділянка переходу	Висота хвиль, м							
	<1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-7	7-9	>9
Узбережжя Австралії	10	40	30	12	5	2	1	0
Тихий Океан	9	10	31	37	8	3	1	1
Узбережжя Китаю	36	39	15	6	2	2	0	0

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 водянні 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 сере 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 водянні 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.	Irvine Island Light	16°05.6S	123°31.8E	Fl(2) 10s	12
2.	ADELE ISLAND Light	15°30.6S	123°09.4E	Fl 5s	16
3.	P.DAO	10°48.7S	122°39.5E	Fl 10s	24
4.	TANJUNG GUMUK	09°29.4S	123°47.7E	Fl 4.5s	18
5.	TANJUNG LISOMU	08°19.1S	125°08.2E	Fl(2) 28s	20
6.	PULAU FOGI	03°17.4S	125°59.8E	Fl(2) 15s	40
7.	TG DEHEKALANO	01°49.3S	126°29.2E	Fl(3) 20s	20
8.	Tg Salonggaka	04°02.6N	126°37.1E	Fl(2) 6s	14
9.	Miangas	05°33.6N	126°35.6E	Fl(3) 20s	23
10.	Light	24°36.1N	124°19.0E	ISO 6s	14

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

Koolan Port (main port Yampi Sound) (16° 08.0' S, 123° 38.0' E) –порт який розташований на північному узбережжі західної Австралії поміж King Sound та Collier Bay.

Загальний огляд: приватний порт , яким володіє Mount Gibson Iron, добре захищен , глибоководний порт , Yampi Sound надає надійну якірну стоянку у будьяку погоду . Порт володіє терміналом Koolan Island, який обслуговує суховантажні судна з 2009 року.

Порт обробляє приблизно 3-4,000,000 т. вантажу щорічно.

Вантажна марка: South Indian Ocean Seasonal Tropical Area, Tropical з 01.05 по 30.11, Summer з 01.12 по 30.04.

Навігація: Лоцьманська провідка у порту Yampi Sound не є обов'язковою, але можлива по запиту Капітана.

Необхідна інформація щодо припливів та течії у даний період може бути одержана у Офіцера Порту Компанії.

Густина води: 1023/1025 кг/м³.

Переважаючі вітри-західні

Навігаційні карти: BA 1206, Aus 40.

У порту є можливість використання буксиру.

Зв'язок з портом виконується по VHF: Ch 16, 12. позивний "Koolan Island".

Державні свята : Різдво, Велика П'ятниця.

Робочі часи: Порт працює 24 г/доб. (в залежності від припливу).

Документи необхідні для оформлення суднозаходу/відходу:

1.Ship Pre Arrival Report (Customs Form 13)

2.Crew Report (Customs Form 3B)

3. Passenger Report (Customs Form 2A)
4. Passenger Report (Customs Form 2B)
5. Advanced Person Processing (APP) of crew and passengers list to be submitted electronically to Immigration Web site www.immi.gov.au/sea
6. Quarantine Pre-arrival Report for Vessels (QPAR) - (AQIS Form 006)
7. Additional Quarantine Pre-Arrival Report for cruise liners and navy vessels
8. Live Plants Vessel Log. (Attached to AQIS Form 028)
9. Notification of Sign-off if any (Customs Form B521)
10. Notification of Sign-on if any (Customs Form B522)
11. Load Goods (other than cargo) onto ship (Customs Form 43)
12. Ballast Water Log to Quarantine (AQIS Form 026)

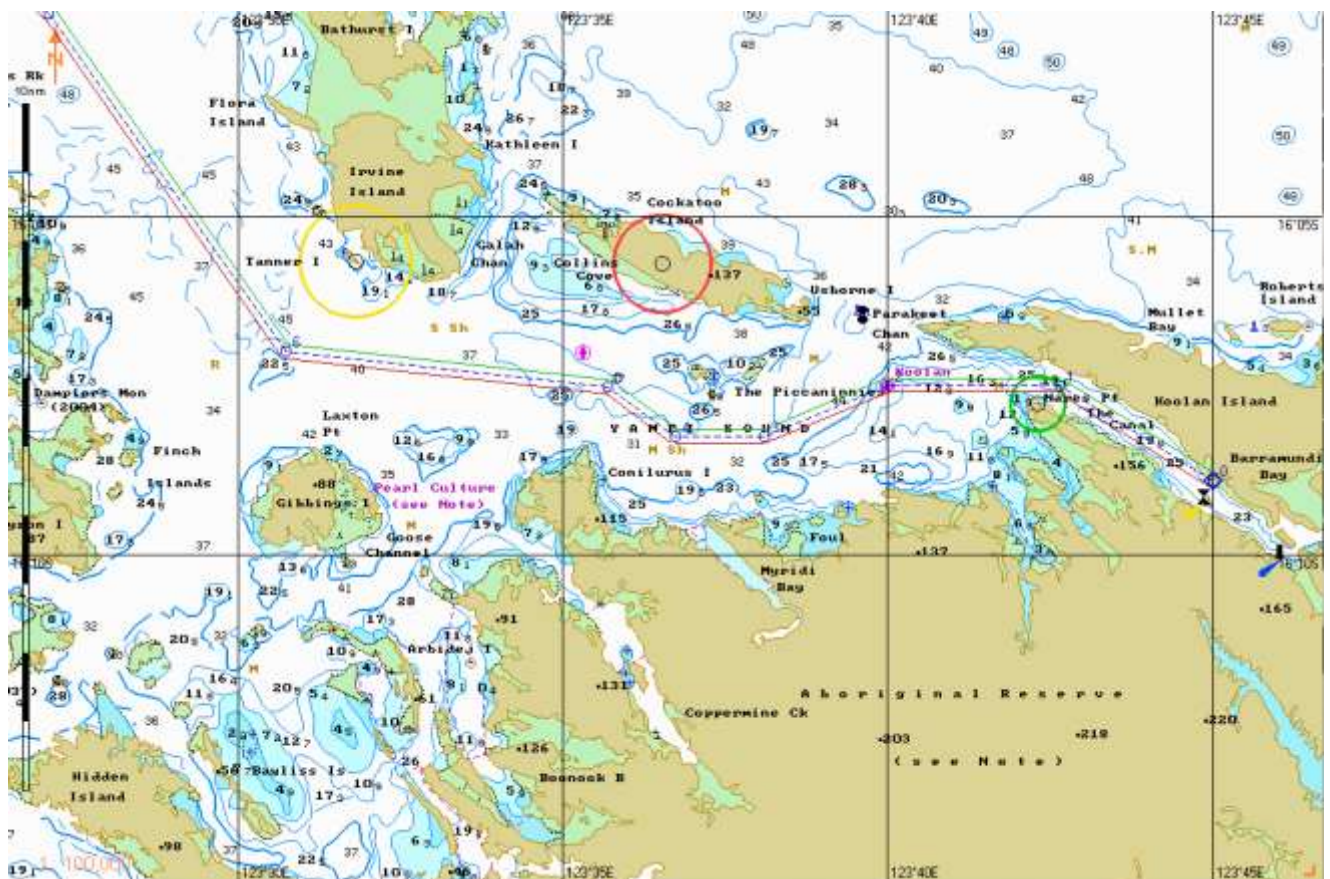


Рисунок 2.1-План Koolan Port

Dafeng (головний порт Yancheng) 33° 11.0' N, 120°42.0' E - розташований посередині узбережжя провінції Jiangsu Province.

Новий порт який надає вантажні потужності для міст Shanghai та Lianyungang, також являє собою середній за розміром міжнародний транзитний порт на власних правах. Основний вантаж – вугілля.

Порт обробляє приблизно 15,000,000 т. вантажу та 40,000TEU щорічно.

Вантажна марка: China Sea Seasonal Tropical Area, Tropical 21.01-30.04, Summer 01.05-20.01

Середня величина припливу 1.0м. Максимальний рівень складає 2,5 м , мінімальний- 0,5м.

Переважаючий вітер – SE влітку та N взимку. Середня швидкість вітру 6-7вузлів.

Середня кількість опадів 1,000мм

Лоцманська проводка обов'язкова.

В порту наявні буксири.

Порт працює 24год/доб без вихідних.

Густина води: 1025 кг/м³.

Документи необхідні для оформлення суднозаходу/відходу:

1. BALLAST WATER REPORTING FORM
2. IMO CARGO DECLARATION
3. IMO CREW LIST
4. IMO CREW'S EFFECTS DECLARATION
5. DANGEROUS GOODS MANIFEST
6. IMO GENERAL DECLARATION
7. MARITIME DECLARATION OF HEALTH
8. MONEY DECLARATION
9. NIL LIST
10. NOTIFICATION IN ADVANCE
11. IMO PASSENGER LIST

12.SCHEDULE TO THE DECELERATION

13.IMO SHIP'S STORES DECLARATION

14.REPORT OF SHIP PARTICULARS(

15.VACCINATION LIST



Рисунок 2.2 – Підхід к порту Dafeng

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 зберігання 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:

$$K_L = \arctg(РД/РМЧ) = 30^\circ$$

$$S_L = РШ / \cos K_L;$$

$$S_L = 2130.8 \text{ миль.}$$

- 3) Розрахуємо довжину ортодромії D :

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

$$D = 2130.6 \text{ милі.}$$

- 4) Розрахуємо виграш у відстані Δ :

$$\Delta = S_L - D;$$

$$\Delta = 0.2 \text{ милі}$$

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

Дата	Нач. нав. сутін.	Сонце				Кон. нав. сутін.	Місяць		
		Восход		Заход			Восход, Т	Вік, Дні	Зах, Т
		Т	А	Т	А				
09/09	5:15	6:00	107	17:55	252,8	18:42	7:50	4	21:35
10/09	5:12	5:58	106,8	17:55	253	18:43	8:50	5	19:59
11/09	5:09	5:56	106,6	17:56	253,2	18:44	9:50	6	18:23
12/09	5:07	5:55	106,9	17:56	252,9	18:45	10:51	7	16:47
13/09	5:04	5:53	106,8	17:57	253	18:46	11:51	8	15:12
14/09	5:02	5:52	107,1	17:57	252,8	18:48	12:52	9	13:36
15/09	4:59	5:50	107,4	17:58	252,7	18:49	13:52	10	12:00
16/09	4:56	5:48	107,8	17:58	252,1	18:50	14:52	11	10:25
17/09	4:54	5:47	108,8	17:59	251,8	18:51	15:53	12	8:49
18/09	4:51	5:45	109,1	17:59	250,8	18:52	16:53	13	7:13
19/09	4:49	5:44	110,9	18:00	249	18:54	17:54	14	5:38

2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

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]

Приклад надається в табл. 2.10 та 2.11.

Таблиця 2.10 – Приливні явища в порту Кулан

TIDAL PREDICTION FORM				
STANDARD PORT	Port Hedland		TIME/HEIGHT REQUIRED	H & LW
SECONDARY PORT	Koolan	DATE	05.11	TIME ZONE - 0800
STANDARD PORT	TIME		HEIGHT	
	HW	LW	HW	LW
	1015	0356	6,1	1,9
	2216	1604	6,7	2,0
Seasonal change	Standard Port		-0,1	-0,1
DIFFERENCES	- 0012	+0001	-1,7	-1,3
	- 0012	+0001	-1,7	-1,3
Seasonal change	Secondary Port		-0,1	-0,1
SECONDARY PORT	1003	0357	4,2	0,4
	2204	1605	4,8	0,5
Duration	—			

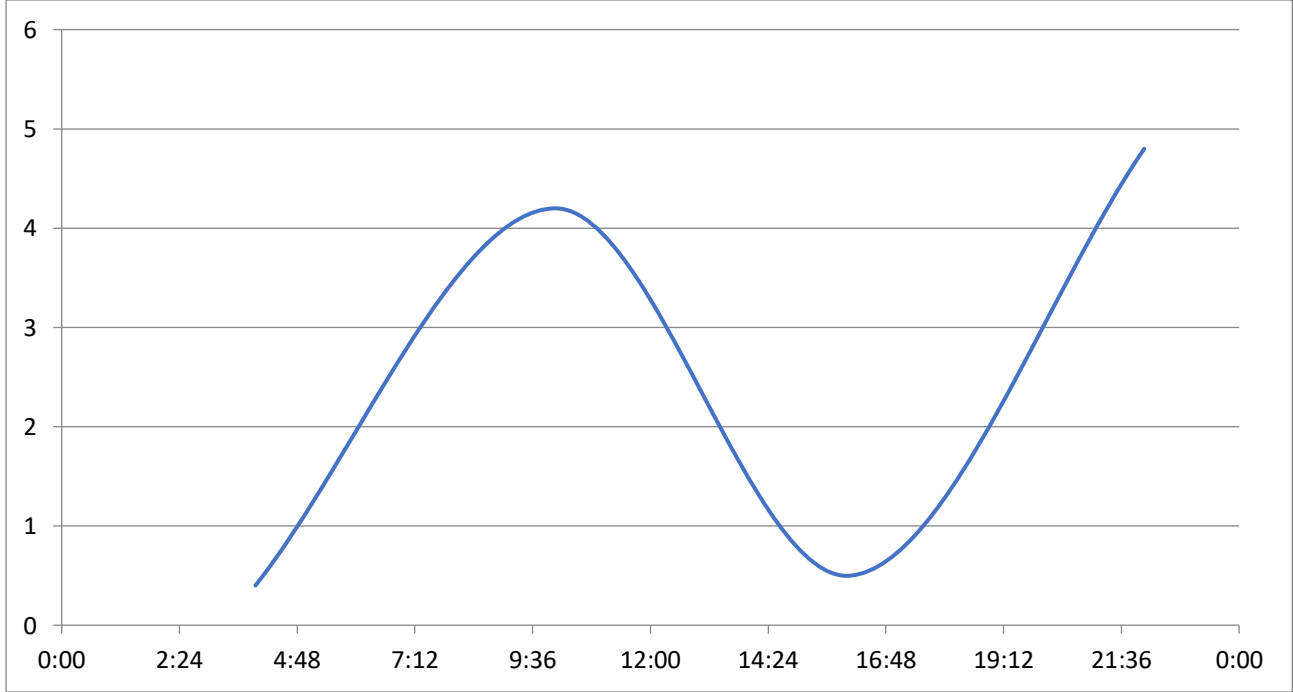


Рисунок 2.3- Графік приливів в пору Koolan Island

Таблиця 2.11 – Приливні явища в порту Дафенг

TIDAL PREDICTION FORM					
STANDARD PORT	WUSONG		TIME/HEIGHT REQUIRED		H & LW
SECONDARY PORT	DAFENG		DATE	15.11	TIME ZONE - 0800
STANDARD PORT	TIME		HEIGHT		RANGE
	HW	LW	HW	LW	
	0131	0936	3,3	0,8	
	1352	2224	4,0	0,9	
Seasonal change	Standard Port		0,0	0,0	
DIFFERENCES	+0040	+0045	-0,8	-0,6	
	+0040	+0045	-0,8	-0,6	
Seasonal change	Secondary Port		+0,1	+0,1	
SECONDARY PORT	0211	1041	2,6	0,3	
	1532	2309	3,3	0,4	
Duration	_____				

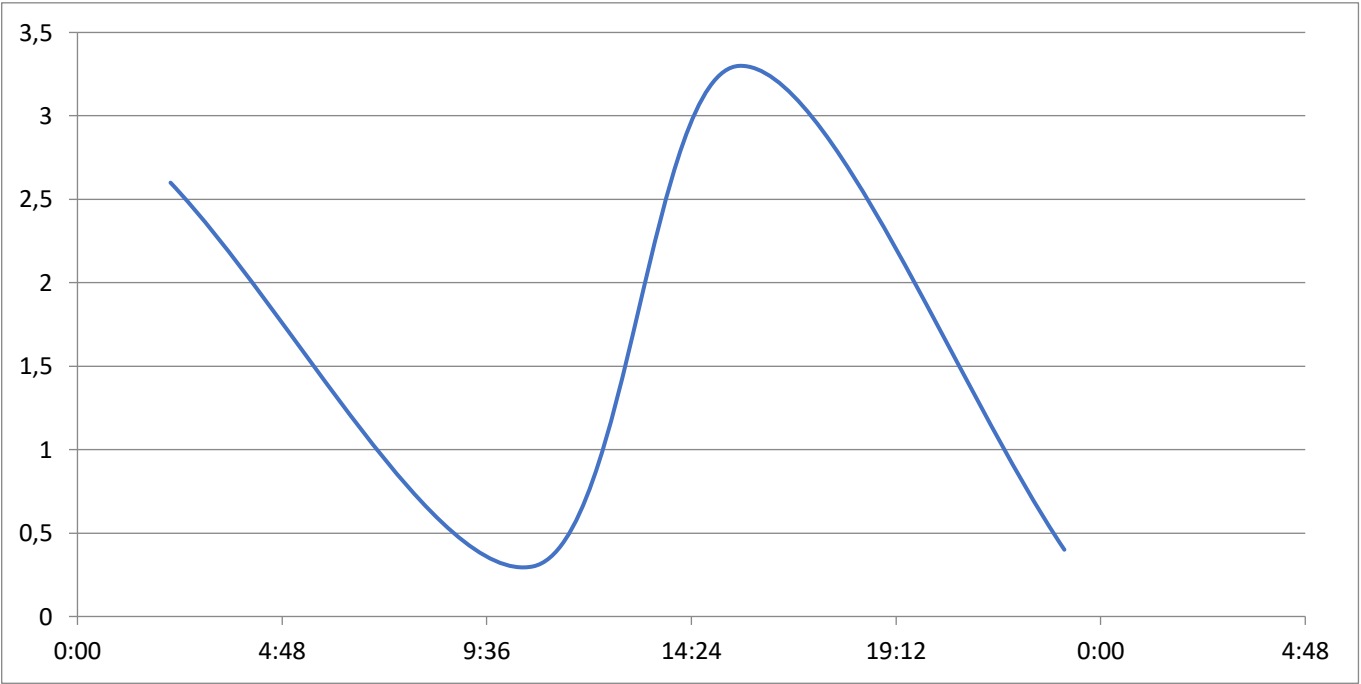


Рисунок 2.4 - Графік приливів в пору Dafeng

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 3277 миль. Вихід з порту Кулан Айленд планується 09 вересня. Розрахункова тривалість рейсу – 10,5 діб.

РОЗДІЛ 3

ОРОБКА 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 до 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.

Перевезення навалювальних вантажів регламентуються міжнародними документами:

- International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 74/78), Chapters VI, VII [3];
- International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78) [34];
- International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code) [35];
- International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code) [36];
- Code of Practice for the Safe Loading and Unloading of Bulk (BLU Code) [37];
- Thomas Stowage: The Properties and Stowage of Cargoes [38].

Залізна руда. Цей вантаж відноситься до навалювальних вантажів. Згідно транспортної класифікації навалювальні вантажі підрозділяються на два класи: незернові навалювальні вантажі і зернові навалювальні вантажі. Перевезення навалювальних вантажів пов'язане з певним ступенем небезпеки. Для забезпечення безпечного перевезення судноводії зобов'язані знати фізико-

хімічні та транспортні властивості навалювальних вантажів і їх вплив на судно і екіпаж у процесі морського перевезення. Фізичний склад будь-якого навалювального вантажу можна розглядати як склад фракцій твердих частинок, води і повітря. Залежно від їх співвідношення можна визначити основні фізико-механічні властивості: щільність і питомий навантажувальний об'єм. Залежно від щільності вантажі діляться на важкі – менш $0,56 \text{ м}^3/\text{т}$, середні – від $0,56$ до $1,0 \text{ м}^3/\text{т}$ і легкі – більше $1,0 \text{ м}^3/\text{т}$. До перевезення приймається залізна руда з питомим вантажним об'ємом $0,52 \text{ м}^3/\text{т}$.

Якщо навалювальний вантаж в процесі перевезення піддається хитавиці і вібрації, то відбувається його усадка. У зв'язку з цим щільність і питомий навантажувальний об'єм навалочного вантажу неоднакові в різних шарах вантажу. Для даного вантажу проводити розрахунок усадки не потрібно.

Наявність вологи в масі навалочного вантажу впливає на взаємозв'язок окремих частинок вантажу, а отже і на властивості самого вантажу. Вологість прийнятого вантажу при навантаженні 6%.

Сипучість навалювального вантажу визначає ступінь його рухливості і є однією з найважливіших транспортних характеристик. Вона визначається характером розподілу внутрішніх сил у сипучій масі вантажу. Ступінь рухливості навалювального вантажу прийнято характеризувати величиною кута природного укосу і силою внутрішнього тертя, яке в загальному випадку визначається величиною опору зрушенню. Всі навалювальні вантажі, крім того, можна розділити за принципом механізму зсуву на два види: вантажі, які піддаються "сухому" зрушенню; вантажі, які піддаються зсуву в зволоженому стані. Небезпека "сухого" зсуву прийнято характеризувати кутом природного укосу. Вважається, що якщо кут природного укосу більше 35° , то вантаж умовно безпечний в частині зсуву, а якщо менше – небезпечний. Кут природного укосу прийнятого вантажу залізної руди 40° .

Хімічна активність – поглинає кисень. У закритому вантажному приміщенні знижується вміст кисню. При взаємодії з окислювачами і сильними кислотами виділяється водень.

Гранично допустима концентрація газів у вантажних приміщеннях: вуглекислий газ – ГДК = 9000 мг/м³; окис вуглецю – ГДК = 20 мг/м³; метан – ГДК = 0,75%/об. Не рідше одного разу на сім днів необхідно проводити вентилявання вантажних приміщень тривалістю не менше двох годин. Вхід в закриті вантажні приміщення без попередньої їх вентиляції протягом двох годин забороняється. Зачисні роботи дозволяється проводити при вмісті пилу залізної руди менше 4 мг/м³.

Контроль температури вантажу у вантажних приміщеннях не потрібен.

Під час навантаження грейферами їх розкриття повинно проводитися якомога ближче до поверхні вантажу або настилу трюму. Мінімально допустима висота шару вантажу на настилі 1,2 м (у бортів).

Навантаження припиняється при випаданні інтенсивних опадів. Вантажні люки закриваються. Вантаж з вологістю, яка перевищує допустиму, до навантаження на судно не приймається.

Основна небезпека – вантаж розріджується.

Основні транспортні характеристики навалювальних вантажів, що перевозяться, зводимо до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Транспортні характеристики навалювальних вантажів

Назва вантажу	IMSBC Code			Норми вантажних робіт	
	Група	ПВО, м ³ /т	Кут природного укосу, °	Порт навантаження т/добу	Порт Вивантаження т/добу
Залізна руда	C	0,52	40	25000	20000

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 кожного вантажу, що

пред'являється до перевезення з врахуванням відповідних Кодексів та Правил перевезення.

У порту завантаження повинні бути оформлені такі документи: Нотіс по радіо на адресу агента про час прибуття судна в порт, подається за 7,5,3,2 та 1 добу до приходу. З приходом агенту вручається письмовий нотіс про готовність судна до завантаження та попередній вантажний план. Обидва документи підписуються капітаном. Попередній вантажний план узгоджується з стивідорною компанією. До початку завантаження вантажовідправники можуть найняти сюрвейєра для огляду трюмів, про що складається сюрвеєрський акт про придатність вантажних приміщень до перевезення номінованих вантажів. Копія акту, підписана сюрвейєром, вручається капітану.

До початку завантаження капітану вручається список вантажів, дозволених до навантаження митницею, а також вантажні ордери з докладним описом вантажів, тари, упаковки, маркування і т. д. До початку навантаження капітан повинен вимагати сертифікат якості на вантаж, фумігаційні сертифікати, як на вантаж, так і на сепараційні матеріал. Під час завантаження вантажному помічникові після кожної зміни вручаються тальманські розписки портових тальманів (тальманів вантажовідправників) і тальманів судновласника, які він повинен перевіряти і контролювати навантаження з навантажувальним ордерами. По закінченні навантаження окремої коносаментної партії капітанові або вантажному помічникові вручається штурманська розписка, в яку він вносить застереження про стан вантажу і звіряє її з навантажувальним ордером і тальманськими. Надалі, застереження з штурманської розписки повинні бути перенесені в коносамент капітаном чи агентом. Якщо коносамент не буде готовий до закінчення навантаження, про що агент заздалегідь сповіщає капітана, капітан повинен вручити агенту довіреність на підписання коносаментів. Забороняється підписувати штурманські розписки та коносаменти до закінчення навантаження кожної партії вантажу. Після закінчення навантаження коносаменти підписуються капітаном (або агентом за дорученням

капітана після відходу судна), 50 тальманською фірмою вручаються люкові записки, стивідорною компанією – виконавчий вантажний план, агентом - вантажні маніфести з відміткою митниці, а також таймшит про стоянку судна в порту. Як правило, пакет вантажних документів відправляється в порт призначення поштою.

В порту вивантаження також вручаються нотіс про готовність до вивантаження, виконавчий вантажний план, вантажні маніфести, люкові записки. Вивантаження вантажу повинне починатися тільки після вручення капітану оригіналу коносаментів з банківською відміткою про сплату фрахту або якщо є дозвіл комерційної служби судноплавної компанії на відвантаження вантажів. Рахунок вантажу провадиться тальманами порту (вантажовласника) і транс флоту від імені судновласника. У разі виявлення розбіжності у рахунку вантажу слід приймати заходи по виявленню помилок або розшуку вантажу. Судном і агентом також ведеться таймшит стоянки судна в порту. По закінченні розвантаження судну або комерційній службі пароплавства вручаються акти-повідомлення про результати вивантаження вантажів. Якщо в актах-повідомлення є претензії щодо нестачі/надлишку або псування вантажів, капітаном судна оформляється справа відомчого розслідування та надсилається в комерційну службу судноплавної компанії.

Початок сталійного часу: якщо нотіс про готовність судна до вантажних операцій подається до 12:00, рахунок сталії починається з 13:00 поточного дня, якщо після 12:00 – з 08:00 наступного дня.

Норми обробки обумовлюються умовами чартеру або спеціальними угодами. Якщо вантажні операції не можуть бути закінчені до закінчення сталійного часу, такий час називається контрсталією. У цьому випадку судновласнику виплачується демерредж – неустойка, умови її оплати обумовлюється в чартері. В разі дострокового закінчення вантажних робіт порту покладається премія у вигляді діспача, який оплачують фрахтувальники або одержувачі вантажів.

Приведення трюмів у відповідний для даного вантажу починається з

очищення залишків раніше перевезеного вантажу, видалення сепараційного та прокладного матеріалів, прибирання сміття. Далі підготовка ведеться в залежності від особливостей вантажу, що пред'являється до перевезення. Особливу увагу при підготовці до прийому будь-якого роду вантажу необхідно приділяти водовідливній і протипожежній систем, які слід перевіряти в дії.

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

Готовність судна до прийому вантажу перевіряють відповідні організації, а найчастіше сюрвейєра найняті вантажовідправником.

При підготовці до прийому насипних і навалювальних вантажів на судні виконують наступні роботи:

- очищають всі вантажні приміщення від залишків вантажу і сміття;
- оглядають і очищають льяла, сітки та приймальні труби осушувальної системи, перевіряють горловини другого дна, перевіряють в дії осушувальну систему;
- перевіряють справність металевих кришок, лючин.

У нашому випадку для прийому залізної руди до перевезення, необхідно замити трюм від залишків попереднього вантажу. Для цієї мети на судні є спеціальна система для замивання трюмів забортною водою. Після замивання трюмів системою, проводиться перевірка старшим помічником капітана на придатність до перевезення і в разі невідповідності чистоти трюмів, проводиться ретельна замивання силами екіпажу.

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_q) 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 визначення Δ_p необхідно по Карті зон та сезонних районів визначити діючі вантажні марки у відповідності з часом виконання рейсу.

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

Перехід Кулан – Дафенг проходить в зоні дії літньої вантажної марки. За розрахункову водотоннажність приймаємо водотоннажність судна по літню вантажну марку.

$$\Delta_p = \Delta_l = 194168 \text{ т.}$$

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

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

де: Δ_0 – водотоннажність порожнього судна, т.

$$\Delta_w = 194168 - 23519,3 = 170648,7 \text{ т}$$

Чисту вантажопідйомність судна (Δ_q) знаходять шляхом віднімання від величини дедвейту судна маси рейсових запасів ($P_{зан}$), необхідної для

забезпечення стоянки в портах навантаження/вивантаження та переходу судна морем:

$$\Delta_q = \Delta_w - \sum_1^n P_{zan} - \text{const}, \quad (3.1)$$

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

Ходовий час (t_x) визначається за формулою:

$$t_x = \frac{L}{24 \cdot V} + t_{zn}, \quad (3.2)$$

де: L – відстань переходу, милі;

V – швидкість судна з вантажем, вуз;

t_{zn} – час затримок судна на шляху, діб.

$$t_x = 11 \text{ діб.}$$

Маса ходових запасів дорівнює:

$$P_x^{zan} = P_x^p + P_x^e + P_x^m,$$

де: P_x^p , P_x^e , P_x^m – відповідно кількість палива, води і мастила, необхідна на перехід від порту навантаження до порту вивантаження з урахуванням штормового запасу, т.

$$P_x^p = q_x^p \cdot (t_x + t_{шт}) = 653,8 \text{ т. } P_x^e = q_x^e \cdot (t_x + t_{шт}) = 57,3 \text{ т. } P_x^m = 0,05 \cdot P_x^p = 3,3 \text{ т.}$$

$$P_x^{zan} = 714,4 \text{ т.}$$

Стоянковий час (t_{cm}) визначається за формулою:

$$t_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{M}, \quad (3.3)$$

де: Q_i – маса вантажу одного найменування, т;

n – кількість найменувань вантажу;

M – валова норма вантажних робіт в порту навантаження та вивантаження i -тої партії вантажу, т/діб.

$$t_{cm} = t_{ст} = 168000 / 25000 + 168000 / 20000 + 0,5 = 15,6 \text{ доби.}$$

Стоянкові запаси визначаються з розрахунку тривалості стоянки в портах навантаження та вивантаження й норм витрати палива та води на стоянці:

$$P_{cm}^{zan} = q_{ст}^p \cdot t_{cm}^p + q_{ст}^e \cdot t_{cm}^e + q_{ст}^m \cdot t_{cm}^m,$$

де: $q_{ст}^p$, $q_{ст}^e$, – добова норма витрати палива та води на стоянці, т/діб.

$t_{cm}^{\square}$ – нормативна тривалість стоянкового часу, діб.

$$P_{ст}^п = 3 \cdot 15,6 = 46,8 \text{ т}; P_{ст}^в = 5 \cdot 15,6 = 78 \text{ т}; P_{ст}^м = 0,05 \cdot 46,8 = 2,3 \text{ т}$$

$$P_{ст}^{зан} = 46,8 + 78 + 2,3 = 127,1 \text{ т.}$$

Рейсові запаси знаходять як суму:

$$\sum_1^n P_{зан}^{\square} = P_x^{зан} + P_{ст}^{зан},$$

$$\sum_1^n P_{зан}^{\square} = 713,9 + 127,1 = 841 \text{ т.}$$

Чиста вантажопідйомність судна, що визначається за формулою (3.1):

$$\Delta_q = 170648,7 - (841 + 322,3) = 169485,4 \text{ т.}$$

Значення чистої вантажопідйомності судна (Δ_q) визначає максимальну масу вантажу, яку судно може прийняти до перевезення на даний рейс, тобто:

$$\Delta_q = \sum_{i=1}^n Q_i^{\square}.$$

У висновку показуємо, що фактична маса вантажу ($Q_{заг}$) не перевищує значення Δ_q , тобто має виконуватися наступна умова $Q_{заг} \leq \Delta_q$.

$$168000 \text{ т} < 169485,4 \text{ т.}$$

Оскільки дані отримані з реального рейсу, то кількість запасів прийнятих на судно відрізняється від розрахованого. На судні на відхід: HFO - 1638 т; MDO - 260 т, мастило - 65,8 т., вода - 276,0 т., інші запаси - 67,4 т.

У нашому випадку кріплення і сепарація вантажу не виконується, тому що вантаж, який перевозиться – залізна руда, вантажиться навалом і є однорідним і єдиним вантажем, прийнятим до перевезення.

Результати розрахунків по визначенню розмірів партій вантажу, що приймаються до перевезення, представляються в формі табл. 3.2.

Таблиця 3.2 - Маса та об'єм партій вантажів, що приймаються до перевезення

Найменування вантажу	Маса вантажу, Q_i (т)	Коеф-т витрати сепарації, $K_{сеп}$	Маса сепарації, $Q_{сеп}$ (т)	Маса вантажу з сепарацією, $Q_i + Q_{сеп}$	Питомий навантажувальний обсяг вантажу, U_i (м ³ /т)	Об'єм займаний вантажем з сепарацією V_i (м ³)	Валові норми вантажних робіт (т/добу)	
Залізна руда	168000	-	-	168000	0,48	80640	25000	20000

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

$$Q_{заг} = \sum_{i=1}^n (Q + Q_{cen})_i \leq \Delta\chi ,$$

$$V_{заг} = \sum_{i=1}^n V_i \leq W_c$$

3.4 Складання вантажного плану

Розміщення вантажів на судні повинно забезпечувати: збереження вантажів та судна; належні морехідні якості судна; максимальне використання вантажомісткості та вантажопідйомності судна; швидкісне і послідовне завантаження і розвантаження судна.

Збереження судна залежить від правильної підготовки його вантажних приміщень під перевезення вантажів і розподілу по вантажним приміщенням з урахуванням їх фізико-хімічних і механічних властивостей.

Для збереження морехідних якостей судна повинні бути забезпечена його поздовжня і місцева міцність, необхідний диферент і остійність. Поздовжня міцність судна є одним з важливих факторів забезпечення безпеки плавання. Від розміщення вантажів залежить розподіл по довжині судна загальною навантаження. По-цьому при розміщенні вантажів прагнуть до того, щоб по можливості врівноважити сили підтримки і сили ваги на окремих ділянках по довжині судна. Одночасно судно завантажують з таким розрахунком, щоб не було крену і існував належний диферент. Це досягається шляхом відповідного розподілу вагового навантаження по вантажних приміщеннях судна. Найвигіднішою з експлуатаційної точки зору є така завантаженість судна, при якій досягається одночасно повне використання його вантажопідйомності, так і

вантажомісткості. Це можливо тільки при наявності важких і легких вантажів і відповідного їх підбору. Крім того, розміщення вантажів по відсіках має виходити з необхідності скорочення часу обробки кожного трюму і рівномірності вантажних операцій на кожному люку.

Всі ці вимоги повинні бути враховані при складанні вантажного плану судна.

Розрахунок розподіленої маси вантажних приміщень представлений в табл 3.3.

Таблиця 3.3 – 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 $Q_i, \text{т}$
Вантажний трюм №1	17193,3	0,0927	15573,6
Вантажний трюм №2	21360,7	0,1151	19336,8
Вантажний трюм №3	21497,0	0,1159	19471,2
Вантажний трюм №4	21497,0	0,1159	19471,2
Вантажний трюм №5	21363,7	0,1152	19353,6
Вантажний трюм №6	21389,4	0,1153	19370,4
Вантажний трюм №7	21522,7	0,1160	19488
Вантажний трюм №8	21191,8	0,1142	19185,6
Вантажний трюм №9	18498,1	0,0997	16749,6
СУМА	185513,7	1,0	168000

За результатами розподілу вантажів складаємо зведену таблицю з підсумковими результатами по кожному вантажному танку (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Розподіл вантажу по вантажним приміщенням

Вантажний трюм	Назва вантажів		Загалом	
	Залізна руда			
	Маса, т	Об'єм, м ³	Маса, т	Об'єм, м ³
Вантажний трюм №1	15047	7222,6	15047	7222,6
Вантажний трюм №2	19072	9154,6	19072	9154,6
Вантажний трюм №3	19244	9237,1	19244	9237,1
Вантажний трюм №4	19244	9237,1	19244	9237,1
Вантажний трюм №5	19757	9483,4	19757	9483,4
Вантажний трюм №6	19757	9483,4	19757	9483,4
Вантажний трюм №7	19244	9237,1	19244	9237,1
Вантажний трюм №8	19125	9180,0	19125	9180,0
Вантажний трюм №9	17510	8404,8	17510	8404,8
ВСЬОГО	168000	80640,0	168000	80640,0

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

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

Відстань між портами : $S = 3277$ миль, місяць виконання рейсу - вересень.

Koolan Port (main port Yampi Sound) ($16^{\circ} 08.0' S$, $123^{\circ} 38.0' E$) –порт який розташований на північному узбережжі західної Австралії поміж King Sound та Collier Bay.

Загальний огляд: приватний порт , яким володіє Mount Gibson Iron, добре захищен , глибоководний порт , Yampi Sound надає надійну якірну стоянку у будьяку погоду . Порт володіє терміналом Koolan Island, який обслуговує суховантажні судна з 2009 року.

Порт обробляє приблизно 3-4,000,000 т. вантажу щорічно.

Вантажна марка: South Indian Ocean Seasonal Tropical Area, Tropical з 01.05 по 30.11, Summer з 01.12 по 30.04.

Державні свята : Різдво, Велика П'ятниця. Робочі часи: Порт працює 24 г/доб. (в залежності від припливу).

Документи необхідні для оформлення суднозаходу:

- 1.Ship Pre Arrival Report (Customs Form 13)
2. Crew Report (Customs Form 3B)
3. Passenger Report (Customs Form 2A)
4. Passenger Report (Customs Form 2B)
5. Advanced Person Processing (APP) of crew and passengers list to be submitted electronically to Immigration Web site www.immi.gov.au/sea
6. Quarantine Pre-arrival Report for Vessels (QPAR) - (AQIS Form 006)
7. Additional Quarantine Pre-Arrival Report for cruise liners and navy vessels (AQIS Form 028)
8. Live Plants Vessel Log.(Attached to AQIS Form 028)
9. Notification of Sign-off if any (Customs Form B521)
10. Notification of Sign-on if any (Customs Form B522)
- 11 .Load Goods (other than cargo) onto ship (Customs Form 43)
12. Remove Goods (other than cargo) from ship (Customs Form 44)
13. Ballast Water Log to Quarantine (AQIS Form 026)
14. Crew Effects Declaration (Customs Form 5 Part Two)
- Report of Ship's Stores (Customs Form 5 Part Four)

Dafeng (головний порт Yancheng) 33° 11.0' N, 120°42.0' E - розташований посередині узбережжя провінції Jiangsu Province.

Новий порт який надає вантажні моці для міст Shanghai та Lianyungang, також являє собою сердній за розміром міжнародний транзитний порт на власних правах. Основний вантаж – вугілля.

Порт обробляє приблизно 15,000,000 т. вантажу та 40,000TEU щорічно.
Вантажна марка: China Sea Seasonal Tropical Area, Tropical 21.01-30.04, Summer 01.05-20.01

Документи необхідні для оформлення звходу судна:

1. General Declaration -
2. Cargo Declaration
3. Ship's Stores Declaration
4. Crew's Effects Declaration
5. Crew List
6. Passenger List
7. Maritime Declaration of Health
8. Last Port Clearance
9. Ship's particulars
10. Crew's passports
11. Chinese Tonnage Dues Certificate
12. Cargo Manifest
13. Bills of Lading
14. Stowage Plan

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1. Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

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

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

Таблиця 4.1.- Розподіл запасів на відхід

Найменування цистерн	Місткі- сть, т	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо ρ = 0,990 т/м³						
No.1 H.F.O.TK (P/S)	1871,2	500	-64,590	22,346	-32295	11173
No.2 H.F.O.TK (P/S)	1893,3	500	-89,471	22,665	-44736	11333
No.3 H.F.O.TK	516,1	500	-109,600	21,847	-54800	10924
H.F.O. SERV. TK.	59,3	58	-110,300	21,490	-6397	1246
NO.1 H.F.O. SETT. TK.	41,8	40	-106,712	21,287	-4268	851
NO.2 H.F.O. SETT. TK.	42,2	40	-106,712	21,287	-4268	851
Всього моторного палива		1638			-146764	36378
Дизельне паливо ρ = 0,850 т/м³						
M.D.O. TK.(P)	255,4	200	-106,174	21,804	-21235	4361
M.D.O. SERV. TK. (P)	31	30	-110,700	21,895	-3321	657
M.D.O. SETT. TK. (P)	31	30	-109,100	21,895	-3273	657
Всього дизельного палива		260			-27829	5675
Мастило ρ = 0,900 т/м³						
M/E L.O.SUMP TK.	35,3	10	-115,309	1,519	-1153	15

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7
M/E L.O. STORE. TK.	32,8	8	-121,797	21,226	-974	170
M/E L.O. SETT.TK.	29,4	12	-119,100	21,24	-1429	255
A/E L.O. STORE. TK.	11,8	5	-124,291	21,474	-621	107
A/E L.O. SETT. TK.	11,7	6,4	-124,291	21,474	-795	137
NO.1 CYL. STOR. TK.(P)	36,1	12,2	-113,890	20,994	-1389	256
NO.2 CYL. STOR. TK.(P)	38,6	12,2	-112,292	20,989	-1370	256
Всього мастила		65,8			-7731	1196
Вода $\rho = 1,000 \text{ т/м}^3$						
F.W.TK. (P)	267,4	100	-131,294	21,993	-13129	2199
F.W.TK. (S)	191	100	-132,176	22,005	-13218	2201
DISTILLED WATER TK.	76,4	76	-129,089	21,965	-9811	1669
Всього води		276			-36158	6069
Інші танки						
F.O.DRAIN TK.	3,3	1,2	-113,500	2,342	-136	3
F.O.Sludge TK.	36,5	13,9	-114,300	17,700	-1589	246
L.O.Sludge TK.	16,2	8,5	-119,500	17,700	-1016	150
G/E L.O.OVERFLOW TK.	2,9	1,5	-126,700	11,400	-190	17
L.O. SERV. TK.	3,3	1,6	-113,500	2,342	-182	4
S/T LO SERV. TK.	3,6	1,8	-122,300	2,342	-220	4
Bilge Holding TK.	60,7	30,5	-124,921	1,610	-3810	49
Oily Bilge Tank (P)	16,8	8,4	-122,266	1,643	-1027	14
Всього		67,4			-8170	487
ВСЬОГО ЗАПАСІВ		2307,2	-98,24	21,59	-226652	49805

Таблиця 4.2.- Розподіл запасів на прихід

Найменування цистерн	Місткі- сть, т	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо ρ = 0,990 т/м³						
No.1 H.F.O.TK (P/S)	1871,2	200	-64,590	22,346	-12918	4469
No.2 H.F.O.TK (P/S)	1893,3	209,3	-89,471	22,665	-18726	4744
No.3 H.F.O.TK	516,1	500	-109,600	21,847	-54800	10924
H.F.O. SERV. TK.	59,3	58	-110,300	21,490	-6397	1246
NO.1 H.F.O. SETT. TK.	41,8	40	-106,712	21,287	-4268	851
NO.2 H.F.O. SETT. TK.	42,2	40	-106,712	21,287	-4268	851
Всього моторного палива		1047,3			-101377	23085
Дизельне паливо ρ = 0,850 т/м³						
M.D.O. TK.(P)	255,4	200	-106,174	21,804	-21235	4361
M.D.O. SERV. TK. (P)	31	29	-110,700	21,895	-3210	635
M.D.O. SETT. TK. (P)	31	29	-109,100	21,895	-3164	635
Всього дизельного палива		258			-27609	5631
Мастило ρ = 0,900 т/м³						
M/E L.O.SUMP TK.	35,3	10	-115,309	1,519	-1153	15
M/E L.O. STORE. TK.	32,8	8	-121,797	21,226	-974	170
M/E L.O. SETT.TK.	29,4	11	-119,100	21,24	-1310	234
A/E L.O. STORE. TK.	11,8	5	-124,291	21,474	-621	107
A/E L.O. SETT. TK.	11,7	6,4	-124,291	21,474	-795	137
NO.1 CYL. STOR. TK.(P)	36,1	11,2	-113,890	20,994	-1276	235
NO.2 CYL. STOR. TK.(P)	38,6	11,1	-112,292	20,989	-1246	233
Всього мастила		62,7			-7375	1131
Вода ρ = 1,000 т/м³						
F.W.TK. (P)	267,4	74	-131,294	21,993	-9716	1627
F.W.TK. (S)	191	74	-132,176	22,005	-9781	1628

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7
DISTILLED WATER TK.	76,4	76	-129,089	21,965	-9811	1669
Всього води		224			-29308	4924
Інші танки						
F.O.DRAIN TK.	3,3	1,2	-113,500	2,342	-136	3
F.O.Sludge TK.	36,5	13,9	-114,300	17,700	-1589	246
L.O.Sludge TK.	16,2	8,5	-119,500	17,700	-1016	150
G/E L.O.OVERFLOW TK.	2,9	1,5	-126,700	11,400	-190	17
L.O. SERV. TK.	3,3	1,6	-113,500	2,342	-182	4
S/T LO SERV. TK.	3,6	1,8	-122,300	2,342	-220	4
Bilge Holding TK.	60,7	30,5	-124,921	1,610	-3810	49
Oily Bilge Tank (P)	16,8	8,4	-122,266	1,643	-1027	14
Всього		67,4			-8170	487
ВСЬОГО ЗАПАСІВ		1659,4	-104,76	21,25	-173839	35258

Розподіл вантажів представлений у табл.4.3.

Таблиця 4.3 – Розподіл вантажів

Найменування приміщень	m, т	V, м ³	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
Трюм №1	15047	7222,6	114,77	7,79	1726944	117216
Трюм №2	19072	9154,6	90,388	7,54	1723880	143803
Трюм №3	19244	9237,1	64,956	7,53	1250013	144907
Трюм №4	19244	9237,1	39,476	7,53	759676	144907
Трюм №5	19757	9483,4	13,637	7,58	269426	149758
Трюм №6	19757	9483,4	-12,753	7,58	-251961	149758
Трюм №7	19244	9237,1	-38,784	7,53	-746359	144907
Трюм №8	19125	9180	-64,207	7,57	-1227959	144776
Трюм №9	17510	8404,8	-89,443	8,76	-1566147	153388
ВСЬОГО ВАНТАЖУ	168000	80640,1	11,53	7,70	1937513	1293420

На основі виконаних розподілів вантажу і запасів складемо таблицю зведених даних і розрахунку водотоннажності з указівкою координат центру ваги судна.

Таблиця 4.4 - Зведені дані і розрахунок водотоннажності на відхід

Найменування статей навантаження	На відхід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		х	z	M_x	M_z
Порожнє судно	23519,3	-8,982	13,714	-211250	322544
Константа	322,3	-1,95	9,82	-628	3165
Суднові запаси	2307,2	-98,24	21,59	-226652	49805
Вантаж	168000	11,53	7,70	1937513	1293420
РАЗОМ ВОДОТОННАЖНІСТЬ	194148,8	7,72	8,60	1498983	1668934

Таблиця 4.5 - Зведені дані і розрахунок водотоннажності на прихід

Найменування статей навантаження	На прихід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		х	z	M_x	M_z
Порожнє судно	23519,3	-8,982	13,714	-211250	322544
Константа	322,3	-1,95	9,82	-628	3165
Суднові запаси	1659,4	-104,76	21,25	-173839	35258
Вантаж	168000	11,53	7,70	1937513	1293420
РАЗОМ ВОДОТОННАЖНІСТЬ	193501,0	8,02	8,55	1551796	1654387

Схематично розподіл вантажу представлено на рис.4.1.

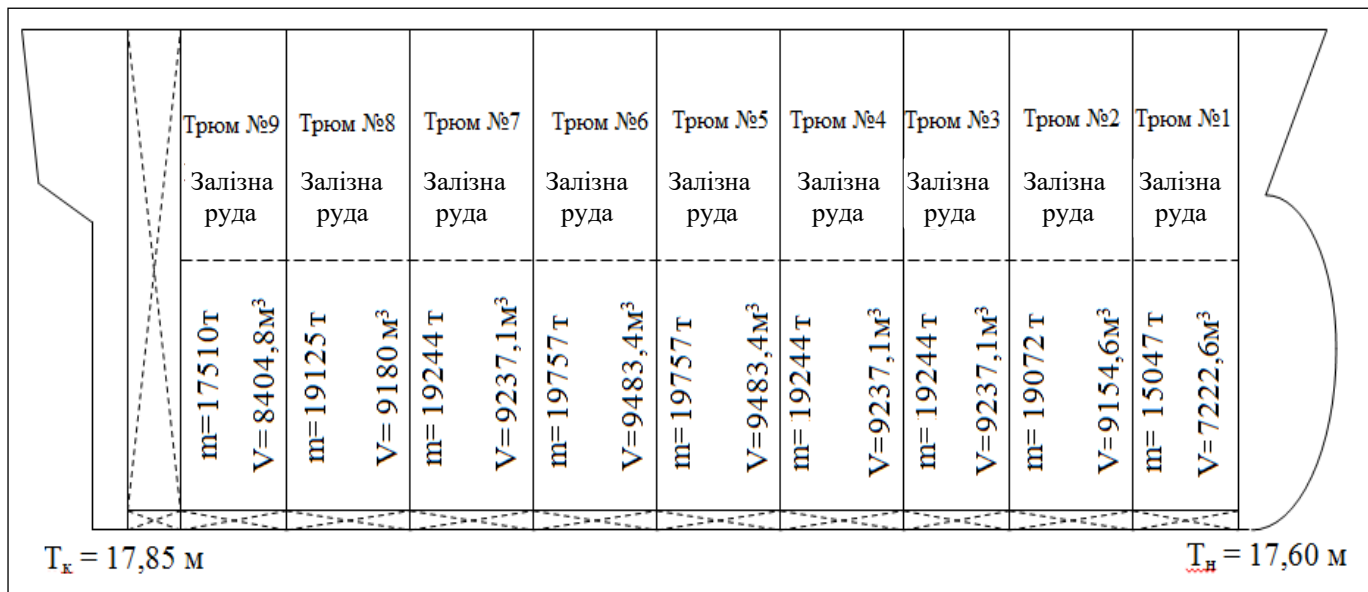


Рисунок 4.1 – Вантажний план судна

4.2. Розрахунки посадки і початкової остійності

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

Таблиця 4.6 – 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	194148,8	193501
Абсциса центра ваги судна, м	x _g	7,72	8,02
Водотоннажність об'ємна, м³	V = D / ρ	189413	188781
Густина заборотної води, т/м³	ρ	1,025	1,025
Осадка судна, м	T	17,72	17,66
Момент диферентуючий на 1 см, тм/см	M _{см}	2496,3	2497,9
Абсциса центра величини судна, м	x _c	8,047	8,079
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	x _f	0,18	-0,546

Продовження табл. 4.6

1	2	3	4
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	18,83	18,83
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,850	0,850
Диферент судна, м	$d = D(x_g - x_c)/(100M_{cm})$	-0,25	-0,05
Осадка судна носом, м	$T_H = T + (L/2 - x_f) d/L$	17,60	17,63
Осадка судна кормою, м	$T_K = T_H - d$	17,85	17,68

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

Таблиця 4.7 – Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h , тм
No.1 H.F.O.TK (P/S)	2974
No.2 H.F.O.TK (P/S)	5375
No.3 H.F.O.TK	383
M.D.O. TK.(P)	186
M/E L.O.SUMP TK.	21
NO.1 CYL. STORE TK.(P)	23
NO.2 CYL. STORE TK.(P)	28
F.W.TK. (P)	177
F.W.TK. (S)	112
DISTILLED WATER TK.	61
Bilge Holding TK.	68
СУММА $\Sigma \Delta m_h$	9408

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний у табл.4.8.

Таблиця 4.8 – Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	194148,8	193501
Невиправлена апліката центра ваги судна, м	z_{g0}	8,60	8,55
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	18,83	18,83
Невиправлена метацентрична висота, м	$h_0 = z_m - z_{g0}$	10,23	10,28
Виправлення на вільні поверхні, м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / D$	0,05	0,05
Виправлена апліката центра ваги судна, м	$z_g = z_{g0} + \Delta h$	8,65	8,60
Виправлена метацентрична висота, м	$h = h_0 - \Delta h$	10,18	10,23

4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації

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

Таблиця 4.9 – Перевірка остійності по критичній аплікаті центра ваги судна

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	194148,8	193501
Виправлена апліката Ц.В. судна, м	z_g	8,65	8,60
Максимальна гранична апліката Ц.В., м	$z_g^{\max}$	16,556	16,555

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

4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності

Плечі статичної остійності розраховані з використанням таблиці плечей остійності форми (Cross-Curves of Stability). Плечі остійності форми l_ϕ вибираються по осадці для тих кутів крену, які приведені в таблиці. Ці плечі відлічуються від точки К, що відповідає кільовій лінії, то плечі остійності ваги необхідно розраховувати по формулі:

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

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

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

У таблиці представлений розрахунок: плечей діаграми статичної остійності, площ під діаграмою статичної остійності до 30° , до 40° і від 30° до 40° з використанням коефіцієнтів Сімпсона.

$$a_{0-40} = 1/3 \Delta\theta \cdot \sum_{40}; \quad a_{0-30} = 3/8 \Delta\theta \cdot \sum_{30}; \quad a_{30-40} = a_{0-40} - a_{0-30}.$$

Розрахунок плечей статичної остійності виконаємо в табличній формі.

Таблиця 4.10 – Розрахунок плечей статичної остійності на відхід

Водотоннажність D, т								194148,8
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м								8,60
Апліката умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «О»)								0,00
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м								8,65
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плеche форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \cdot \sin \theta^\circ$	Плеche статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \theta^\circ$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	3,265	0,174	1,505	1,760	4	7,040	3	5,280

Продовження табл. 4.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	6,500	0,342	2,958	3,542	2	7,084	3	10,626
30	9,171	0,500	4,325	4,846	4	19,384	1	4,846
40	11,392	0,643	5,562	5,830	1	5,830	Σ_{30}	20,752
50	13,007	0,766	6,626	6,381	Σ_{40}	39,338	$a_{0-30} = 1,358$	
60	14,028	0,866	7,491	6,537	$a_{0-40} = 2,288$			
70	14,444	0,940	8,131	6,313				
80	14,332	0,985	8,520	5,812	$a_{30-40} = 2,288-1,358 = 0,930$			

Таблиця 4.11 – Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність D, т							193501,0	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							8,55	
Апліката умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м							8,60	
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плеце форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \cdot \sin \theta^\circ$	Плеце статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \theta^\circ$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	3,264	0,174	1,496	1,768	4	7,072	3	5,304
20	6,505	0,342	2,941	3,564	2	7,128	3	10,692
30	9,186	0,500	4,300	4,886	4	19,544	1	4,886
40	11,411	0,643	5,530	5,881	1	5,881	$\sum_{30}$	20,882
50	13,025	0,766	6,588	6,437	$\sum_{40}$	39,625	$a_{0-30} = 1,366$	
60	14,042	0,866	7,448	6,594	$a_{0-40} = 2,305$			
70	14,454	0,940	8,084	6,370				
80	14,337	0,985	8,471	5,866	$a_{30-40} = 2,305 - 1,366 = 0,939$			

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

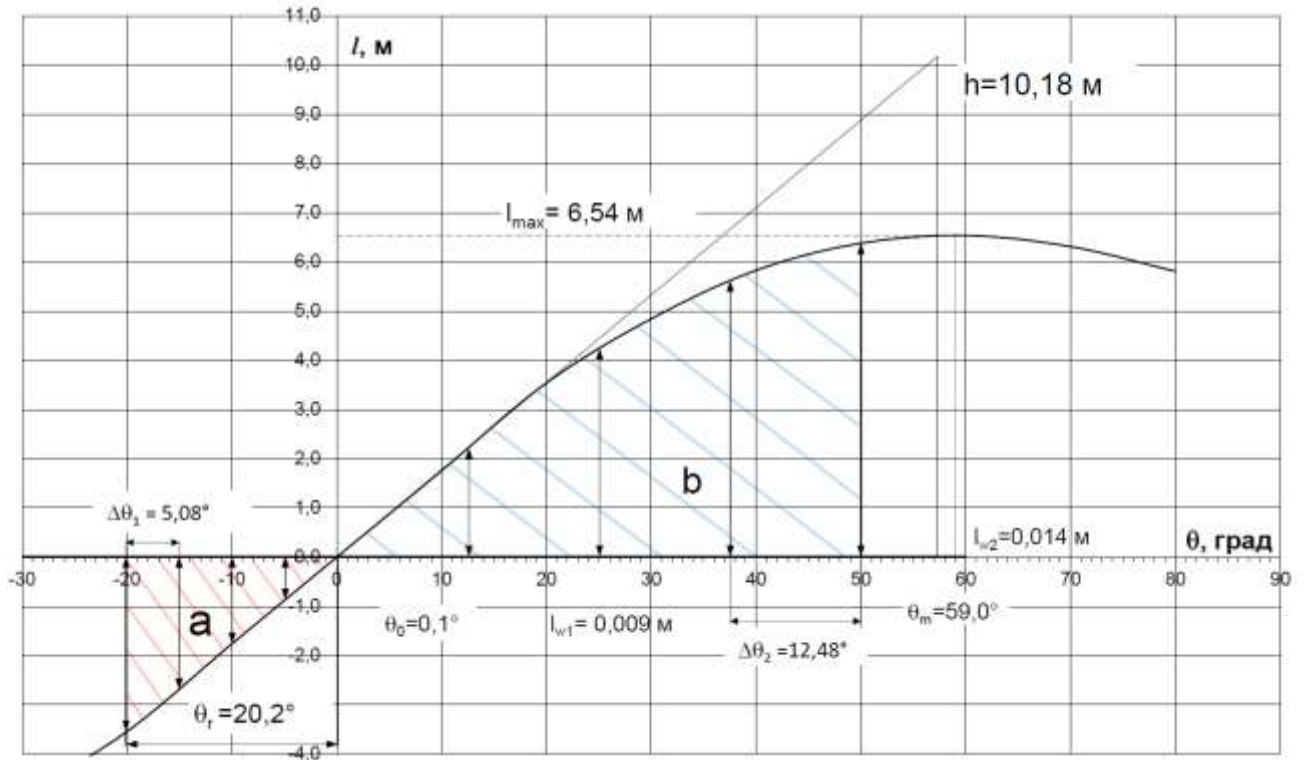


Рисунок 4.2 – Діаграма статичної остійності на відхід і визначення критерію погоди

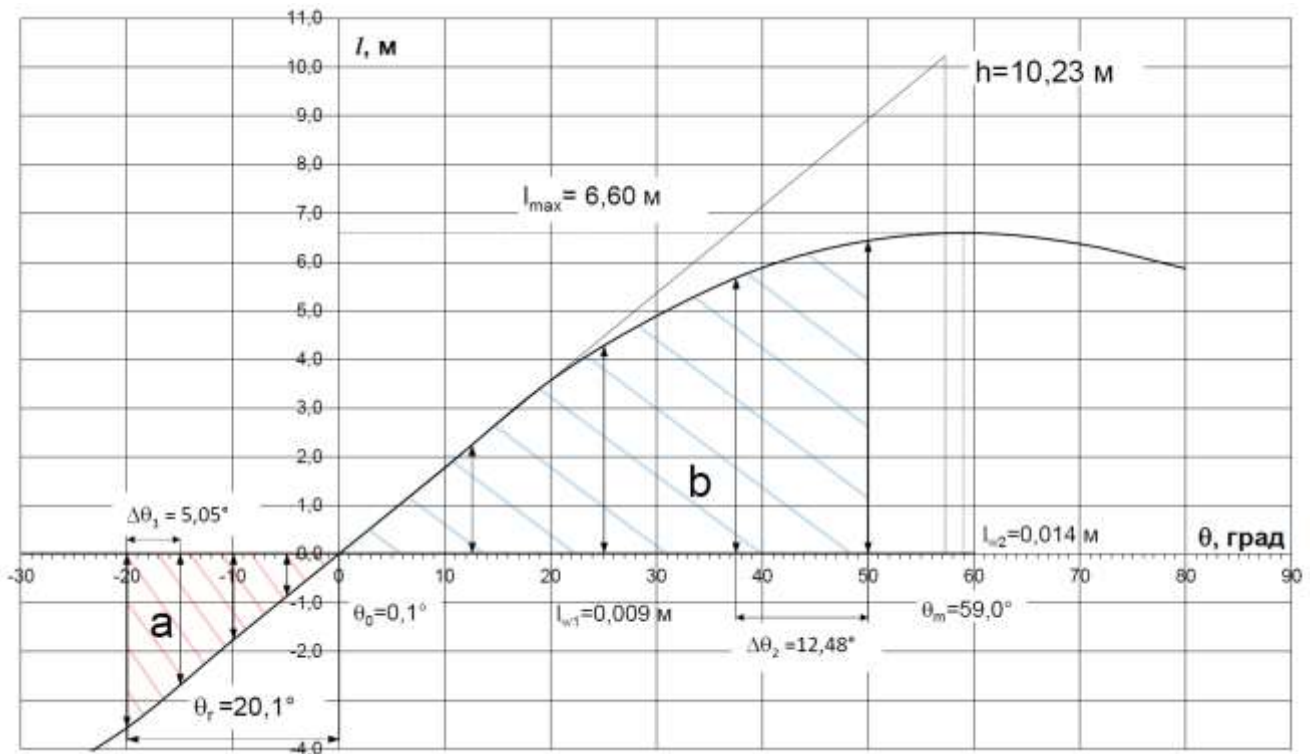


Рисунок 4.3 - Діаграма статичної остійності на прихід і визначення критерію погоди

4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності

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

Розрахунок нормованих параметрів остійності виконаний у табл. 4.12.

Таблиця 4.12 - Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	194148,8	193501
Осадка судна, м	T	17,72	17,66
Виправлена метацентрична висота, м	h	10,18	10,23
Площа парусності, м ²	A _v	2531	2548
Апліката центра парусності (ЦП), м	z	4,82	4,85
Плече парусності при постійному вітрі, м	$z_v = z + T/2$	13,68	13,68
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	$l_{w1} = 0,504 A_v z_v / (g D)$	0,009	0,009
Кренувальне плече від пориву вітру, м	$l_{w2} = 1,5 l_{w1}$	0,014	0,014
Відносна площа скулових кілей, %	$100 A_k / (L B)$	0,482	
Коефіцієнт	k	0,990	
Відносна ширина	B/T	2,54	2,55
Безрозмірний множник	X ₁	0,972	0,970
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,850	0,850
Безрозмірний множник	X ₂	1,000	1,000
Інерційний коефіцієнт	$c = 0,373 + 0,023B/T - 0,043L/100$	0,311	0,312
Період хитавиці, с	$T_\theta = 2 c B / \sqrt{h_0}$	8,8	8,8
Коефіцієнт	S	0,0874	0,0874
Коефіцієнт	$r = 0,73 + 0,6 (z_g - T)/T$	0,423	0,422

Продовження табл. 4.12

1	2	3	4
Амплітуда хитамиці, °	$\theta_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{r S}$	20,2	20,1
Кут заливання, °	θ_f	>50	>50
Кут входу палуби у воду, °	$\theta_d = \arctg(2(H - T) / B)$	15,8	16,0
Кут крену від постійного вітру, °	θ_0	0,1	0,1
Кут крену при хитамиці назустріч вітру, °	$\theta_1 = \theta_{r \text{ IMO}} - \theta_0$	20,1	20,0
Границя площ. “b” діаграми праворуч, °	θ_b	50	50
Площа “a” діаграми, м-рад	a	0,633	0,630
Площа “b” діаграми, м-рад	b	3,346	3,376
Критерій погоди	$K = b / a$	5,29	5,36

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

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

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

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (20,1 + 1,5 \cdot 0,1)/4 = 5,08^\circ$					
$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 5,08^\circ / 57,3 = 0,0886 \text{ рад}$					
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 0,1)/4 = 12,48^\circ$					
$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 12,48^\circ / 57,3 = 0,2177 \text{ рад}$					
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
1	2	3	4	5	6
$a_1 = 3,56$	1	3,56	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 2,70$	4	10,80	$b_2 = 2,21$	4	8,84
$a_3 = 1,77$	2	3,54	$b_3 = 4,23$	2	8,46
$a_4 = 0,88$	4	3,52	$b_4 = 5,61$	4	22,44

Продовження табл. 4.13

1	2	3	4	5	6
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 6,367$	1	6,367
		$\Sigma_a = 21,42$			$\Sigma_b = 46,107$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 21,42 \times 0,0886 = 0,633$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 46,107 \times 0,2177 = 3,346$		

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

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (20,0 + 1,5 \cdot 0,1)/4 = 5,05^\circ$ $\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 5,05^\circ/57,3 = 0,0881$ рад					
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 0,1)/4 = 12,48^\circ$ $\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 12,48^\circ/57,3 = 0,2177$ рад					
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 3,578$	1	3,578	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 2,70$	4	10,80	$b_2 = 2,23$	4	8,92
$a_3 = 1,77$	2	3,54	$b_3 = 4,27$	2	8,54
$a_4 = 0,88$	4	3,52	$b_4 = 5,66$	4	22,64
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 6,423$	1	6,423
		$\Sigma_a = 21,438$			$\Sigma_b = 46,523$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 21,438 \times 0,0881 = 0,630$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 46,523 \times 0,2177 = 3,376$		

4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

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

Таблиця 4.15 – Перевірка виконання рекомендацій ІМО

Найменування величин	Позна- чення	Значення величин			Викон. (YES/NO)
		норма- тивні	відхід	при- хід	
1	2	3	4	5	6
<i>Загальні критерії:</i>					
Площа під ДСО до кута крену 30° , м·рад	A_{30}	$\geq 0,055$	1,358	1,366	YES

Продовження табл. 4.15

1	2	3	4	5	6
Площа під ДСО до кута крену 40^0 , м·рад	A_{40}	$\geq 0,09$	2,288	2,305	YES
Площа під ДСО між 30^0 і 40^0 , м·рад	A_{30-40}	$\geq 0,03$	0,930	0,939	YES
Плече ДСО при куті крену 30^0 або більше, м	l_{30}	$\geq 0,20$	4,846	4,886	YES
Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, ^{0}	θ_m	≥ 25	59,0	59,0	YES
Виправлена метацентрична висота, м	h	$> 0,15$	10,18	10,23	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	5,29	5,36	YES
Кут крену від постійного вітру, ^{0}	θ_0	$\leq 12,6$	0,1	0,1	YES

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

4.7 Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу

Загальна міцність контролюється по силах, що перерізають, і згинальним моментам у декількох поперечних перерізах по довжині корпусу.

Для кожного з обраних перерізів необхідно по прийнятому вантажному плану розрахувати силу, що перерізує, і згинальний момент і порівняти їх із припустимими значеннями.

Розрахунок міцності виконаємо використовуючи схвалену класифікаційним товариством ABS програму «ANKO MARINE SOFTWARE».

Результати розрахунку по судновій програмі перерізуючої сили, SF і згинального моменту BM на відхід судна представлені в табл.4.16.

Таблиця 4.16 – Перевірка подовжньої міцності на відхід

Переріз	X, м	SF, т	SFsea, %	Доп.SF, т	BM, тм	BMsea, %	Доп.BM, тм
1	2	3	4	5	6	7	8
47	-101,900	-5120	58,2	-8802	-59530	39,9	-149375
74	-77,330	-1738	16,3	-10662	-139151	53,8	-258605

Продовження табл. 4.16

1	2	3	4	5	6	7	8
102	-51,850	-89	1	-8610	-159003	43,4	-366769
130	-26,370	210	1,9	11308	-155925	42,5	-366769
159	0,020	249	2,4	10367	-150925	41,1	-366769
188	26,410	422	4,4	9648	-142369	38,8	-366769
216	51,890	723	7	10361	-127450	34,7	-366769
244	77,370	1043	13,3	7829	-104630	37,9	-276210
272	102,850	1634	16	10225	-70993	43,6	-162935
299	127,421	3114	32,7	9518	-14920	27,8	-53704

Максимальна перерізуюча сила SF –5120 т (58,2%) на 47 шпангоуті.

Максимальний згинальний момент BM -139151 (53,8%) на 74 шпангоуті.

На рис.4.4. представлена епюра перерізуючих сил і згинальних моментів на відхід.

Протягом усього рейсу загальна поздовжня міцність забезпечена.

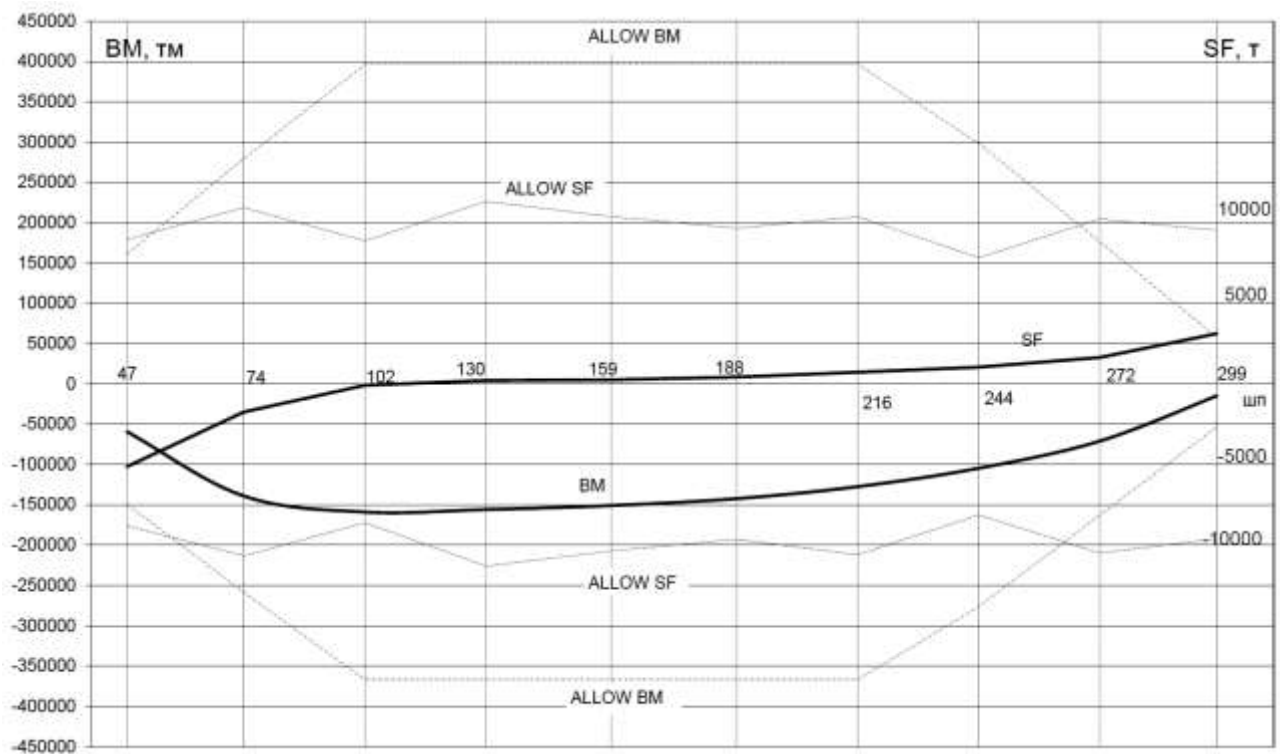


Рисунок 4.4 - Епюра перерізуючих сил і згинальних моментів на відхід

РОЗДІЛ 5

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БАЛКЕРНИХ СУДЕН В СУЧАСНИХ УМОВАХ

5.1 Класифікація балкерів

Балкер (bulk carrier, bulk freighter) – спеціалізоване судно для навалочних вантажів, з відносно низькою питомою вантажомісткістю.

Перший балкер був побудований в 1852 році, економічні фактори сприяли розвитку цього типу суден, які все більше збільшувалися в розмірах і вдосконалювалися. Термін «балкер» з'явився лише в 1955 році. Більшість Регістрів класифікують балкер як судно, що перевозить сухий неупакований вантаж. Але це поняття не виключає багатоцільові судна, які можуть перевозити вантаж упакований і насипом або негабаритний вантаж.

Трюми балкерів мають великі люки, а коефіцієнт лючності досягає 0,6-0,8. Для виключення роботи з вирівнювання вантажу у вантажних трюмах влаштовуються великі скоси і підпалубні танки. Форма бортових підпалубних цистерн забезпечує достатню стійкість маси вантажу, щоб запобігти його небезпечному зміщенню, а похилі стінки підпалубних цистерн зручні з точки зору збору вантажів при вивантаженні.

Сьогодні балкери складають понад 30% світового торгового флоту і варіюються в розмірах від міні-балкерів однострумних до рудовозів дедвейтом понад 400 000 т. Різні вони і за способом завантаження/розвантаження і зберігання вантажу: одні залежать від берегових кранів і портових споруд, інші мають власні крани і системи завантаження/розвантаження, а деякі навіть здатні упаковувати вантаж при навантаженні.

При проектуванні навалочних суден беруться до уваги схеми і послідовність завантаження з урахуванням питомої ваги вантажів, призначених для перевезення, і схеми баластування при різних режимах експлуатації. Опис

цих міркувань, що лежать в основі проекту, наводиться в рекомендаціях по навантаженню і експлуатації, які містять необхідні для суднових офіцерів основні схеми навантаження, характеристики міцності та експлуатаційні обмеження судна.

Балкерні судна поділяють на певні групи за величиною водотоннажності наступним чином:

- Міні-балкер (Minibulker) — менше 10 тис. т;
- Хендібалкер (Handybulker) — 10-30 тис. т;
- Хендімакс (Handymax) — 35-60 тис. т;
- Панамакс (Panamax) — 50-80 тис. т;
- Кейпсайз (Capesize) — 100-160 тис. т.

Міні-балкери — невеликі за розмірами балкери типу Multy Flex дедвейтом близько 10 000 т, які мають зазвичай багатоцільове призначення і можуть успішно перевозити контейнери та інші вантажі. Ці судна, наприклад, «African Eagle», мають, як правило, подвійні борти шириною близько 1300 мм зі зменшеною шириною підпалубних танків і збільшеною шириною люків до 0,75 В (ширини судна).

Найбільша кількість балкерних суден відноситься до групи Хендімакс (близько 2500), в групі Хендібалкер налічується більше 1500 балкерів. Ці судна найбільш універсальні — на них можна перевозити до 50 видів сухих масових вантажів.

Панамакс. Суден типу Панамакс у світовому флоті близько 800. Пріоритетне положення середньотоннажних балкерів пояснюється їх перевагами: маючи осадку менше 11 метрів (довжина найбільша 195 м, ширина 30,5 м, висота борту 16,5 м), вони можуть використовуватися на різних напрямках перевезень, заходити в порти з обмеженнями щодо розмірів суден або не обладнаних для обробки навалювальних вантажів.

Максимальні розміри суден типу Панамакс (головним чином ширина) підібрані так, щоб вони могли проходити Панамський канал (звідси і їх назва) і обслуговувати магістральні напрямки стабільних перевезень вугілля, зерна, руди. Лімітовані розміри для проходу каналу складають: довжина найбільша — 289,5 м, ширина — 32,3 м, максимальна осадка — 12,04 м.

Capesize (Кейпсайз) — категорія дуже великих балкерів з вантажопідйомністю понад 150 тисяч тонн дедвейту (DWT). Термін capesize зазвичай використовується для опису балкерів, проте зараз все частіше можна зустріти цю класифікацію і серед танкерів. Стандартні балкери цього класу мають вантажопідйомність в 175 тисяч тонн (DWT) і використовуються в основному для транспортування вугілля і залізної руди.

У світовому флоті є також кілька десятків балкерів дуже великих розмірів (Very large bulk carriers – VLBCs), які експлуатуються переважно на перевезеннях залізної руди в напрямку Бразилія – Європа і Австралія – Японія. Дедвейт цих суден зазвичай більше 180 тис. тонн, багато хто з них — комбіновані, здатні перевозити два і більше видів вантажу. Основні розміри їх вельми значні: наприклад, одне з таких суден (Very Large Coal/Ore Carrier) — «Фронт Мару» має довжину 312 м, ширину 50 м, висоту борту 26,7 м, максимальну осадку 19,3 м, дедвейт 224 тис. т. Найбільше в світі навалювальне судно належить норвезькому судновласнику Бергенсену — це рудовоз «Бергу Стар» (дедвейт 359 тис. т).

Спеціалізовані типи балкерів

Спостерігаються тенденції орієнтувати балкери за районом плавання. Враховуються глибини проток, каналів, прибережних зон і внутрішніх морів, габарити шлюзів і розміри причалів. У цьому випадку в позначення балкера входить повна або часткова назва каналу, міста, порту, моря, протоки: Kamsarmax, Setouchmax, Dunkirkmax, Newcastlemax, Malaccamax.

Kamsarmax — досить новий тип, здатний заходити в порт Камсар (Гвінея-Бісау), трохи більший за клас Панамакс. Їх довжина дорівнює 229 метрам, що відповідає довжині рудонавалочних і нафтоналивних терміналів цього порту.

Setouchmax — балкери відносяться до найбільшого за розміром типу, який може ходити у Внутрішньому Японському морі (море Setouch), мають дедвейт 203 тисячі тонн.

Dunkirkmax — балкери відносяться до найбільшого за розміром типу, який може приймати порт Дюнкерк у Франції, мають вантажопідйомність в 175 тисяч тонн дедвейту і довжину 289 метрів.

Конструктивні особливості балкерів: розташування машинного відділення, навігаційного містка і житлової надбудови в кормовій частині, значна кількість (від 5 до 9, іноді до 11) просторих, зручних для вивантаження грейферами вантажних трюмів, наявність розвиненої системи баластних ємностей, відносно невелика потужність головної рухової установки, невисока швидкість ходу (12-14 вузлів).

Багато навалочних суден — середніх розмірів і типу Панамакс — обладнані палубними кранами або стрілами для завантаження/розвантаження вантажу (Geared bulk carriers); невелика кількість балкерів обладнані транспортерами спеціальної конструкції, що дозволяють виконувати високоінтенсивне вивантаження навалочних вантажів з трюмів на причал (Self-unloaders ship). Такі пристрої зменшують корисну кубатуру трюмів для прийому комерційного вантажу, але забезпечують істотне скорочення часу стоянки в портах. Тому число саморозвантажних балкерів і їх розміри мають стійку тенденцію зростання.

5.2 Сучасний стан балкерного флоту

Масштаби світового балкерного флоту: станом на початок 2024 року світовий балкерний флот налічував близько 12 200 суден, що становить понад 40% світового тоннажу. До кінця 2024 року загальна вантажопідйомність світового балкерного флоту (судна понад 25 000 DWT) перевищила 1 мільярд тонн дедвейту, що підкреслює його ключову роль у світовій торгівлі.

Станом на січень 2025 року поточний балкерний флот налічує 14 109 суден ($\geq$ 10 000 DWT), що демонструє значне зростання галузі за останні роки. Середній вік більшості балкерних суден становить 12-18 років.

Новобудови та замовлення: у 2024 році було розміщено понад 440 замовлень на балкери загальною вантажомісткістю 108,4 млн тонн дедвейту. У 2024 році до флоту було додано 540 нових балкерів, а очікується, що близько 590 нових балкерів будуть додані до флоту до кінця 2025 року.

Розподіл потужностей, що надходять на ринок, включає: 31% для Ultramax, 26,6% для Panamax та 22,5% для Capesize. Співвідношення портфеля замовлень до діючого флоту становить 10,6%, що вказує на помірну активність у будівництві нових суден.

Проте активність замовлень значно уповільнилася: з січня 2025 року було замовлено лише 12 балкерів, порівняно з приблизно 60 замовленнями в перші два місяці 2024 року. Це зниження пояснюється невизначеністю через низькі ставки фрахту та підвищені ціни на новобудови.

Старіння флоту: одним із найважливіших трендів є старіння балкерного флоту. Станом на січень 2025 року 1 856 суден (13% від загального балкерного флоту) мають вік 21 рік і старше, що становить збільшення на 12% порівняно з аналогічним періодом 2024 року. Вікова група 16-20 років становить 2 269 суден (16% загального балкерного флоту), що на 29% більше порівняно зі січнем 2024 року.

Одним із найстаріших секторів є сектор Handysize із середнім віком 13,5 років. Наразі 15% від загального флоту Handysize, що складається з 426 суден, має вік 21 рік і старше, тоді як на замовлення знаходиться лише 260 суден.

Утилізація суден: обсяги утилізації в 2024 році склали 2,5 млн тонн дедвейту, що є історично низьким показником. У 2024 році лише 70 суден пішли на утилізацію, оскільки судновласники утримують старі судна через оптимізм щодо майбутніх доходів та попиту на сировинні товари, особливо залізну руду, вугілля та зерно на ринках країн, що розвиваються.

Низькі обсяги утилізації у поєднанні зі старінням флоту створюють потенційні виклики. Приблизно 16% активного балкерного флоту має вік 20 років і старше, що є помітним збільшенням з 14% у попередньому році.

Безпека флоту: у період з 2014 по 2023 рік було втрачено 21 балкер дедвейтом понад 10 000 тонн із трагічною загибеллю 89 моряків. Однак тенденції показують покращення безпеки: у 2023 році був зафіксований лише один випадок повної втрати судна без жертв.

Початковий аналіз статистики виявляє деякі потенційні прогалини в безпеці:

- Зрідження вантажу залишається найбільшим фактором загибелі людей — 55 життів або 61,8% від загальної кількості втрат за останні десять років.
- Посадки на міліну залишаються найбільшою причиною втрати суден — 9 втрат або 42,9% від загальної кількості.

Екологічні вимоги та декарбонізація: морська індустрія зазнає значного тиску щодо зменшення свого впливу на навколишнє середовище. Міжнародна морська організація (ІМО) встановила амбітні цілі скоротити викиди парникових газів від судноплавства на 50% до 2050 року. Балкери, які є одними з найбільших споживачів палива в судноплавній індустрії, є ключовою ціллю цих регуляцій.

Рамкова програма IMO Net-Zero Framework. У квітні 2025 року на 83-й сесії Комітету із захисту морського середовища ІМО (MEPC 83) були

схвалені проекти поправок до MARPOL Додаток VI, що вводять рамки ІМО Net-Zero Framework. Ці заходи, які планується офіційно прийняти в жовтні 2025 року перед набуттям чинності в 2027 році, стануть обов'язковими для великих морських суден валовою місткістю понад 5 000 тонн.

Прямі цілі відповідності вимагають зниження інтенсивності використання парникових газів на 21% до 2030 року, зростаючи до 43% до 2035 року порівняно з базовим рівнем 2008 року.

Зони контролю викидів (ЕСА). З 1 травня 2025 року Середземне море було позначено як зону контролю викидів (ЕСА). Судна повинні використовувати паливо з вмістом сірки не більше 0,10% або встановлювати затверджені системи очищення вихлопних газів.

Гонконгська конвенція про утилізацію суден. 26 червня 2025 року набула чинності Гонконгська конвенція про утилізацію суден, яка застосовується до суден валовою місткістю понад 500 тонн. Нові судна повинні мати затверджений інвентар небезпечних матеріалів, а існуючі судна повинні отримати його до 26 червня 2030 року.

Технологічні інновації: у відповідь на екологічні виклики багато судноплавних компаній звертаються до екологічних технологій, таких як балкери, що працюють на LNG, та інноваційні конструкції корпусів, які зменшують споживання палива. У 2025 році стійкість стає ключовим фактором для балкерів.

Safe Bulkers планує розширити свій флот 7 новими суднами з сухих навалювальних вантажів, включаючи два судна з подвійним паливом, здатні працювати на метанолі та досягати майже нульових викидів парникових газів.

Зменшення середньої швидкості руху також стає важливою тенденцією. Із впровадженням кліматичних регуляцій швидкість судноплавства зменшується, і ця тенденція очікується і надалі в 2024-2025 роках.

Провідні компанії: у 2024 році найбільшою компанією з перевезення сухих навалювальних вантажів за вантажопідйомністю флоту є Berge Bulk, яка експлуатує 84 судна загальною вантажопідйомністю 14 701 526 DWT. 15 найбільших компаній контролюють понад 10,67% світового флоту сухих навалювальних вантажів.

Oldendorff має флот із приблизно 700 балкерів різних розмірів, понад 90% його флоту складається з екологічних суден типу ЕСО. Щорічно компанія перевантажує близько 400 мільйонів тонн вантажу у 11 локаціях по всьому світу.

Pacific Basin базується в Гонконзі та є одним із основних власників та операторів балкерів типу Handysize та Supramax. Її флот із 266 суден обслуговує 857 портів у 107 країнах.

Ринкові тенденції: вартість балкерів істотно знизилася з середини 2024 року. Вартість більшості класів балкерів впала на 18-20%. Знижуючі фрахтові ринки у всіх сегментах суден були ключовим фактором зниження вартості суден.

Через брак кандидатів на утилізацію та постійний потік нових суден активний балкерний флот значно розширився, зріс з 13 628 суден у лютому 2023 року до 14 180 суден на початку 2025 року.

Триваючі напруження у Східній Європі, особливо пов'язані з війною в Україні, порушили торгівлю та судноплавні маршрути в Чорному морі. Турбулентні ситуації в Червоному морі та Чорному морі змусили судноплавні маршрути йти в обхід, збільшуючи операційні витрати.

Прогноз на 2025 рік: очікується, що зростання балкерного флоту в 2025 році становитиме близько 3%. У 2024 та 2025 роках очікується постачання 35,1 млн та 36,5 млн тонн дедвейту відповідно.

З одного боку, очікується збільшення попиту на сировину, особливо на ринках країн, що розвиваються. Урбанізація та індустріалізація в таких

регіонах, як Південно-Східна Азія, Африка та Латинська Америка, ймовірно, підтримають високий рівень імпорту навалювальних товарів.

З іншого боку, зростаючі витрати на паливо, жорсткіші екологічні норми та політична невизначеність створюють постійні виклики для операторів балкерів. У відповідь на ці виклики в балкерній індустрії відбуваються значні інновації, особливо в областях паливної ефективності, дизайну суден та стійкості.

Імпорт залізної руди Китаєм у 2024 році досяг рекордного максимуму і очікується встановити ще один рекорд у 2025 році. Імпорт вугілля Китаєм у 2024 році зріс на 14,4% до рекордного рівня.

Компанії, які зможуть адаптуватися до мінливого ландшафту та інвестувати в зелені технології, будуть добре позиціоновані для успіху в найближчі десятиліття.

5.3 Забезпечення безпеки при експлуатації та перевезенні вантажів

5.3.1 Категорії небезпеки при перевезенні навалювальних вантажів

У документах ІМО вказується три категорії небезпеки для судна під час перевезення навалювальних вантажів:

- 1. Невідповідний розподіл навантажень в корпусі судна, що може призвести до структурних пошкоджень:**
 - надмірна концентрація маси вантажу на палубу або на настил подвійного дна;
 - невідповідний розподіл вантажу між трюмами.
- 2. Недостатня (невідповідна) остійність судна в період плавання:**

- надмірна остійність, яка веде до різкої хитавиці з можливими ушкодженнями конструктивних елементів судна і зрушення вантажу;
- зниження остійності в результаті поперечного зсуву у разі "сухих" вантажів і вантажів, що не зріджуються при високій вологості; поперечного зміщення вантажу у разі "вологих" вантажів, які зріджуються.

3. **Можливість раптового нагрівання всередині штабеля, виникнення отруйних або вибухонебезпечних газів, сильний корозійний ефект.**

5.3.2 Класифікація навалювальних вантажів

"Сухі" незернові вантажі. До "сухих" незернових вантажів відносяться: боксити, нітрат кальцію, цемент, цементний клінкер, глина, вугілля, хромова руда, кокс, феромарганець, гіпс, залізна руда, марганцева руда, металобрухт. Критерій "сухої" незмінюваності: кут природного укосу (КПУ) більше 35° . Такий вантаж вважається умовно безпечним. Слід мати на увазі, що значення КПУ може коливатися в залежності від методу випробування зразка вантажу. Величини КПУ наводяться в описах "сухих" вантажів.

Вантажі, що зміщуються у вологому стані. До вантажів, що зміщуються у вологому стані, відносяться апатити, цинкова обманка, мідна руда, пек, деякі види залізної руди, свинцева руда, пірит, нікелева руда, цинкова руда, каолін. При характеристиці таких вантажів використовуються поняття:

- фактична вологість вантажу (зразка, підданого лабораторному аналізу) — $W_f\%$;
- вологість, при якій в умовах вібрації вантаж зріджується — $W_p\%$;
- допустима (транспортабельна) межа вологості — $W_d\%$.

При перевезенні необхідно дотримуватися умови $W_f\% < W_d\% < W_p\%$. В описі вантажів вказується середня вологість (в %) у натуральному стані і допустима межа вологості при транспортуванні морем.

Вантажі, здатні до самонагрівання. Здатні самонагріватися в процесі перевезення вугілля, макухи, рибне борошно. Вугілля і сірка сприяють інтенсивній корозії металевих елементів вантажних трюмів і як наслідок — зниженню їх міцності.

5.3.3 Нормативна база

Міжнародний кодекс з перевезення твердих навалювальних вантажів (IMSBC Code). На балкерах перевозяться вантажі широкої номенклатури, що володіють різними транспортними характеристиками і фізико-хімічними властивостями, в тому числі небезпечні щодо зміщення або прояву властивих їм якостей (вибухонебезпечні, самонагріваються, що виділяють отруйні гази і ін.). Відповідно, існують істотні відмінності в технології перевезення окремих видів вантажів і обов'язки екіпажу щодо забезпечення їх збереження в процесі рейсу.

В якості нормативних документів, що визначають необхідні при цьому дії і процедури, використовуються кодекси ІМО, міжнародні конвенції (Про вантажну марку 1966 р., СОЛАС-74, МАРПОЛ 73/78) і національні правила.

Перевезення незернових навалювальних вантажів — руди, рудних концентратів, кам'яного вугілля та ін. — пов'язане з небезпеками, які можуть виникнути в процесі перевезення в силу фізичних і хімічних властивостей цих вантажів. ІМО розробила Міжнародний кодекс з перевезення твердих навалювальних вантажів (International Maritime Solid Bulk Cargoes (IMSBC) Code).

Міжнародний кодекс з перевезення твердих навалювальних вантажів замінив Кодекс безпечної практики для твердих сипучих вантажів (BC Code). IMSBC Code був прийнятий 4 грудня 2008 року (Резолюція MSC.268(85)) і набув чинності 1 січня 2011 року, з якого часу він став обов'язковим згідно з положеннями Конвенції СОЛАС.

IMSBC Code повинен сприяти безпечному зберігання та відвантаженню твердих сипучих вантажів шляхом надання інформації про небезпеку, пов'язану з перевезенням певних видів твердих сипучих вантажів, та інструкцій щодо процедур, які застосовуються при перевезенні твердих сипучих вантажів.

Кодекс IMSBC піддається оновленням кожні два роки, щоб відобразити зміни в характері та різноманітності твердих навалювальних вантажів, представлених для відвантаження. Морський комітет з безпеки ІМО прийняв нові поправки (07-23) до IMSBC Code резолюцією MSC.539(107) у червні 2023 року.

Поправки (07-23) до IMSBC Code стали обов'язковими з 1 січня 2025 року, хоча адміністрації мали можливість застосовувати поправки на добровільній основі з 1 січня 2024 року. Видання 2023 року включає поправку 07-23 та додаткову інформацію, що доповнює IMSBC Code, таку як Кодекс практики безпечного завантаження та розвантаження балкерів (BLU Code).

Основні зміни у поправці 07-23:

- Включення визначень для "динамічного розділення" та "вантажів, які можуть зазнавати динамічного розділення" (утворення рідкої суспензії (вода та дрібні тверді частинки) над твердим матеріалом, що призводить до ефекту вільної поверхні, який може значно вплинути на стійкість судна).
- Додано 14 нових вантажів до IMSBC Code, включаючи нову назву вантажу "CELESTINE CONCENTRATE".
- Новий вантаж "DIRECT REDUCED IRON (D) (By-product fines with moisture content of at least 2%)" класифікується як вантаж груп А і В, здатний до зрідження та хімічно небезпечний.
- Розділ 4.2 "Надання інформації" був доповнений вимогою про те, що насипна щільність (bulk density) є одним із пунктів інформації про

вантаж, яку повинні надавати вантажовідправники перед завантаженням, відповідно до регулювання SOLAS XII/10.

- Додаток 3 "Властивості твердих навалювальних вантажів" був оновлений для включення нових вантажів, які вважаються некогезивними. Для цих вантажів кут природного укусу повинен бути визначений до завершення завантаження.

Групи вантажів за IMSBC Code. Згідно з Міжнародним кодексом з перевезення твердих навалювальних вантажів, вантажі поділяються на три групи:

Група А складається з вантажів, які можуть зріджуватися, якщо їх перевозять із вмістом вологи, що перевищує їх обмеження вологості для транспортування.

Група В складається з вантажів, які мають хімічну небезпеку, яка може спричинити появу небезпечної ситуації на судні.

Група С складається з вантажів, які не піддаються зрідженню (група А) та не мають хімічних небезпек (група В).

Структура IMSBC Code. Кодекс складається з передмови, тринадцяти розділів і п'яти додатків:

У передмові звертається увага перевізника на отримання від вантажовідправника вичерпних даних про характер вантажу, що перевозиться.

У розділі І наводяться визначення основних термінів, які використовуються в Кодексі, таких як кут природного укусу; вантажі, схильні до зрідження; концентрати; вантажна місткість; точка плинності; стан зрідження; вологовміст; відбір зразків для випробування; вантажовідправник; твердий навалювальний вантаж; навантажувальний фактор; транспортабельна межа вологості; штивка вантажу і ін.

У розділі ІІ наводяться загальні запобіжні заходи. Вказується, що для збереження міцності судна і його остійності навалочні вантажі повинні бути правильно розподілені з урахуванням характеристик вантажу та

конструктивних особливостей судна. Якщо перевозяться вантажі з вантажним об'ємом 0,56 м³/т і менше, особливу увагу слід звернути на те, щоб уникнути надмірних напружень у корпусі судна.

Інші розділи охоплюють:

- Розділ 3: Безпека персоналу та судна
- Розділ 4: Оцінка прийнятності вантажів для безпечного відвантаження
- Розділ 5: Процедури штивки
- Розділ 6: Методи визначення кута природного укусу
- Розділ 7: Вантажі, які можуть зріджуватися
- Розділ 8: Процедури випробувань вантажів, які можуть зріджуватися
- Розділ 9: Матеріали, що несуть хімічну небезпеку
- Розділ 10: Перевезення твердих відходів навалом
- Розділ 11: Положення про безпеку
- Розділ 12: Таблиці перерахування коефіцієнта зберігання
- Розділ 13: Посилання на пов'язану інформацію та рекомендації

**Міжнародний кодекс про безпечне перевезення зерна навалом
(International Grain Code)**

Всі морські судна, що здійснюють перевезення зерна навалом, повинні мати документацію з завантаження судна зерном, розроблену з урахуванням вимог гл. VI Конвенції СОЛАС-74 та Правил Регістру.

Вимоги до перевезення зерна охоплюються Міжнародним кодексом про безпечне перевезення зерна навалом (International Grain Code, 1991), прийнятим резолюцією MSC.23(59). Кодекс є обов'язковим згідно з главою VI СОЛАС з 1 січня 1994 року.

В основу цих правил були покладені три основні чинники:

- переміщення зернової маси при хитавиці судна;
- усадка зерна від качки і вібрації;

- наявність підпалубних пустот, які утворюються в процесі навантаження судна.

Кут природного укосу для зернових вантажів коливається від 14 до 54°. Однак лабораторні дослідження показали, що для більшості вантажів при нахилі в повному обсязі завантаженої ємності зерно починає "перетікати" при куті нахилу $\beta = 15^\circ$.

Контрольні заміри підпалубних пустот у вантажних приміщеннях, повністю завантажених зерном, показали, що їх середня величина h_v становить 450-500 мм і більше. Ширина підпалубних пустот залежить від конструкції судна, а усадка зерна — від щільності відсипання і сорту зерна (її значення коливаються від 2 до 8%).

Оновлення Grain Code (2024-2026)

ІМО прийняла значні поправки до Grain Code резолюцією MSC.552(108) на 108-й сесії Морського комітету з безпеки у травні 2024 року, які набудуть чинності 1 січня 2026 року.

Історично Grain Code визнавав три умови завантаження зернових вантажів. Однак практичні сценарії завантаження, особливо в "спеціально придатних відсіках" з поздовжніми зернощільними перегородками, не були повністю врегульовані, що призводило до невизначеності та потенційних ризиків для безпеки, коли відсіки були частково заповнені в межах люкового отвору з необрізаними кінцями.

Поправки ввели четверту, раніше не врегульовану умову завантаження: "спеціально придатний відсік, частково заповнений в межах люкового отвору, з необрізаними кінцями". У цьому сценарії відсік заповнений до рівня нижнього краю люкових кінцевих балок або вище, але не до максимально можливого рівня, а кінці за межами люкового комінгу залишаються необрізаними.

Для цієї нової моделі завантаження необхідно виконати новий розрахунок моменту зміщення зерна та кривих об'єму, що охоплюють рівень від дна кінцевої балки до верху люкового комінгу. Ці криві повинні бути включені в посібник з завантаження зерна або в додаток до нього.

Поправки до Grain Code набувають чинності 1 січня 2026 року і будуть застосовуватися до новобудов з закладкою кіля на цю дату або пізніше. Для існуючих суден змінений Grain Code також може бути застосований для підвищення гнучкості завантаження та демонстрації відповідності новим вимогам.

Заходи для запобігання зміщення вантажу

З огляду на можливість зсуву зерна в процесі перевезення, Правила Регістру, розроблені з урахуванням вимог гл. VI Конвенції СОЛАС-74, передбачають, що судно, яке перевозить зерно і інші сипучі вантажі з питомим об'ємом понад 1,0 м³/т, має вживати заходів до запобігання зсуву вантажу або зниження його небезпечного впливу.

Як заходи, що запобігають зрушенню вантажу, передбачається:

- установка поздовжніх перегородок (шіфтінг-бордсів);
- використання живильників;
- кріплення поверхні вантажу.

У Правилах перевезення зерна особливо наголошується на необхідності проводити правильне завантаження судна. У будь-якому заповненому відсіку зерно повинно бути розсипано так, щоб воно в максимальному ступені заповнило весь простір під палубами і кришками люків. Після завантаження всі вільні поверхні зерна в частково заповнених відсіках повинні бути вирівняні.

5.3.4 Практичні заходи безпеки під час рейсу

Багаторічна практика перевезень виробила певну типову програму заходів, яку рекомендується виконувати в інтересах збереження вантажу і безпеки судна. Наведений нижче перелік цих заходів не виключає необхідності слідувати вказівкам нормативних документів.

До виходу у відкрите море та під час рейсу

- Закріпити люкові закриття належним чином, прибрати і закріпити швартовні кінці, закріпити по-похідному якоря.
- Обрати найкращий маршрут плавання, беручи до уваги фактори для даного рейсу (погода, відстань до порту призначення, метеообслуговування, стан судна і вантажу).
- Визначити, чи потрібно вентилювати вантаж. Вентилювати трюми відповідно до наявних інструкцій і рекомендацій Кодексу ІМО.
- Визначити точку роси і вентилювати, коли точка роси повітря в трюмі вище, ніж точка роси зовнішнього повітря. Припиняти вентилювання при забризкуванні вентиляторів забортною водою.
- Записувати в судновий журнал значення точки роси і час початку та припинення вентилювання із зазначенням причин.
- Виробляти щодня виміри рівнів рідини в танках і з'ясовувати причини незрозумілих різких змін вимірюваних величин.
- При надходженні в льяла води з вантажу, відкачувати її до заповнення льял, записувати в журнал кількість відкачаної води.
- Перевіряти льяла трюмів регулярно на кислотність (pH) і осушувати їх повністю, якщо виявлена кислотність льяльних вод.
- Вимірювати щодня температуру вантажу і контролювати загазованість повітря, якщо це вимагається правилами перевезення вантажу.
- Контролювати і обтягувати кріплення вантажу щодня або частіше, залежно від умов плавання.

- Перевіряти щодня палуби і забезпечити, щоб комори, проходи в трюми, кришки люків, лази були закриті в кінці робочого дня і перед настанням штормової погоди.
- У погану погоду оглядати палуби щодня, приймаючи необхідні міри обережності, щоб огляд був повним і безпечним.
- Коли швидкість судна зменшується в погану погоду, необхідно знижувати оберти гвинта або змінювати курс.
- Слідувати безпечним процедурам при плаванні на хвилюванні по носу або по кормі і при поворотах судна.
- Повідомляти про місцезнаходження судна і ЕТА, як потрібно.
- Повідомляти про температуру вантажу, кислотність (рН) льяльних вод і наявність газу в трюмах, якщо потрібно.

При прибутті в порт

- Приготувати якоря, швартовні кінці і судно до приходу в порт.
- Оглянути вантаж з метою виявлення дефектів негайно після приходу в порт вивантаження.
- Приготувати люки до вивантаження негайно після приходу в порт.

Забезпечення безпеки при перевезенні навалювальних вантажів на балкерах вимагає суворого дотримання міжнародних норм і правил, постійного моніторингу стану вантажу та судна, а також регулярного оновлення знань екіпажу відповідно до останніх змін у кодексах ІМО. Останні оновлення IMSBC Code (2023-2025) та Grain Code (2024-2026) відображають прагнення міжнародної морської спільноти до підвищення безпеки перевезень та адаптації до сучасних практик завантаження.

5.4 Вантажні та баластні операції на балкерах

5.4.1 Розвантаження вантажу

Розвантаження може проводитися різними способами. Найбільш поширений — за допомогою берегових кранів і грейферів різної вантажопідйомності. Максимальна швидкість досягається в початковий період вивантаження, коли значна маса вантажу доступна для грейфера в просвіті люка. Це так званий період "зняття вершків" — "cream digging". Пізніше швидкість падає, так як доводиться діставати вантаж з-під палубних просторів. Період "вільного копання" ("free digging") триває, поки не вивантажено приблизно 50% вантажу. Далі застосовуються різні способи вибірки вантажу грейфером з глибини трюму, за допомогою яких вивантажується до 85% вантажу. Завершується вивантаження зачисткою трюму, тобто збором залишків вантажу, переміщенням їх від бортів до просвіту люка ("trimming") і завантаженням грейфера.

Спостереження за вивантаженням здійснює вахтовий офіцер, старший (вантажний) помічник контролює процес і забезпечує виконання програми вивантаження/баластування судна. Зазвичай деякі (або всі) люки відкриваються до підходу до причалу, якщо дозволяють погодні умови. Старший помічник визначає осадку і розраховує дедвейт на прихід судна з метою визначення кількості вантажу до вивантаження незалежно від того, що це робить (або не робить) офіційно призначений сюрвейєр. Отримані результати разом з даними про кількість бункера і баласту на борту заносяться в судновий журнал.

Необхідно ретельно оглянути вантаж з метою виявлення ознак псування внаслідок водотічності люкових закриттів, конденсації вологи, зміщення, зараженості комахами і ін. Бажано це зробити до того, як псування вантажу буде виявлено одержувачами. Незначні дефекти вантажу внаслідок протікання води через щілини люкових закриттів повинні бути взяті на замітку для якнайшвидшого ремонту. Про більш істотні пошкодження вантажу, які можуть

викликати претензії одержувачів, потрібно негайно повідомляти судновласника з метою отримання необхідної допомоги від сюрвейєра Р&І клубу для мінімізації претензій.

Необхідно весь період вивантаження підтримувати постійний зв'язок з представниками стивідорної компанії (форман, стивідор). Старший помічник і вахтовий офіцер повинні з ними обговорювати і вирішувати всі питання, що стосуються виконання програми вивантаження/баластування, висоти судна (air draft), пошкоджень, нанесених судну в процесі вантажних робіт, зрушення вантажу до просвіту люка, перерв вивантаження з різних причин, використання спеціального обладнання або процедур, очікуваного часу завершення вантажних операцій.

В якості стандартного документа, що регламентує обмін інформацією між берегом і судном, рекомендується використовувати розроблений Міжнародною палатою судноплавства (International Chamber of Shipping) контрольний перелік питань (Ship/Shore Safety Check List). Він досить універсальний і може використовуватися як під час вивантаження, так і при навантаженні судна.

5.4.2 Планування розвантаження/баластування

Розвантаження/баластування повинна плануватися так, щоб поздовжні напруження корпусу не були надмірними, на будь-якому етапі завжди забезпечувався достатній запас води під кілем і висота судна, що дозволяє використовувати берегові вантажні пристрої; щоб судно в будь-який час могло відійти від причалу. Програму вивантаження/баластування складає старший помічник, керуючись основними вимогами і положеннями для програми навантаження/дебалластування. Копії повної програми передаються вахтовому помічнику і форману, що керує вивантаженням.

У складних умовах (перевезення декількох сортів вантажу при невідомій заздалегідь кількості і характеристиках берегового обладнання) програма вивантаження/баластування може бути складена тільки після підходу до

причалу і консультації зі стивідором. До складання узгодженої програми не слід починати прийом баласту і інтенсивне вивантаження з обмеженої кількості трюмів. В кінці вивантаження, коли в трюмах залишається незначна кількість вантажу і ймовірність перевищення допустимих меж напружень істотно зменшується, точне виконання програми вивантаження стає не настільки обов'язковим, як раніше.

При використанні для вивантаження трьох або чотирьох кранів трюми можна спорожнити досить рівномірно і цим значною мірою зменшити можливість виникнення великих напружень у корпусі. Найважче забезпечити безпечне в цьому сенсі вивантаження, якщо вона проводиться у високому темпі при використанні одного або двох берегових вантажних пристроїв.

У процесі вивантаження і баластування судно повинно бути у прямому положенні, так як при значному нахилі або диференті ускладнюється відкриття і закриття люкових кришок і використання суднових кранів. Слід мати на увазі, що з різних причин термінал може змінювати узгоджений план розвантаження судна. Про це оператор повинен своєчасно попереджати вантажного помічника.

5.4.3 Баластний перехід

Перехід з порту вивантаження в порт навантаження без вантажу на борту називається баластним. Судно баластується в залежності від відстані між портами, необхідної осадки і диференту, очікуваних погодних умов. Розрізняють "легке" (light) баластування, коли не всі баластні ємності заповнюються, і "важке" (heavy), яке використовується при плаванні в несприятливу погоду і передбачає заповнення всіх баластних танків і трюмів.

Під час баластного переходу зазвичай займаються миттям і чисткою трюмів, необхідним ремонтом, підготовкою судна до майбутнього навантаження. Стан судна в баласті відрізняється від стану при повному завантаженні: трюми (за винятком баластних) порожні, надводний борт і диферент на корму набагато більші, за умови забезпечення належної

позитивної остійності. Разом з тим судно залишає порт вивантаження зазвичай брудним, із залишками вантажу в трюмах і на палубі. Тож екіпажу чекає велика робота з приведення судна в належний вигляд.

При цьому слід враховувати, що якщо кришки трюмів належним чином не закріплені, вони можуть бути пошкоджені при хитавиці або під час різкого повороту судна. Мали місце випадки, коли в силу зазначених причин люкові кришки випадали за борт або провалювалися в трюм. Зачиняти і відчиняти кришки слід у тиху погоду, коли судно не відчуває різких коливань.

Друга небезпека — можливість затоплення трюмів у погану погоду, коли кришки люків не закріплені як необхідно. Судно в баласті зазвичай не бере багато заборотної води на палубу, але в кінці робочого дня і перед негодою кришки, лази трюмів і вентилятори повинні обов'язково закриватися.

Під час баластного переходу необхідно систематично вимірювати висоту рідини у всіх ємностях, включаючи баластні танки, льяла і коффердами, як це робиться на завантаженому судні. Це дозволить виявити течу з баластних танків і проконтролювати надійність вимірювання висоти води в льялах. Якщо вода в баластних танках зменшується, повинна бути встановлена причина цього. Будь-які відхилення у вимірах повинні бути ретельно проконтрольовані.

5.4.4 Плавання в штормових умовах

При плаванні в штормових умовах балкер у баласті може зазнавати значних поштовхів і ударів хвиль у носовій частині (pounding), що супроводжуються сильною вібрацією і можуть призвести до серйозних пошкоджень бортової обшивки, негативно впливають на міцність корпусу судна. Під час шторму також набагато частіше і більше оголюється гребний гвинт, що викликає зниження швидкості судна і служить своєрідним сигналом для вахтового помічника на містку для вжиття заходів: зміни курсу або зменшення числа обертів двигуна.

Необхідно мати на увазі, що в частково заповнених баластних танках і особливо в баластних трюмах вода на хитавиці з силою вдаряє в стінки ємностей (явище "sloshing") і може заподіяти їм пошкодження. Тому при отриманні несприятливого прогнозу погоди всі баластні приміщення повинні бути запресовані забортною водою і час від часу поповнюватися, щоб компенсувати втрати баластної води через повітряні трубки і вентиляційні отвори.

У бюлетені МАКО вказується, що плавання з частково заповненими баластними трюмами неприпустимо, якщо такий варіант не передбачений у Керівництві з навантаження. Вантажні трюми, які можуть частково заповнюватися водою в порту з метою зменшити висоту судна (air draught), не повинні містити баластної води при виході в море.

5.4.5 Підготовка до порту навантаження

Перед приходом у порт навантаження всі трюми повинні бути оглянуті, щоб переконатися в їх готовності до прийому вантажу. З усіх приміщень (ляля, ланцюгові ящики, коффердами), де може скупчуватися вода, вона повинна бути відкачана, щоб судно не мало додаткового навантаження. Необхідно перевірити кришки люків на водонепроникність і зробити про це запис у судовому журналі.

У деяких випадках (при навантаженні у терміналів з високопродуктивним обладнанням) необхідно частково дебалластувати судно до швартування, щоб забезпечити умови для завантаження з високою швидкістю. При цьому необхідно брати до уваги правила порту, можливості маневрування судном зі зменшеною осадкою, необхідну висоту судна для виробництва навантаження.

5.4.6 Основні баластні операції на балкерах

Під час вивантаження вантажу на судно приймається баласт, щоб забезпечити необхідну осадку і диферент. Перехід з порту вивантаження в порт навантаження здійснюється з водяним баластом на борту. За законами деяких країн потрібно замінювати баласт, прийнятий у порту вивантаження, свіжою водою у відкритому морі, щоб запобігти при дебалластуванні в порту призначення скиданню в портові води різних морських організмів. У порту навантаження перед початком вантажних робіт і в процесі їх виконання баласт відкачується.

В інших випадках невелика кількість баласту може бути прийнята або відкачана, щоб досягти певного диференту, крену або позитивної остійності судна. Баластні переходи у великих балкерів становлять 40-50% експлуатаційного часу, у невеликих — 30-40%.

Багато балкерів мають можливість баластуватися, приймаючи невелику кількість води (заповнені всі танки подвійного дна, верхні бортові танки і "піки", які не використовуються під паливо) для плавання в умовах сприятливої погоди — "light ballast condition". Водотоннажність судна при цьому становить 40-50% від повної водотоннажності.

На деяких балкерах передбачена можливість заповнення водою також певних трюмів для баластування судна при плаванні в штормових умовах — "heavy ballast condition". Водотоннажність судна становить 50-65% від водотоннажності при повному завантаженні.

При зміні погодних умов потрібно змінювати кількість баласту на борту, виходячи з таких міркувань. Надлишок баласту в гарну погоду викликає підвищену витрату бункера і зниження швидкості ходу, недолік баласту в погану погоду призводить до слемінгу, оголення гвинта. Вважається необхідним на кожному судні дослідним шляхом підібрати для різних станів несприятливої погоди таку кількість баласту і відповідні осадку і диферент, при яких судно на одиницю витраченого палива проходить максимальну відстань:

принцип — "maximum metres per litre". При плаванні на помірному або сильному хвилюванні судно повинно бути повністю забалластоване, щоб уникнути пошкоджень корпусу через вібрації і ударів хвиль.

Слід враховувати, що на деяких балкерах заповнення всіх баластних танків на баластному переході заборонено внаслідок того, що при заповненому баластом трюмі і суміжних баластних танках судно зазнає надмірні поздовжні напруження. Дозволяється при сприятливій погоді заповнювати баластні танки подвійного дна і верхні бортові при порожньому баластному трюмі або (при поганій погоді) мати заповненими баластні трюми (трюм), а певні верхні бортові танки тримати порожніми. Всі вказівки з управління баластними операціями наводяться в судовому керівництві з навантаження.

Баластування в процесі вивантаження. У всіх випадках планувати послідовність баластування судна під час вивантаження потрібно таким чином, щоб мінімізувати поздовжні напруження і не допустити перевищення їх допустимих меж. Перед початком баластування необхідно відкрити повітряні трубки танків і потім уважно контролювати процес їх заповнення, щоб уникнути переповнення і переливу води, яка може потрапити на вантаж, ліхтер біля борту, механізми на причалі.

Необхідно регулювати швидкість подачі води в танки, щоб не допустити їх пошкодження за рахунок тиску води в переповненому танку: при забитих повітряних трубках або роботі двох насосів на один танк. Розрізняють чотири етапи баластування.

Перший етап. Зазвичай заповнюються танки подвійного дна: відкриттям впускних ("морських") клапанів для подачі забортної води самопливом під дією сили тяжіння. При необхідності для цього використовуються судові насоси. Заповнення танків залежить від послідовності вивантажуваних трюмів. У разі одночасного вивантаження з усіх трюмів "легкого" вантажу допускається будь-яка розумна комбінація заповнення танків подвійного дна. Рекомендується регулюванням процесу вивантаження і баластування забезпечити диферент судна на корму.

Другий етап. Коли вантажу на борту залишилося менше половини і танки подвійного дна заповнені, слід заповнювати (з зазначеними вище пересторогами) верхні бортові танки. Форпик і ахтерпик запресовуються, за потреби, на першому або другому етапі баластування.

Третій етап. Заповнюється баластний трюм. Багато балкерів після другого етапу вже забалластовані для плавання у сприятливу погоду (light ballast condition). Заповнення баластного трюму необхідно для підготовки судна до плавання в штормову погоду. З баластної системи видаляються захисні покриття, льяльна система замикається, щоб запобігти потраплянню води в сусідні приміщення. Рекомендується заповнювати трюм повністю, так як в іншому випадку (при заповненні 20%-70% від повного обсягу) хвилювання може призвести до пошкодження трюму в результаті ударів об стінки баластної води ("sloshing").

Четвертий етап. Деякі великі балкери обладнані спеціальними баластними танками, які заповнюються тільки в порту з метою зменшення висоти судна. Ці танки зазвичай заповнюють не більше ніж наполовину (через недостатню міцність) на четвертому етапі баластування. Перед виходом у море баласт з цих трюмів видаляється. Для балкера середніх розмірів баластні операції займають 10-15 годин.

Баластні операції на переході морем. Як уже зазначалося, у зв'язку з перенесенням у баластній воді різних небажаних представників морської флори і фауни багато країн встановили вимоги щодо викачування баласту з балкерів у своїх територіальних водах.

Такі обмеження встановлені владою Австралії, Канади, Ізраїлю, Нової Зеландії, США, Перу, Індонезії та ін. Балтійський і Міжнародний морський комітет (БІМКО) містить базу даних про правила щодо викачування баласту і стічних вод (sewage), встановлених більш ніж у 100 країнах світу. Судновласники — члени БІМКО можуть отримати необхідну інформацію через Інтернет.

Щоб мінімізувати ризик переміщення шкідливих морських організмів з прибережних вод однієї країни у води іншої, ІМО прийняло резолюцію А.868(20) — "Керівництво з контролю та управління судновою баластною водою для зменшення переміщення шкідливих організмів і патогенів" (Guidelines for the Control and Management of Ship's Ballast Water to Minimise Transfer of Harmful Aquatic Organisms and Pathogens).

З метою встановити загальні умови і процедури управління водяним баластом (Management of water ballast) ІМО в 2004 році ратифікувала Міжнародну конвенцію з контролю та управління судновими баластними водами і осадами (The International Convention for the Control and Management of Ships Ballast Water and Sediments), яка вступила в силу 8 вересня 2017 року.

До вересня 2017 року конвенція була ратифікована більш ніж 60 країнами, що представляють більш ніж 70% світового тоннажу.

5.4.7 Стандарти управління баластними водами

Згідно з BWM Конвенцією передбачено два стандарти управління баластними водами: D-1 і D-2.

Стандарт D-1 передбачає можливість зміни баласту у відкритому морі, не ближче 50 морських миль від берега, де глибина не менше 200 метрів. Судна повинні або виконувати заміну баластних вод з ефективністю, що становить 95% від їх обсягу, або прокачування триразового обсягу кожного баластного танка.

Така заміна баласту в морі (або прокачування) повинні здійснюватися відповідно до схваленого класом спеціального Плану управління баластними водами (розробляються відповідно до Керівництва ІМО Мерс.127(53)) і фіксуватися в спеціальному Журналі операцій з баластними водами. Журнал зберігається на судні протягом двох років після внесення до нього останнього запису, а після цього — під контролем компанії протягом не менше трьох років.

У випадку, якщо ця вимога нездійсненна, — як мінімум у 50 милях від берега і на глибині не менше 200 м або в позначеній зоні заміни баласту відповідно до правила В-4 конвенції.

Стандарт D-2 вимагає наявності на борту спеціального обладнання для обробки (очищення) баласту — системи обробки баластних вод (СОБВ). У ньому встановлюється мінімальна кількість живих організмів, які можуть міститися в баластній воді, обробленій за допомогою цієї спеціальної системи.

Судна, кіль яких закладено 8 вересня 2017 року або після цієї дати, повинні бути побудовані вже маючи на борту СОБВ.

До 8 вересня 2024 року всі судна повинні відповідати стандарту D2, як показано на інфографіці.

Система обробки баластних вод (СОБВ). Розглянемо принцип дії СОБВ на прикладі устаткування PureBallast 2.0 виробництва шведської компанії Alfa Laval Corporate AB. PureBallast повністю відповідає вимогам ІМО.

У PureBallast застосовується технологія без використання хімічних речовин, що забезпечує вироблення радикалів, які нейтралізують організми в баластній воді. Це ефективний, автоматизований процес, абсолютно нешкідливий для баластних цистерн і екіпажу.

Процедура знезараження, здійснювана PureBallast, являє собою різновид вдосконаленої технології окиснення (Advanced oxidation technology, АОТ). Аналогічні технології сьогодні застосовуються в багатьох виробках з елементами штучного інтелекту, наприклад у самоочисних вікнах хмарочосів і автомобілів. Запобігання зростанню мікроорганізмів за допомогою АОТ-реакції виникає в той момент, коли сонячне світло потрапляє на двоокис титану.

В системі PureBallast процес АОТ відбувається всередині закритої камери — так званого блоку Wallenius АОТ, в якому генеруються радикали. Ці радикали, що володіють високою реакційною здатністю, миттєво нейтралізують мікроорганізми і органічні забруднювачі. Утворені всередині

блоку радикали існують всього кілька мілісекунд і тому не мають можливості покинути реакційну камеру.

Процес АОТ не вимагає і не генерує хімічних речовин, і в ході нього не утворюються токсичні відходи.

Компоненти системи:

- Фільтр з розміром осередку 40 мкм використовується при операціях прийому баластних вод (при відкачці баласту використовується байпасний трубопровід в обхід фільтра). Він блокує всмоктування порівняно великих організмів і зменшує кількість мулистого осаду в баластних цистернах. Фільтр очищається за допомогою автоматичної зворотної промивки. Для промивання використовується частина води, що проходить через систему; основна її частина надходить у баластні цистерни.

- Блок (блоки) Wallenius АОТ. В залежності від витрати води в системі в активній стадії знезараження беруть участь один або кілька блоків, що працюють за технологією Wallenius АОТ. Радикали, які генеруються в цих блоках, нейтралізують мікроорганізми та інші органічні речовини. Продуктивність установки становить 250-3000 м³/год, в залежності від кількості встановлених блоків. Через кожен окремий АОТ-блок проходить до 250 м³/год. АОТ-блоки можна розташовувати в різних конфігураціях, включаючи лінійну.

- Блок безрозбірного миття СІР. Стабільність робочих характеристик забезпечується автоматичною системою безрозбірного миття СІР (Cleaning-in-Place), в якій для запобігання утворенню в АОТ-блоках відкладень з морської води циркулює нетоксичний миючий розчин.

- Регулятор потоку. Підключений до автоматичного керуючого клапана витратомір гарантує, що витрата води через систему PureBallast не перевищить номінального значення, підтвердженого сертифікатом. Крім того, він передає центральній системі управління важливі дані про кількість прийнятого чи відкачаного баласту.

- Точки відбору проб. Згідно з нормативами ІМО, точки відбору проб встановлено як перед системою PureBallast, так і після неї. Це забезпечує безпечне скидання води і оцінку її якості.

- Клапани. Система PureBallast включає в себе п'ять головних клапанів, що поставляються відповідно до розмірів системи трубопроводів. Крім одного клапана на вході і одного на виході системи передбачений ще один клапан для обходу фільтра і один — для обходу всієї системи. П'ятий клапан регулює витрату через систему і не допускає його підвищення вище допустимого значення. Цей клапан також підтримує необхідний перепад тиску на фільтрі, забезпечуючи його ефективне зворотне промивання.

- Блок керування. Контроль і управління роботою системи PureBallast здійснюється з панелі управління, обладнаної графічним сенсорним екраном. Система управління також може бути підключена через протокол Modbus до інших бортових автоматизованих систем, що забезпечує доступ до всіх функцій через стандартний інтерфейс судна.

Контроль баластної води на переході. При плаванні з баластом на борту необхідно регулярно вимірювати кількість баластної води в танках, щоб своєчасно помітити її витік, який може статися через тріщини в стінках танків або через повітряні трубки. Переповнення танків перед виходом у море не гарантує, що вони залишаться повними надалі, особливо при плаванні на хвилюванні.

Брудна вода повинна бути відкачана, трюми очищені і знову заповнені чистою морською водою. При цьому напруження в корпусі судна (SF і BM) не повинні перевищувати допустимих для умов "море" значень, а остійність залишатися достатньою. Необхідно уникати слошінгу в частково заповнених танках і трюмах.

Операції з дебалластування судна.

Необхідно скласти програму дебалластування балкера, узгоджену з планом завантаження. При цьому потрібно враховувати такі обставини. По-перше, висоту навантажувального пристрою (рукава, стріли) над рівнем моря

або над причалом, щоб забезпечити можливість його роботи при спливанні судна у процесі дебалластування. По-друге, напруження і остійність, які повинні залишатися в допустимих межах.

Рекомендується для забезпечення безпеки судна при баластних операціях у порту не перевищувати максимально допустимих значень цих параметрів, встановлених для умов "море". Повинен бути забезпечений диферент на корму, що необхідно для виробництва точних вимірів води в танках і ефективної їх зачистки.

Необхідно вирішити, чи можна і скільки баласту відкачати до швартування до причалу навантаження: в залежності від погодних умов і правил порту. У загальному випадку для прискорення завантаження деяку частину баласту слід відкачувати заздалегідь, так як на більшості терміналів швидкість завантаження істотно перевищує швидкість дебалластування судна і при повному баласті неминучі затримки навантаження.

Зазвичай першими спорожнюють баластні трюми і танки подвійного дна. Останні мають плоске днище і зачистка їх утруднена, тому з них починають дебалластування. Верхні бортові танки випорожнюються після танків подвійного дна, а "піки" — останніми. У судовому керівництві може бути вказаний інший порядок дебалластування. Слід строго дотримуватися програми баластних операцій і проводити їх у повній відповідності з виконанням плану завантаження судна. Приклад таких узгоджених програм завантаження/дебалластування за умови забезпечення безпеки судна показаний у контрольній формі Морського інституту Великобританії.

Для гарного дебалластування судна необхідно: попередньо відкрити повітряні трубки танків (щоб не пошкодити танки в результаті утворення в них вакууму при відкачці води), регулювати спорожнення танків так, щоб уникнути небажаного крену, створювати необхідний крен для повної зачистки певних танків, в залежності від особливостей пристрою баластної системи.

Після закінчення дебалластування осушувальні клапани танків повинні бути обов'язково закриті, щоб не допустити зворотного надходження забортної води всередину судна.

Практикою встановлено, що навіть після ретельної зачистки на балкері є залишковий баласт: на середньотоннажних суднах до 100 т, на великих — до 200 т.

5.5 Висновки

Балкерний флот залишається одним з найважливіших сегментів світового судноплавства, складаючи понад 40% світового тоннажу. Станом на початок 2025 року він налічує 14 109 суден ($\geq 10\,000$ DWT) з загальною вантажопідйомністю понад 1 мільярд тонн дедвейту. Проте галузь стикається з низкою серйозних викликів:

- Прогресуюче старіння флоту: 29% суден мають вік понад 16 років, що створює підвищені ризики для безпеки мореплавання та вимагає посиленого контролю технічного стану.

- Історично низькі обсяги утилізації (70 суден у 2024 році) у поєднанні з активним надходженням новобудов створюють дисбаланс між попитом та пропозицією, що негативно впливає на економічну ефективність експлуатації.

- Значний тиск на ринок: падіння вартості балкерів на 18-20% з середини 2024 року, депресивні фрахтові ставки та зростаючі операційні витрати вимагають від операторів пошуку нових підходів до підвищення ефективності.

Морська індустрія переживає епоху радикальної трансформації, зумовленої жорсткими екологічними регуляціями:

- Рамкова програма IMO Net-Zero Framework (2025-2027) встановлює обов'язкові цілі зниження інтенсивності парникових газів на 21% до 2030 року та 43% до 2035 року порівняно з базовим рівнем 2008 року.

- Розширення мережі зон контролю викидів (ЕСА), включаючи Середземне море з 1 травня 2025 року, вимагає використання палива з вмістом сірки $\leq 0,10\%$ або встановлення систем очищення вихлопних газів.

- Гонконгська конвенція про утилізацію суден (набула чинності 26 червня 2025 року) встановлює нові вимоги щодо інвентаризації небезпечних матеріалів.

Ці регуляції створюють значний фінансовий тиск на судновласників, але водночас стимулюють технологічні інновації та інвестиції в екологічно чисті технології.

Міжнародна морська організація продовжує вдосконалювати нормативну базу для підвищення безпеки перевезень:

- IMSBC Code, поправка 07-23 (обов'язкова з 1 січня 2025 року) включає 14 нових вантажів, визначення динамічного розділення, вимоги щодо декларування насипної щільності та розширений перелік некогезивних вантажів.

- Grain Code, поправка MSC.552(108) (набуває чинності 1 січня 2026 року) вводить нову четверту умову завантаження для спеціально придатних відсіків з необрізаними кінцями, що підвищує гнучкість операцій та безпеку.

- BWM Convention (набула чинності 8 вересня 2017 року) з вимогою відповідності стандарту D-2 до 8 вересня 2024 року забезпечує контроль біологічного забруднення через баластні води.

Аналіз причин аварійності балкерів у період 2014-2023 років (21 втрата судна, 89 загиблих) виявив критичні аспекти безпеки:

- Зрідження вантажу залишається найбільшим фактором загибелі людей (61,8% від загальної кількості втрат), що підкреслює критичну важливість контролю вологості вантажів групи А.

- Посадки на мілину становлять 42,9% від загальної кількості втрат суден, що вказує на необхідність покращення навігаційної практики.

- Правильне управління баластними операціями є фундаментальним для забезпечення структурної цілісності судна та остійності на всіх етапах рейсу.

Відповіддю на екологічні та економічні виклики стає активне впровадження інновацій:

- Альтернативні палива: балкери з подвійним паливом (LNG, метанол) демонструють шлях до майже нульових викидів парникових газів.

- Оптимізація експлуатації: зниження швидкості руху (slow steaming) стає стандартною практикою для економії палива та зниження викидів.

- Системи обробки баластних вод (СОБВ): технологія Advanced Oxidation Technology (AOT) забезпечує ефективне знезараження без використання хімічних речовин.

- Інноваційні конструкції корпусів та покриття: зниження опору води та підвищення паливної ефективності.

Балкер як спеціалізоване судно для перевезення масових вантажів навалом у силу особливостей конструкції, перевезених вантажів і методів експлуатації вимагає від екіпажу:

- Постійного турботливого обслуговування конструктивних елементів судна, особливо люкових закриттів, баластних систем та вантажних трюмів.

- Вмілого управління вантажними і баластними операціями з урахуванням поздовжніх напружень корпусу, остійності та безпечних меж навантаження.

- Систематичного контролю стану вантажу (температура, вологість, загазованість) та міцності судна (напруження SF і BM, деформації корпусу).

- Готовності до оперативних і правильних дій щодо запобігання аварійним ситуаціям, включаючи вміння користуватися сучасними системами та кодексами ІМО.

- Безперервного навчання та підвищення кваліфікації відповідно до нових міжнародних стандартів та технологій.

Для забезпечення економічної ефективності експлуатації в умовах низьких фрахтових ставок необхідно:

- Оптимізація баластних переходів: підбір оптимальної кількості баласту за принципом "maximum metres per litre" для різних погодних умов.
- Ефективне планування вантажних операцій: мінімізація часу стоянки в портах через узгоджені програми завантаження/розвантаження та баластування/дебалластування.
- Попереджувальне технічне обслуговування: своєчасне виявлення та усунення дефектів для запобігання дорогим ремонтам та простоям.
- Оптимізація маршрутів та швидкості з урахуванням погодних умов, цін на паливо та фрахтових ставок.

Прогнози на 2025 рік та наступні роки вказують на:

- Збереження попиту на балкерні перевезення завдяки урбанізації та індустріалізації в країнах, що розвиваються, особливо в Південно-Східній Азії, Африці та Латинській Америці.
- Рекордне зростання імпорту залізної руди та вугілля в Китай, що підтримує попит на великотоннажні балкери класу Capesize.
- Необхідність значних інвестицій у модернізацію флоту для відповідності екологічним вимогам 2027-2030 років.

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 «MINERAL HOPE» з порту Кулан в порт Дафенг 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 «MINERAL HOPE»	Δ_w	тон	170648,7
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	2307,2
3	Відстань між портами	L	милі	4022
4	Кількість навантаженого вантажу: залізна руда	ΣQ_m	т	168000
5	Фрахтова ставка за 1т вантажу	f	\$/т	12
6	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	т/ добу	25000
7	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	т/ добу	20000
8	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	14,0
9	Швидкість в каналах, вузостях	v	кан. вузли	7,0

$$\Delta_{\text{ч}} = 170648,7 - 2307,2 = 168341,5 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

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

де $T_{\text{к}}$ – календарний період, приймаємо 365 діб;

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

$$t_{\text{х}} = \frac{L}{V_{\text{екс}} \times 24} + t_{\text{зод}}, \quad (6.3)$$

$$t_{\text{х}} = 4022 / (14,0 \times 24) + 0,5 = 12,5 \text{ діб}$$

- стоянковий час:

$$t_{\text{см}} = t_{\text{см}}^3 + t_{\text{см}}^6 = \left(\frac{Q_1}{M_{31}} \right) + \left(\frac{Q_1}{M_{61}} \right) + t_{\text{дон}} \quad (6.4)$$

$$t_{\text{см}} = 168000 / 25000 + 168000 / 20000 = 15,1 \text{ діб.}$$

- час рейсу складе:

$$t_{\text{р}} = t_{\text{х}} + t_{\text{см}}, \quad (6.5)$$

$$t_{\text{р}} = 12,5 + 15,1 = 27,6 \text{ діб}$$

4. Розрахуємо провізну спроможність судна:

- зроблено тонно-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 168000 \times 4022 = 6756156000 \text{ тонно-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_{\text{ч}} L = 168341,5 \times 4022 = 677069513 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

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

$$\Sigma F_{рейс} = 168000 \times 12 = 2016000 \text{ \$/рейс}$$

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

Постійні експлуатаційні витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

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

- витрати на заробітну плату ($R_{зн}$) 3000 \$/добу;

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

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

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

$$R_{хар} = 22 \times 12 = 264 \text{ \$/добу};$$

- 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.

$$R_{рем} = ((230000 + 2500000) / 5) / 350 = 1560 \text{ \$/добу}$$

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

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

$$R_{ам} = (12597494 \times 0,1) / 350 = 3599 \text{ \$/добу};$$

- 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;

$$R_{сн} = (12597494 \times 0,02) / 350 = 720 \text{ \$/добу};$$

- витрати на технічне постачання ($R_{т.нос.}$) 500 \\$/добу;
- навігаційні витрати, \\$/добу ($R_{нав}$) 420 \\$/добу;
- портові збори ($R_{порт}$) 129800 \\$/рейс;
- витрати з агентування ($R_{аг}$) 250 \\$/добу;
- витрати на страхування ($R_{стр}$) 450 \\$/добу.

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

$$R_{екс} = 3000 + 264 + 1560 + 3599 + 720 + 500 + 420 + 129800 / 27,6 + \\ + 250 + 450 = 15466 \text{ \$/ добу}$$

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 %.

$$R_{кос.} = 15466 \times 0,02 = 309 \text{ \$/добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{заг} = 15466 + 309 = 15775 \text{ \$/добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{заг.екс} = 15775 \times 27,6 = 435390 \text{ \$/рейс}$$

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

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

$$R^6_x = k_{см} \cdot q_x \cdot Ц_m \quad (6.15)$$

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

$$R^6_x = 1,1 \times 47,5 \times 600 = 31350 \text{ \$/ добу}$$

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

$$R^6_{см} = k_{см} \cdot q_{см} \cdot Ц_в \quad (6.16)$$

$$R^6_{см} = 1,1 \times 3,0 \times 750 = 2475 \text{ \$/ добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

$$\Sigma R_{неп} = (R^6_x \cdot t_x) + (R^6_{см} \cdot t_{см}) \quad (6.17)$$

$$\Sigma R_{неп} = 31350 \times 12,5 + 2475 \times 15,1 = 429248 \text{ \$/рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{рейс} = 435390 + 429248 = 864638 \text{ \$/рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

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

$$\Sigma \Pi_{рейс} = 2016000 - 864638 = 1151362 \text{ \$/рейс}$$

Прибуток судна т/х «MINERAL HOPE» з порту Дамп'єр в порт Інкоу з вантажем залізна руда за рейс склав 1151362 \$/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:

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

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

2. Коефіцієнт завантаження судна:

$$\alpha_z = \frac{\Sigma Q}{\Sigma D_{\text{ч}}}, \quad (6.21)$$

$$\alpha_z = 168000 / 168341,5 = 0,998$$

3. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

$$V_{cp.} = \frac{L}{t_x}, \quad (6.22)$$

$$V_{cp} = 4022 / 12,5 = 322$$

4. Коефіцієнт ходового часу:

$$\varepsilon_x = \frac{t_x}{t_p}; \quad (6.23)$$

$$\varepsilon_x = 12,5 / 27,6 = 0,453$$

5. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

$$\mu_6 = \alpha_3 \cdot V_{cp.} \cdot \varepsilon_x, \quad (6.24)$$

$$\mu_6 = 0,998 \times 322 \times 0,453 = 145,574268$$

6. Валова прибутковість одних судно-днів:

$$\mu = \Sigma F_{рейс} / t_p, \quad (6.25)$$

$$\mu = 2016000 / 27,6 = 73043 \text{ \$}/\text{доба}$$

7. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

$$S_m = \Sigma R_{рейс} / \Sigma Q, \quad (6.26)$$

$$S_m = 864638 / 168000 = 5,15 \text{ \$}/\text{т}$$

8. Собівартість 1 тонно-милі в рейсі:

$$S_{m-m} = \Sigma R_{рейс} / \Sigma QI, \quad (6.27)$$

$$S_{m-m} = 864638 / 6756156000 = 0,0002798 \text{ \$/т-м}$$

9. Собівартість утримання судна в добу експлуатації:

$$S_{c-c} = \Sigma R_{рейс} / t_p \quad (6.28)$$

$$S_{c-c} = 864638 / 27,6 = 31327 \text{ \$/ доб.екс}$$

10. Рівень дохідності являє відношення доходів до витрат:

$$PF = \Sigma F_{рейс} / \Sigma R_{рейс} \quad (6.29)$$

$$PF = 2016000 / 864638 = 2,33$$

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:

$$Ч_p = T_{екс} / t_p \quad (6.30)$$

$$Ч_p = 350 / 27,6 = 12,68$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

$$\Sigma Q_{екс} = \Sigma Q \cdot \mathcal{U}_p \quad (6.31)$$

$$\Sigma Q_{екс} = 168000 \times 12,68 = 2130240 \text{ т / рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

$$\Sigma Ql_{екс} = \Sigma Ql \cdot \mathcal{U}_p \quad (6.32)$$

$$\Sigma Ql_{екс} = 6756156000 \times 12,68 = 85668058080 \text{ т-миль / рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

$$\Sigma F_{екс} = \Sigma F_{рейс} \cdot \mathcal{U}_p \quad (6.33)$$

$$\Sigma F_{екс} = 2016000 \times 12,68 = 25562880 \$ / рік$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma R_{екс} = R_{рейс} \cdot \mathcal{U}_p \quad (6.34)$$

$$\Sigma R_{екс} = 864638 \times 12,68 = 10963610 \$ / рік$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma \Pi = \Pi_p \cdot \mathcal{U}_p \quad (6.35)$$

$$\Sigma \Pi = 1151362 \times 12,68 = 14599270 \$ / рік$$

7. Рівень дохідності роботи судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma PF = \Sigma F_{екс} / \Sigma R_{екс} \quad (6.36)$$

$$PF = 25562880 / 10963610 = 2,33$$

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	\$	2016000
2	Затрати загальні	R	\$	864638
3	Прибуток	Π	\$	1151362
4	Коефіцієнт ходового часу	ε_x		0,453
5	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	милі/добу	322
6	Дохідність судна	μ	\$/добу	73043
7	Рівень дохідності	PF		2,33
8	Собівартість перевезення 1 т вантажу	S_T	\$/т	5,15
9	Собівартість 1 т-милі	S_{T-M}	\$/т-м	0,0002798
10	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	S_{C-C}	\$/добу	31327

В результаті проведених розрахунків, наведених у табл. 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень дохідності 2,33, прибуток 1151362 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 14599270 \$. Судно «MINERAL HOPE» доцільно використовувати на даній лінії.

РОЗДІЛ 7

ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ

7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту

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

Судно стоїть на якорі в районі внутрішнього рейду порту. Отримано повідомлення про інцидент на сусідньому танкері-хімовозі, що знаходиться поблизу. В результаті обстрілу невідомими особами на танкері-хімовозі виникла аварійна ситуація: із-за пошкодження вантажної системи трапився вилив зрідженого сірковуглецю, що є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). Кількість токсичної рідини, що розлилася, - 12 т. Характер розливу СДОР - «вільно». В умовах надзвичайної ситуації екіпаж судна прийняв рішення укритися в надбудові судна.

Метеорологічні умови на момент виникнення надзвичайної ситуації: час 10.00, температура повітря 20⁰, швидкість вітру 2 м/с, вітер зустрічний, суцільна хмарність. Відстань від місця аварії до житлової надбудови судна 0,1 км. Місцевість відкрита, характер - водна поверхня.

Виконати оперативний прогноз хімічної обстановки на час через 1 годину після аварії.

Запропонувати заходи по зменшенню можливих втрат серед екіпажу судна.

Визначити стандарті робочі процедури по залишенню судна після здійснення терористичного акту, що привів до незворотних руйнувань судна.

7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території

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

1) Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря

За заданими метеорологічними умовами (час доби - день, швидкість вітру 2 м/с, суцільна хмарність) визначаємо по таблиці 7.1 ступень вертикальної стійкості повітря - ізотермія.

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 $Q_{\text{з1}}$ (т) речовини у первинній хмарі:

$$Q_{\text{з1}} = 0 \text{ т.}$$

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

Площа розливу S_p (m^2) сірковуглецю дорівнює:

$$S_p = V_p / h = Q_o / \rho / h = 12 / 1,263 / 0,05 = 190 \text{ м}^2,$$

де: V_p - об'єм сірковуглецю, що розлився, m^3 ;

$Q_o = 12$ - кількість сірковуглецю, що розлився при аварії, т.

$\rho = 1,263$ - щільність сірковуглецю, t/m^3 (таблиця 7.2);

$h = 0,05$ - товщина шару сірковуглецю (для характеру розливу – «вільно»), м.

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.) сірковуглецю:

$$T = h \cdot \rho / (K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{\text{II}}) + 1 / (K_m \cdot v_{\text{п}}) = \\ = 0,05 \cdot 1,263 / (0,021 \cdot 1,33 \cdot 1) + 1 / (1 \cdot 12) = 2,34 \text{ год.} \approx 2 \text{ год. } 20 \text{ хв.},$$

де: $K_2 = 0,021$ - коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей сірковуглецю (таблиця 6.2);

$K_4 = 1,33$ - коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (таблиця 7.3);

$K_7^{\text{II}} = 1$ - коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення вторинної хмари (таблиця 7.2);

$K_m = 1$ - коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари сірковуглецю (таблиця 7.4);

$v_{\text{п}} = 12$ - швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря, км/год. (таблиця 7.5).

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			K ₁	K ₂	K ₃	K ₇ для температури повітря (°С)				
								-40	-20	0	20	40
Сірковуглець	-	1,263	46,2	45	0	0,021	0,013	0,1	0,2	0,4	1	2,1

Примітка. У таблиці наведені значення K₇ для вторинної хмари, тобто K₇ = K₇^{II}

Таблиця 7.3 - Значення коефіцієнту K₄ залежно від швидкості вітру

Швидкість вітру (u), м/с	1 ≤	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K ₄	1	1,33	1,67	2,0	2,34	2,67	3,0	3,34	3,67	4,0

Таблиця 7.4 - Значення коефіцієнту K_м залежно від впливу характеру місцевості

Рельєф місцевості, вид рослинності і забудови	Вертикальна стійкість повітря		
	конвекція	ізотермія	інверсія
Водна поверхня, відкрита місцевість	1	1	1
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 сірковуглецю Q_{32} (т) у вторинній хмарі:

$$Q_{32} = (1-K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{II} \cdot Q_0 / (h \cdot \rho) =$$

$$1 \cdot 0,021 \cdot 0,013 \cdot 1,33 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 12 / (0,05 \cdot 1,263) = 0,02 \text{ т,}$$

де: $K_1 = 0$ - коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (таблиця 8.2);

$K_3 = 0,013$ - коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози сірковуглецю (таблиця 7.2);

$K_5 = 0,23$ - коефіцієнт, який враховує ступень вертикальної стійкості повітря для ізотермії (п. 3.2. Методики прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах морського транспорту);

$K_6 = N^{0,8} = 1^{0,8} = 1$ - 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.

Так як первинна хмара відсутня, то для $Q_{31} = 0,0$ т та швидкості вітру $u = 2$ м/с глибина зони зараження буде дорівнювати: $\Gamma_1 = 0,0$ км.

Для $Q_{32} = 0,02$ т та швидкості вітру $u = 2$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою сірковуглецю: $\Gamma_2 = 0,34$ км.

Визначаємо повну глибину зони зараження Γ_Σ (км), що обумовлена дією первинної і вторинної хмари СДОР:

$$\Gamma_\Sigma = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 0,34 + 0,5 \cdot 0,0 = 0,34 \text{ км},$$

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

Визначаємо гранично можливе значення глибини перенесення повітряних мас Γ_Π (км):

$$\Gamma_\Pi = N \cdot v_\Pi = 1 \cdot 12 = 12 \text{ км}.$$

За остаточну розрахункову глибину зони зараження Γ (км) приймаємо менше з двох порівнюваних між собою значень Γ_Σ и Γ_Π :

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_\Sigma \\ \Gamma_\Pi \end{matrix} \right\} = 0,34 \text{ км}.$$

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 і 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

Визначаємо площу зони можливого зараження S_v (км²) хмарою сірковуглецю:

$$S_B = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^0 = 3,14 \cdot 0,34^2 \cdot 90^0 / 360^0 = 0,09 \text{ км}^2,$$

де: $\Gamma = 0,34$ - розрахункова глибина зони зараження, км; $\varphi = 45^0$ - кутовий розмір зони зараження, град (таблиця 7.7).

Таблиця 8.7 - Кутові розміри зони можливого зараження СДОР залежно від швидкості вітру

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

Визначаємо площу зони фактичного зараження S_ϕ (км²):

$$S_\phi = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 0,34^2 \cdot 1^{0,2} = 0,015 \text{ км}^2,$$

де: $K_8 = 0,133$ - коефіцієнт, що залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря - ізотермії (п. 3.4. Методики прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах морського транспорту).

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

Територія можливого хімічного зараження умовно представляє собою сектор, що має кутовий розмір $\varphi = 90^0$ (таблиця 7.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 0,34$ км. Центр сектора співпадає з джерелом зараження - місцем розливу сірковуглецю. Бісектриса сектора співпадає з віссю сліду хмари та орієнтована по напрямку вітру.

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

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ_1 (км):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{d_1} \right)^\psi = 2,31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{0,02}{6} \right)^{0,580} = 0,08 \text{ км},$$

де: $\lambda = 2,31$; $\Psi = 0,580$ - коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (таблиця 8.8);

$Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0,0 + 0,02 = 0,02$ - загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару, т;

$D_1 = 6$ - летальна токсодоза для хлору, мг.хв/л.

Таблиця 7.8 – Коефіцієнти λ и ψ , що залежать від швидкості вітру

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

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

$$\Gamma_{0,41} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,41}} \right)^\Psi = 2,31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{0,02}{2,4} \right)^{0,580} = 0,14 \text{ км},$$

де: $D_{0,41} = 0,4 \cdot D_1 = 0,4 \cdot 6 = 2,4$ - значення токсодози, що відповідає 40% летальної токсодози для хлору, мг.хв/л.

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

$$\Gamma_{0,21} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,21}} \right)^\Psi = 2,31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{0,02}{1,2} \right)^{0,580} = 0,21 \text{ км},$$

де: $D_{0,21} = 0,2 \cdot D_1 = 0,2 \cdot 6 = 1,2$ - значення токсодози, що відповідає 20% летальної токсодози для хлору, мг.хв/л.

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 0,34$ км.

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

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

$$t = x / (K_m \cdot v_n) = 0,1 / (1 \cdot 12) = 0,008 \text{ год.} \approx 30 \text{ сек.},$$

де: x – відстань від джерела зараження до заданого об'єкту, км.

7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження показала, що глибина поширення хмари зараженого повітря може досягти 0,34 км. Надбудова судна, де укритися екіпаж, через 30 сек. опиняється в зоні важких уражень. Час дії вражаючих концентрацій хмари - 2 год. 20 хв. Для життя моряків це є серйозною загрозою. Значно ускладнюється можливість проведення заходів по ліквідації аварійної ситуації на судні.

Для зменшення можливих втрат серед екіпажу судна пропонуються наступні заходи:

- терміново використати наявні на судні дихальні апарати, при цьому забезпечити контроль часу знаходження людей в апаратах (захисна дія дихальних апаратів обмежена часом у 30 хв.);
- забезпечити знаходження людей всередині надбудови судна протягом часу дії вражаючих концентрацій СДОР;
- по можливості максимально герметизувати усі приміщення в надбудові судна, в яких укритися екіпаж;
- розгорнути судно за вітром, щоб хмара зараженого повітря рухалася убік від надбудови судна;

- встановити контроль концентрації СДОР на відкритому повітрі і в повітрі приміщень судна;
- встановити зв'язок з аварійними службами порту, запросити допомогу;
- надати першу допомогу постраждалим, підготувати екіпаж до можливої евакуації.

7.2 Стандартні робочі процедури по залишенню судна після здійснення терористичного акту, що призвів до незворотних руйнувань судна

В залежності від місця знаходження судна його залишення може здійснюватися або безпосередньо на причал або на інший плавзасіб, або з використанням суднових колективних засобів рятування.

Капітан має повноваження на прийняття будь-яких рішень, що спрямовані на порятунок пасажирів та екіпажу, збереження вантажу, запобігання забруднення навколишнього середовища (табл. 7.9).

Таблиця 7.9 - Дії суднового екіпажу по залишенню судна після здійснення терористичного акту, що призвів до незворотних руйнувань судна

№ п/п	Дії, які повинні бути прийняті	Відповідальний член екіпажу
1	2	3
1.	Оголосити "Шлюпкову тривогу".	Вахтовий помічник
2.	Надіслати повідомлення компанії і звернутися за допомогою до суден і берегових станцій у відповідності з "Планом дій в аварійних ситуаціях".	Капітан
3.	Діяти у відповідності з процедурою зв'язку ГМЗЛБ.	Вахтовий помічник

Продовження табл. 7.9

1	2	3
4.	Підготувати до спуску рятувальні засоби з урахуванням реальних можливостей спуску.	Старший помічник
5.	Додатково оснастити рятувальні засоби ковдрами, ліками, одягом, піротехнікою, УКХ радіостанціями.	Старший помічник
6.	Перевірити наявність всіх людей на судні і організувати пошук зниклих.	Старший помічник Старший механік
7.	Захопити карти, судновий, машинний і радіо журнали, по можливості - документи і цінності.	Вахтовий помічник Вахтовий механік
8.	Діяти згідно з Розкладом по тривогам і Керівництвом по залишенню судна.	Члени екіпажу і пасажери
9.	Визначити, які механізми залишити працюючими після залишення судна.	Старший механік Старший помічник
10.	Надати допомогу людям, піднятим з води, і нужденним, підтримувати зв'язок між шлюпками за допомогою переносної радіостанції, відійти від борту судна.	Командир шлюпки

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 підвищення безпеки та ефективності експлуатації балкерних суден в сучасних умовах вимагає комплексного підходу, що поєднує:

1. Суворе дотримання міжнародних конвенцій та кодексів IMO (SOLAS, MARPOL, IMSBC Code, Grain Code, BWB Convention).

2. Інвестиції в технологічну модернізацію флоту з фокусом на екологічні технології та паливну ефективність.

3. Високу професійну підготовку екіпажів з акцентом на практичні навички управління ризиками, вантажними та баластними операціями.

4. Ефективні системи управління безпекою (ISM Code) з культурою постійного вдосконалення.

5. Адаптацію операційних практик до мінливих ринкових та регуляторних умов.

6. Співпрацю між судновласниками, регуляторами, класифікаційними товариствами та науковими установами для розробки інноваційних рішень.

Балкерний флот стоїть на порозі масштабної трансформації, викликаній екологічними вимогами та технологічним прогресом. Компанії та екіпажі, які зможуть успішно пройти цю трансформацію, інвестуючи в безпеку, екологічність та операційну досконалість, будуть добре позиціоновані для успіху в найближчі десятиліття.

Безпека балкерних перевезень — це не лише технічні системи та регуляції, але насамперед професіоналізм, уважність та відповідальність кожного члена екіпажу, підтримані ефективним менеджментом та сучасними технологіями. Лише такий інтегрований підхід може забезпечити сталий розвиток балкерної індустрії в умовах зростаючих викликів ХХІ століття.

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 [електронне джерело]. –: 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.Винников В.В. Экономика предприятия морского транспорта (экономика морских перевозок): - 3 изд., перераб. доп. – О.: Феникс, 2011. – 944 с.
 - 34.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.
 - 35.Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи. Одеса: НУ «ОМА», 2017, с. 20.
 - 36.International Maritime Solid Bulk Cargoes (IMSBC) Code, 2023 Edition incorporating Amendment 07-23. — London: IMO, 2023. — ISBN 978-92-801-1755-4.
 - 37.International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk (International Grain Code), 1991, with amendments MSC.552(108). — London: IMO, 2024. 5. International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments (BWM Convention), 2004. — London: IMO, 2017.
 38. International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk (IBC Code). — London: IMO, 2016.
 - 39.Hong Kong International Convention for the Safe and Environmentally Sound Recycling of Ships, 2009. — London: IMO, 2025.
 - 40.Code of Safe Practice for Solid Bulk Cargoes (BC Code). — London: IMO, 2004.
 - 41.Code of Practice for the Safe Loading and Unloading of Bulk Carriers (BLU Code). — London: IMO, 2011.
 - 42.International Safety Management Code (ISM Code). — London: IMO, 2018.
- РЕЗОЛЮЦІЇ ТА ЦИРКУЛЯРИ ІМО
- 43.IMO Resolution MSC.539(107). 2023 Amendments to the International Maritime Solid Bulk Cargoes (IMSBC) Code (Amendment 07-23). — Adopted on 8 June 2023.
 - 44.IMO Resolution MSC.552(108). Amendments to the International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk (Grain Code). — Adopted in May 2024.

45. IMO Resolution MSC.268(85). Adoption of the International Maritime Solid Bulk Cargoes (IMSBC) Code. — Adopted on 4 December 2008.
46. IMO Resolution MEPC.377(80). 2023 IMO Strategy on Reduction of GHG Emissions from Ships. — Adopted on 7 July 2023.
47. IMO Resolution MEPC.328(76). 2021 Revised MARPOL Annex VI. — Adopted on 17 June 2021.
48. IMO Resolution A.868(20). Guidelines for the Control and Management of Ships' Ballast Water to Minimize Transfer of Harmful Aquatic Organisms and Pathogens. — Adopted on 27 November 1997.
49. IMO MSC.1/Circ.1664. Guidance on the submission of information on cargo bulk density to the ship. — Issued on 24 May 2023.
50. IMO MSC.1/Circ.1395/Rev.6. Lists of solid bulk cargoes for which a fixed gas fire-extinguishing system may be exempted or for which a fixed gas fire-extinguishing system is ineffective. — Revised 2023.
51. IMO MEPC.1/Circ.896. Guidance on ballast water exchange in the Antarctic Treaty Area. — Issued on 1 February 2020. АНАЛІТИЧНІ ЗВІТИ ТА СТАТИСТИКА
52. INTERCARGO Bulk Carrier Casualty Report 2024. — London: International Association of Dry Cargo Shipowners, 2024.
53. Dry Bulk Carriers Q3'24 Fleet Recap / AXS Marine. — Singapore: AXS Marine, 2024.
54. Bulk Carriers Fleet Growth: A Decade in Review / AXS Marine. — Singapore: AXS Marine, 2024.
55. The State of Maritime Safety 2024 / Lloyd's List Intelligence. — London: Lloyd's List, 2024.
56. Clarksons Research: Dry Bulk Trade Outlook 2025. — London: Clarksons Research, 2025.
57. Annual Review of Maritime Transport 2024 / UNCTAD. — Geneva: United Nations Conference on Trade and Development, 2024.

58. World Fleet Statistics 2024 / Lloyd's Register. — London: Lloyd's Register, 2024.
59. Global Maritime Issues Monitor 2025 / International Chamber of Shipping. — London: ICS, 2025. КЕРІВНИЦТВА КЛАСИФІКАЦІЙНИХ ТОВАРИСТВ
60. Rules for Classification of Ships. Part 5. Main Class. Chapter 1. Hull / DNV. — Høvik: Det Norske Veritas, 2024.
61. Ballast Water Management Systems Approval Guidelines / Lloyd's Register. — London: LR, 2023.
62. Rules for Building and Classing Bulk Carriers / American Bureau of Shipping. — Houston: ABS, 2024.
63. Guidance on Amendment 07-23 to the IMSBC Code / BIMCO. — Bagsværd: The Baltic and International Maritime Council, 2024.
64. Step-by-Step User Chart for IMSBC Code / BIMCO. — Bagsværd: BIMCO, 2024.
65. Grain Loading Manual Requirements / ClassNK. — Tokyo: Nippon Kaiji Kyokai, 2024.
66. Technical Circular: Amendments (07-23) to IMSBC Code / Indian Register of Shipping. — Mumbai: IRS, 2024. НАУКОВІ ПУБЛІКАЦІЇ ТА МОНОГРАФІЇ
67. Bulk Carriers: Design, Construction, and Operation / G.S. Hoddinott. — 2nd ed. — London: Fairplay Publications, 2019. — 456 p.
68. Maritime Safety and Security: A Manual / Proshanto K. Mukherjee, Mark Brownrigg. — 2nd ed. — London: Nautical Institute, 2023. — 532 p.
69. Ship Stability for Masters and Mates / D.R. Derrett, C.B. Barrass. — 8th ed. — Oxford: Butterworth-Heinemann, 2020. — 464 p.
70. Bulk Carrier Practice / Capt. J. Isbester. — 2nd ed. — London: Nautical Institute, 2020. — 312 p.
71. Carriage of Bulk Cargoes / Capt. S. Madhavan. — 3rd ed. — London: Witherby Publishing, 2021. — 268 p.

- 72.The Liquefaction of Cargo: A Scientific Review / J.K. Cargill, M.L. Beatty // Marine Technology. — 2022. — Vol. 59, No. 3. — P. 156-178.
- 73.Analysis of Bulk Carrier Losses 2014-2023 / INTERCARGO Safety Committee // Maritime Safety Journal. — 2024. — Vol. 12, No. 2. — P. 45-67.
- 74.Efficiency and Safety in Bulk Carrier Operations / S.K. Singh, R.P. Kumar // Journal of Maritime Research. — 2023. — Vol. 20, No. 4. — P. 289-306.
- 75.Environmental Regulations Impact on Bulk Shipping Economics / M. Thompson, A. Williams // Marine Policy. — 2024. — Vol. 158. — Article 105834.
- 76.Ballast Water Treatment Technologies: A Comparative Analysis / H. Zhang, L. Chen, K. Wang // Ocean Engineering. — 2023. — Vol. 278. — P. 114-132.
- 77.Advanced Oxidation Technology for Ballast Water Treatment / Alfa Laval Corporate AB // Marine Technology Bulletin. — 2024. — No. 15. — P. 23-41.

ДОДАТОК А

МАРШРУТНИЙ ЛИСТ

M/V **MINERAL HOPE**

VOY No: **02/15 L**

FROM: **KOOLAN PORT**

TO: **DAFENG**

WPT	NAME	LAT		LONG		COURSE	DIST	DISTANCE TO GO	CPA/PI DIST	PSN FIX INTERVAL	UKCL m	REMARKS (CROSSING, TRAFFIC SEPARATIONS, REPORTING ETC)
0	KOOLAN ISLAND PILOT ST.	16°	07,05' S	123°	40,00' E	236,6	2,2	3265,6		5 min	17,26	PILOT DISEMB.STATION
1		16°	08,26' S	123°	38,10' E	270,0	1,3	3263,4	PI - 0.85 nm	5 min	DW	ATTN. NARROW PASSAGE REEFS,BANKS
2		16°	08,26' S	123°	36,70' E	308,3	1,2	3262,1	PI - 0.85 nm	5 min	DW	ATTN. NARROW PASSAGE REEFS,BANKS
3		16°	07,52' S	123°	35,73' E	276,1	4,9	3260,9	PI - 1.2 nm	5 min	DW	ATTN. NARROW PASSAGE REEFS,BANKS
4		16°	07,00' S	123°	30,70' E	325,2	6,1	3256,0	PI - 1.2 nm	5 min	DW	ATTN. NARROW PASSAGE REEFS,BANKS
5		16°	02,00' S	123°	27,10' E	314,5	36,8	3249,9	PI - 1.5 nm	10 min	DW	ATTN FISH. BTS, TRAFFIC, REEFS, BANKS
6	Adele Island	15°	36,20' S	123°	00,00' E	354,2	289,7	3213,1	PI - 7.0 nm	30 min	DW	ATTN FISH. BTS, TRAFFIC,CURRENT
7	Pulau Roti	10°	48,00' S	122°	30,00' E	037,0	110,2	2923,4	PI - 8.2 nm	60 min	DW	ATTN FISH. BTS, TRAFFIC,CURRENT
8	Timor	09°	20,00' S	123°	37,00' E	059,8	113,3	2813,1	PI - 7.2 nm	60 min	DW	ATTN FISH. BTS, TRAFFIC,CURRENT
9	Pulau Alor	08°	23,00' S	125°	15,40' E	006,2	315,9	2699,9	PI - 6.1 nm	60 min	DW	ATTN FISH. BTS, TRAFFIC,CURRENT
10	Pulau Buru	03°	09,00' S	125°	49,50' E	033,3	95,2	2384,0	PI - 10.5 nm	60 min	DW	ATTN FISH. BTS, TRAFFIC,CURRENT
11	Pulau Mangoli	01°	49,50' S	126°	41,50' E	357,6	349,8	2288,9	PI - 10.2 nm	60 min	DW	ATTN FISH. BTS, TRAFFIC,CURRENT
12	Pulau Salehabu	04°	00,00' N	126°	27,00' E	000,0	94,0	1939,1	PI - 9.0 nm	60 min	DW	ATTN FISH. BTS, TRAFFIC,CURRENT
13	Pulau Miangc	05°	34,00' N	126°	27,00' E	011,1	103,9	1845,1	PI - 7.5 nm	60 min	DW	ATTN FISH. BTS, TRAFFIC,CURRENT
14	Mindanao	07°	16,00' N	126°	47,00' E	357,4	44,0	1741,1	PI - 10.7 nm	60 min	DW	ATTN FISH. BTS, TRAFFIC,CURRENT
15		08°	00,00' N	126°	45,00' E	352,6	1006,4	1697,1		60 min	DW	ATTN FISH. BTS, TRAFFIC,CURRENT
16	Ishigaki Shima	24°	38,00' N	124°	30,00' E	356,9	267,4	690,7	PI - 8.5 nm	60 min	DW	BE AWARE OF FISHING BOATS, TRAFFIC
17		29°	05,00' N	124°	14,00' E	353,6	217,3	423,3		60 min	DW	BE AWARE OF FISHING BOATS, TRAFFIC
18		32°	41,00' N	123°	46,00' E	314,3	121,8	205,9		60 min	DW	BE AWARE OF FISHING BOATS, TRAFFIC
19		34°	06,00' N	122°	02,00' E	277,6	11,3	84,1		20 min	4,56	BE AWARE OF FISHING BOATS, TRAFFIC

NOTES

