

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

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра «Морські перевезення» _____

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА

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

Казанцева Андрія Олександровича

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема: «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна

«Redmer Oldendorff» за маршрутом Порт-Гедленд (Port Hedland) – Циндао

(Qingdao)» _____

Підпис магістранта _____

Завідуючий кафедрою _____

Керівник _____

Рецензент _____

Нормоконтроль _____

м. Одеса
2025 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра: «Морські перевезення»

Спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Завідуючий кафедрою

" 11 " 06 2025р

З А В Д А Н Н Я

по дипломній роботі магістранта

Казанцева Андрія Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Redmer Oldendorff» за маршрутом Порт-Гедленд (Port Hedland) – Циндао (Qingdao)» затверджена наказом по академії від " ____ " _____ 20 ____ р. № _____
2. Строк здачі курсантом закінченої роботи ____ " 12 " _____ 11 _____ 2025 року
3. Вхідні дані до роботи:
 1. Ворохобін І.І. та інші. Методичні вказівки до виконання магістерської роботи.
 2. m/v «Redmer Oldendorff» Trim and Stability Booklet, Ship manual, Informational booklet for Damage control.
 3. Nautical publication.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):
 - Розділ 1. Характеристики судна.
 - Розділ 2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу.
 - Розділ 3. Обробка та розміщення вантажів.
 - Розділ 4. Оцінка морехідних якостей судна.
 - Розділ 5. Світові вантажопотоки навалювальних вантажів і техніко-експлуатаційні аспекти завантаження балкерів
5. Перелік графічного матеріалу:
 1. Wheelhouse poster.
 2. Графічний план переходу.
 3. Вантажний план судна.
 4. Діаграма статичної остійності на відхід.
 5. Діаграма статичної остійності на прихід.

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

Розділ (визначається кафедрою)	ПІБ консультанта	Підпис і дата
1. Характеристики судна	Петріченко Є.А.	
2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	Петріченко Є.А.	
3. Обробка та розміщення вантажів	Петріченко Є.А.	
4. Оцінка морехідних якостей судна	Петріченко Є.А.	
5. Світові вантажопотоки навалювальних вантажів і техніко-експлуатаційні аспекти завантаження балкерів	Петріченко Є.А.	
6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі (кафедра “Менеджменту і економіки морського транспорту”)	Петріченко Є.А.	
7. Охоронні заходи та цивільна оборона на судні	Петріченко Є.А.	

7. Календарний план дипломної роботи магістранта

№ п/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ. Характеристики судна.	05.09.25-10.09.25	виконав
2	Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу.	11.09.25-17.09.25	виконав
3	Обробка та розміщення вантажів.	18.09.25-22.09.25	виконав
4	Оцінка морехідних якостей судна.	23.09.25-02.10.25	виконав
5	Світові вантажопотоки навалювальних вантажів і техніко-експлуатаційні аспекти завантаження балкерів	03.10.25-15.10.25	виконав
6	Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі.	16.10.25-21.10.25	виконав
7	Охоронні заходи та цивільна оборона на судні. Висновки.	22.10.25-04.11.25	виконав

8. Дата видачі завдання 11.06.25

Керівник _____

Завдання до виконання прийняв _____

Магістерська робота містить 138 с., 26 рис., 59 табл., 23 використаних джерела.

Магістерська робота присвячена комплексній проробці та дослідженню світових вантажопотоків навалювальних вантажів і техніко-експлуатаційних аспектів завантаження балкерів.

Проаналізовано техніко-експлуатаційні характеристики та конструктивні особливості судна.

Виконано планування переходу, з урахуванням навігаційних, гідрографічних та метеорологічних умов плавання. Підібрано карти та пророблено план переходу.

Складено вантажний план з перевіркою критеріїв остійності згідно з рекомендаціями ІМО.

Виконано аналіз економічних та експлуатаційних показників та місце навалювальних суден у світі морських перевезень.

Обґрунтовано економічну доцільність рейсу на основі аналізу кількісних та якісних показників.

Наведено відповідь на питання з охорони праці та цивільної оборони на судні.

Ключові слова: балкер, остійність, залізна руда, морські перевезення.

The Master's thesis contains 138 pages, 26 figures, 59 tables, and 23 references.

The master's thesis is devoted to a comprehensive study and analysis of global bulk cargo flows and the technical and operational aspects of loading bulk carriers.

The technical and operational characteristics and structural features of the vessel are analyzed.

A voyage plan is developed, taking into account navigational, hydrographic, and meteorological conditions of navigation. Charts are selected and a detailed passage plan is prepared.

A cargo plan is drawn up with verification of stability criteria in accordance with IMO recommendations.

An analysis of the economic and operational indicators is performed, as well as the role of bulk carriers in global maritime transportation.

The economic feasibility of the voyage is substantiated based on the analysis of quantitative and qualitative indicators.

Answers are provided to questions regarding occupational safety and civil defense on board the vessel.

Keywords: bulk carrier, stability, iron ore, maritime transportation.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА	10
1.1 Загальні відомості і головні розміри	10
1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна	13
1.3 Маневрені характеристики	13
1.4 Навігаційне обладнання	13
1.5 Забезпечення непотоплюваності	20
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ	24
2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу	24
2.2 Оцінка запланованого переходу	26
2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході	31
2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації	37
2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибрежному пла- ванні	40
2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання	45
2.3.1 Розрахунок ортодромії	45
2.3.2 Складання маршрутних листів	47
2.3.3 Графічний план переходу	47
2.3.4 Розрахунок природної освітленості	49
2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів	50
РОЗДІЛ 3. ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ	53
3.1 Транспортні характеристики вантажів	53
3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та доку- ментальне оформлення морського перевезення	56

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна	60
3.4 Складання вантажного плану	63
3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу	65
РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА	68
4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна	68
4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності	74
4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації	76
4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності	77
4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності	79
4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності ...	83
4.7 Контроль загальної поздовжньої міцності судна	84
РОЗДІЛ 5. СВІТОВІ ВАНТАЖОПОТОКИ НАВАЛЮВАЛЬНИХ ВАНТАЖІВ І ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ АСПЕКТИ ЗАВАНТАЖЕННЯ БАЛКЕРІВ	87
5.1 Основні вантажопотоки навалювальних вантажів	87
5.1.1 Основні торгові шляхи доставки вугілля	87
5.1.2 Найбільші вантажопотоки доставки руди	88
5.2 Аналіз типових вантажних планів	90
5.2.1 Теоретичні аспекти основних видів завантаження	90
5.3 Аналіз методу завантаження усіх трюмів навалювального судна типу Capesize	97
5.4 Аналіз вантажного плану при почерговому завантаженні трюмів судна типу Capesize	104
РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ	113
6.1 Підвищення ефективності роботи морського транспортного судна	113
6.2 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі	114
6.3 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу	122
РОЗДІЛ 7. ОХОРОННІ ЗАХОДИ ТА ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА	125

СУДНІ	
7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту	125
7.1.1 Вихідні дані (сценарій виникнення надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту)	125
7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території	126
7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат	133
7.1.4 Стандартні робочі процедури по прийняттю відповідних заходів у разі порушення захисту судна	134
ВИСНОВКИ	136
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	137

ВСТУП

Основним питанням морського транспорту є безпека плавання і ефективність роботи як окремого судна, так і флоту в цілому. Тому велику роль в досягненні цих цілей являється робота судноводія при підготовці до рейсу і в його процесі. Практика показує, що більшість навігаційних аварій трапляються через відсутність належної підготовки до майбутнього рейсу або неправильної оцінки навігаційної безпеки на небезпечних ділянках плавання, а також недооцінка усіх можливих помилок в обсерваціях. Реальний ризик полягає в можливості аварій судів, загибелі людей, вантажів, забруднення морів. Ризик в морському судноплаванні має складну багатофакторну природу. Це випадкові і некеровані дії морської стихії, невідомі навігаційні небезпеки, недосконалість і ненадійність конструкцій суднів, і їх технічного обладнання, помилкові дії людей, що є наслідком їх психофізіологічних особливостей, недоліки в організації управління судном в умовах інтенсивного судноплавства. Основні передумови безпеки міжнародного морського судноплавства наступні:

- навігаційна безпека, що включає і безпечну розбіжність суднів у морі;
- високий рівень підготовки кадрів морського флоту і високу дисципліну праці;
- технічна надійність морських суден і його обладнання;
- надійність рятувальних засобів і ефективність організації пошуково-рятувальних операцій.

Усе це і інші питання розкриті в цій магістерській роботі.

У ряді керівних джерел відносно транспорту і зв'язок, сказано про необхідність підняти рівень безпеки руху. Виконання цієї вимоги на флоті відбувається в умовах подальшого підвищення розмірів, швидкостей і безпеки руху судів, який загострює дефіцит часу в роботі судноводія. У таких умовах для підвищення навігаційної безпеки все більшого значення придбаває ретельна підготовка до плавання. Метою цієї магістерської роботи є закріплення

теоретичних, практичних знань по плануванню рейсу. В дослідницькому розділі розглянуто світові вантажопотоки навалювальних вантажів і техніко-експлуатаційні аспекти завантаження балкерів.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

В табл. 1.1 приведені основні відомості про судно.

Таблиця 1.1

Основні відомості про судно

1	Назва судна	«Redmer Oldendorff»;
2	Тип судна	балкер;
3	Позивний сигнал судна	D5JV9;
4	ІМО №	9463669;
5	MMSI №	636092818;
6	Рік і місце будівництва	2011, Dayang Shipbuilding, Яндян (Yangzhou), Китай;
7	Клас реєстру	Class Society: ABS; A1,Bulk Carrier,BC–A Holds 2,4,6 and 8 may be empty,+AMS,+ACCU,TCM,GRAB 20,AB–CM,BWE,CSR;
8	Порт приписки	Монровія;
9	Судновласник:	CATANIA SHIPPING INC;
10	Довжина найбільша (L), м:	299,90;
11	Довжина між перпендикулярами ($L_{\perp\perp}$), м:	293,00;
12	Ширина найбільша (B), м:	50,00;
13	Висота борту до верхньої палуби (H), м:	24,85;

Продовження табл. 1.1

1	2	3
14	Осадка в повному вантажу (T_L), м:	18,393;
15	Водотоннажність: в повному вантажу (Δ), т: порожнем (Δ_o), т:	234638,1; 29540,8;
16	Повна вантажопідйомність (Δ_w), т:	205097,3;
17	Головний двигун: тип: потужність: частота обертання:	MAN-B&W 6S50MC-C; M.C.R. 13560 kw; 87,9 RPM;
18	Режим роботи головного двигуна:	31 – найменший; 53 – малий; 61 – середній; 76 – повний; 87,9 – найповніший;
19	Швидкість судна (V), вузл.:	15,2;
20	Гребний гвинт: кількість лопастей: діаметр, мм: напрямок обертання:	4; 8200; правого кроку;
21	Тип руля та площа його пера:	Semi Balanced Rudder of Spade type, 90,65 м ² ;
22	Рульова машина: тип: марка:	FE-21; Electro-Hydraulic Steering Gear;

Продовження табл. 1.1

1	2	3
23	Суднова радіостанція: Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району А3 та включає в себе:	УКВ радіостанція з ЦІВ: марка JRC, тип JHS – 770S; ПВ телефонна радіостанція з ЦІВ; ПВ / КВ телефонна радіостанція з ЦІВ і УБПЧ; JRC MF / HF DSC controller; Приймач НАВТЕКС Deveg 2902; Приймач РТВ або КВ ІБМ Deveg 6348; Инмарсат – 3: 1st JRC JUE85 / 2nd FURUNO FELCOM 15; Аварійний радіобуй EPIRB: марка JRC, тип JQE – 103; Переносна УКВ радіостанція марка JRC, тип JHS – 770S
24	Валова реєстрова місткість (GT):	102112;
25	Чиста реєстрова місткість (NT):	68128;
26	Добова витрата палива: на ходу: важке паливо на стоянці: важке паливо	70,0 т/добу; 5,0 т/добу;

Продовження табл. 1.1

1	2	3
27	Координати центру мас судна порожнем:	$X = -5,613 \text{ м};$ $Z = 12,617 \text{ м}.$

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна

Схематичне план бічного виду судна з розташуванням приміщень для вантажів і запасів приведений на рис. 1.1.

План верхньої палуби з вказівкою розмірів вантажних люків показаний на рис. 1.2.

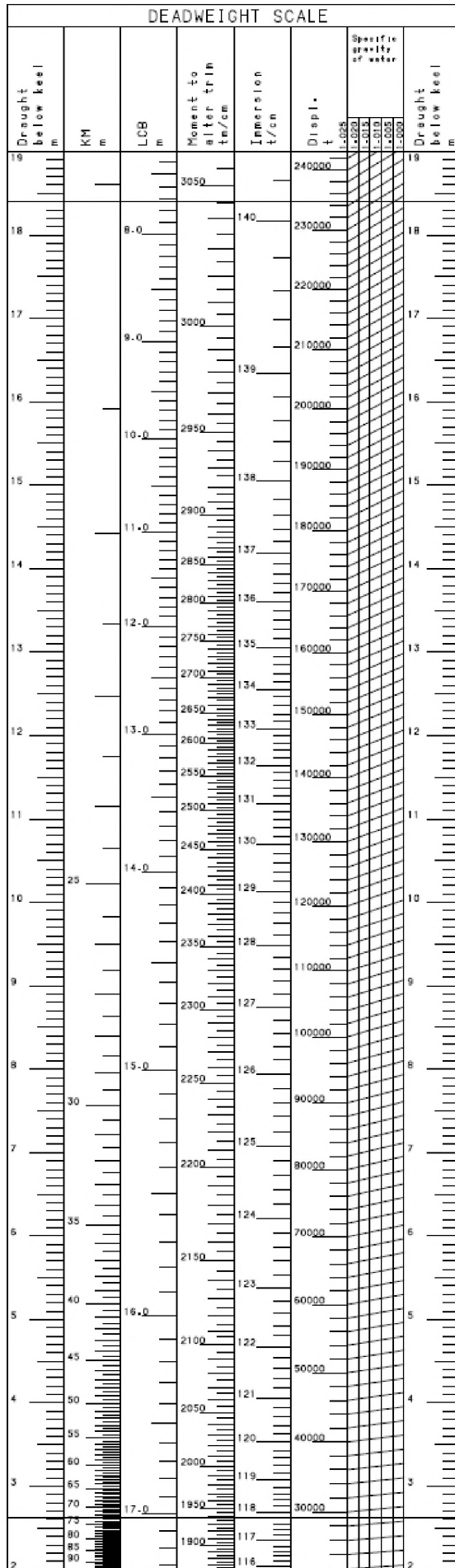
Вантажна шкала представлена на рис. 1.3.

1.3 Маневрені характеристики

Дані про маневрені характеристики, дані по якірному ланцюгу, по роботі рульового пристрою, збільшенні осадки, дані про діаметр повороту і так далі представлені на рис. 1.4-1.5.

1.4 Навігаційне обладнання

Дані усіх технічних засобів навігації (ТЗН) судна (електронавігаційні прилади і системи) представлені в табл. 1.2 та табл. 1.3.



LIGHTWEIGHT CONDITION

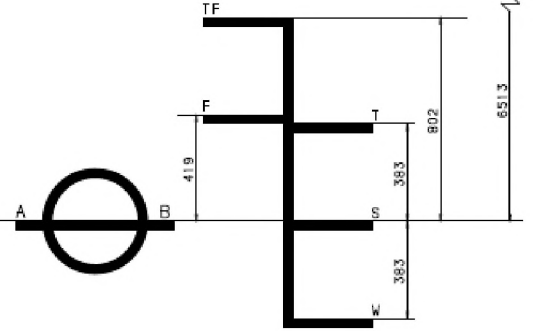


Рис. 1.3. Вантажна шкала

ACCORDING TO IMO RES.A.601(15) & U.S.C.G CFR Title 33 Part 164

SHIP'S NAME: **M/V. «REDMER OLDENDORFF»** CALL SIGN: **D5JV9** GROSS TONNAGE: **102112 TON** NET TONNAGE: **68128 TON**
 MAX.DISPLACEMENT: **234638.1 tonnes** MAX. DEADWEIGHT: **205097.3 tonnes** BLOCK COEFF. AT SUMMER LOAD LINE: **0.849**

HEEL ANGLE	DRAFT INCREASE (LOADED)
2°	0.873 m
4°	1.748 m
8°	3.514 m
12°	5.314 m
16°	7.169 m

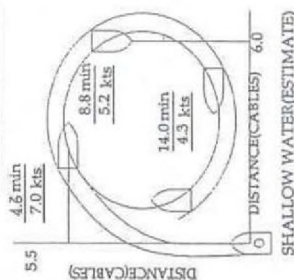
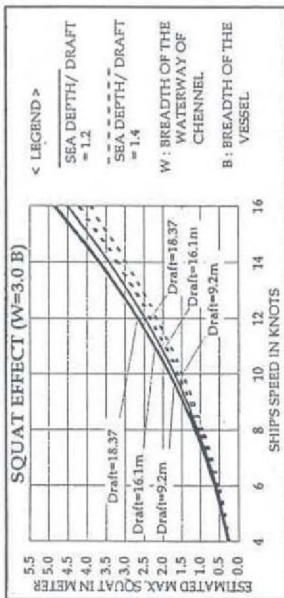
ANCHOR CHAIN	NUMBER OF SHACKLES	RATE OF HEAVING (min/SHACKLE)
PORT	14	2.62
STARBOARD	14	2.79
STERN		
1 SHACKLE = 27.5 m / 15 FATHOMS		

STEERING PARTICULARS	SEMI-BALANCED SPADE
RUDDER TYPE	35°
MAXIMUM RUDDER ANGLE	24.87 s
TIME HARD OVER TO HARD OVER WITH ONE/TWO POWER UNIT	
MINIMUM SPEED TO MAINTAIN COURSE PROPELLER STOPPED	4.5 kts

DRAUGHTS AT WHICH THE MANOEUVERING DATA WERE OBTAINED	BALLAST
LOADED	
TRIAL / ESTIMATED	
FORWARD	18.370 m
AFT	18.370 m
	10.050 m

PROPULSION PARTICULARS				
TYPE OF ENGINE :	MAN-B&W 6S70MC-C8 (Tier-II)	18,660 kW X 91RPM		
TYPE OF PROPELLER : FIXED PITCH				
ENGINE ORDER	RPM/PITCH SETTING	SPEED		
		LOADED (DESIGN)	LOADED (SCANT.)	RPM/PITCH SETTING
NAV. FULL	91 / 5.486 m	16.3	15.2	
FULL	75 / 5.486 m	13.7	12.9	75 / 5.486 m
HALF	61 / 5.486 m	11.5	10.5	61 / 5.486 m
SLOW	46 / 5.486 m	8.6	7.8	46 / 5.486 m
DEAD SLOW	32 / 5.486 m	5.9	5.4	32 / 5.486 m
CRITICAL REVOLUTIONS 34-42 rpm				
MIN. STEERING REVOLUTION & SPEED(TRIAL)	22 rpm, 4.5 kts			
MIN. STEERING SPEED AT FULL LOADED CONDITION	3.5 kts			
TIME LIMIT AT MINIMUM REVOLUTIONS	NON			
EMERGENCY FULL AHEAD TO FULL ASTERN	971 sec			
STOP TO FULL ASTERN	377 sec			
ASTERN POWER	56.0% ahead			
MAX. NUMBER OF CONSECUTIVES STARTS	12 (2 RESERVOIRS)			

THRUSTER EFFECT AT TRIAL CONDITIONS				
THRUSTER	KW (HP)	TURNING RATIO AT ZERO SPEED	TIME DELAY TO REVERSE FULL THRUST	NOT EFFECTIVE ABOVE SPEED
BOW		° / min	min	kts
STERN		° / min	min	kts
COMBINED		° / min	min	kts
				100%
				75%
				50%
				25%
				0%



TURNING CIRCLES AT MAXIMUM RUDDER ANGLE

LOADED / BALLAST (1 CABLE = 0.1 NAUTICAL MILE)

LOADED

LOADED

LOADED

LOADED

LOADED

LOADED

LOADED

LOADED

LOADED

LOADED

LOADED

LOADED

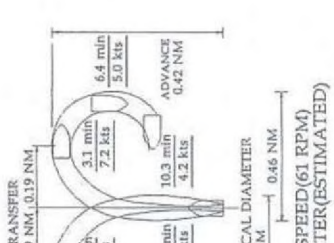
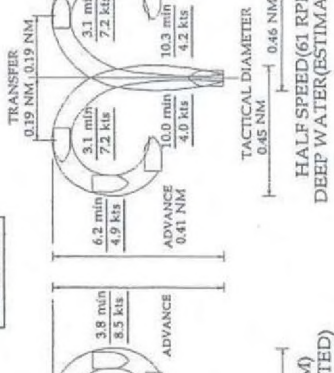
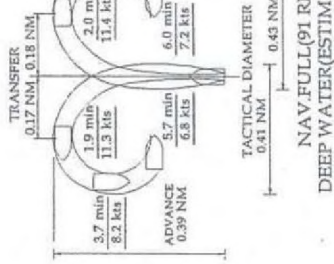
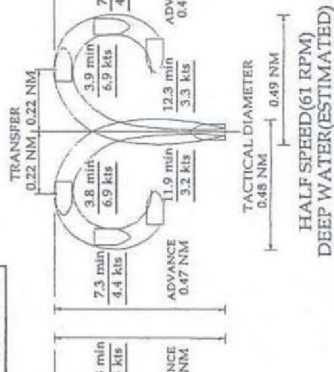
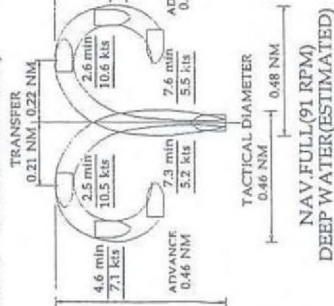
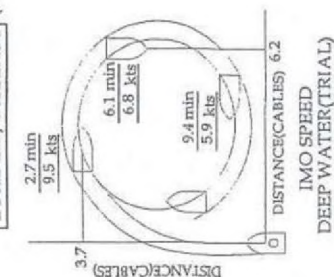


Рис. 1.4. Маневрені характеристики

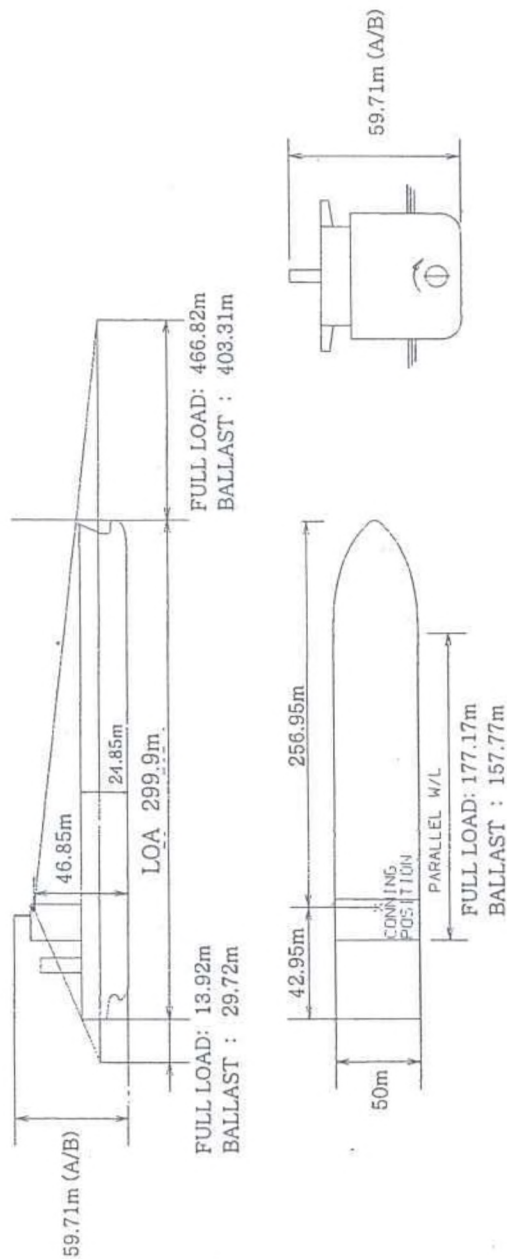
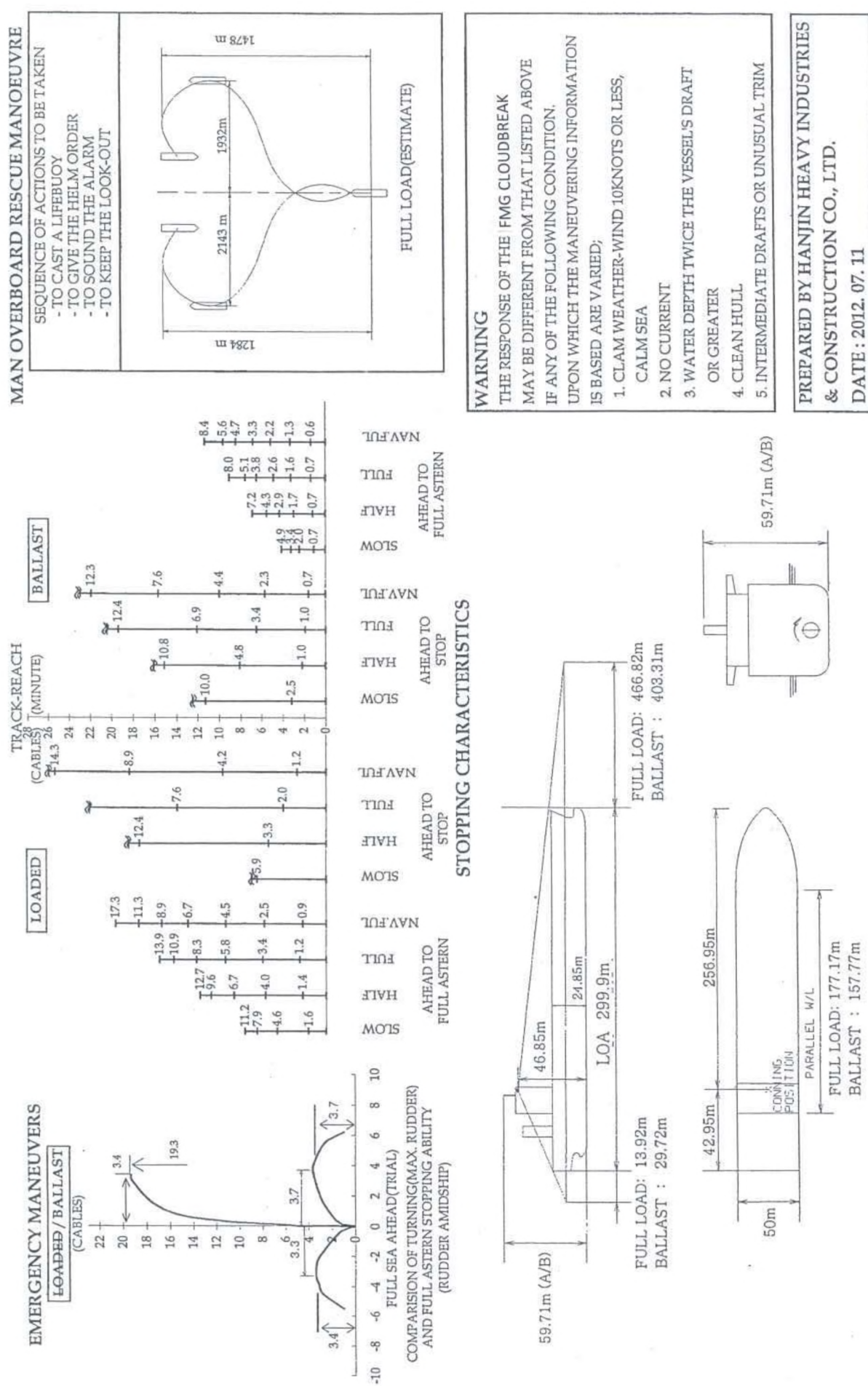


Рис. 1.5. Дані про гальмівний шлях приведені у вигляді лінійних графіків, складених для стану судна у вантажу і у баласті

Таблиця 1.2

Технічні засоби навігації

Прилад, система	Тип	Марка	Серійний №	Кількість
1	2	3	4	5
Radar 1 Display	FAR-2827	Furuno Electric Co.	HIO641	1
Transmitter	MK 4 25 KW	Furuno Electric Co.	TJ0554	1
Radar 2 Display	FAR-2837S	Furuno Electric Co.	100117	1
Transmitter	MK 4 75 KW	Furuno Electric Co.	TJ70554	1
Gyro	TG-8000/8500	TOKYO KEIKI INC.	52927	1
Autopilot	PR-6614A-DW- SS2	Tokyo Keiki	4944G	1
Log	DS-60	Furuno Electric Co.	630	1
Echosounder	FE-700	Furuno Electric Co.	LF62207	1
DGPS	GP-150-DUAL	Furuno Electric Co.	0707749	1
DGPS	GP-150-DUAL	Furuno Electric Co.	2427– 6029	1
Weatherfax	FAX – 30	Furuno Electric Co.	2711– 9135	1
Gmdss VHF 1	VHF-DSC RB 8800S	Furuno Electric Co.	FN 54649	1
Gmdss VHF 2	VHF REMOTE STATION RB8800	Furuno Electric Co.	FN 54648	1
Epirb Float Free	Tron 40S MK II	Jotron	11638	1
Sart	Tron SART 20	Jotron	16635-36	2
Navtex	NX-700A	Furuno Electric Co.	2B226053	1

Таблиця 1.3

Точностні характеристики ТЗН на судні

Тип і марка приладу	Умови	Вимірювані навігаційні параметри	СКП одного вимірювання
1	2	3	4
TG-8000/8500 TOKYO KEIKI INC.	судно, яке рухається	курс/пеленг	0,078
FAR-2827 Furuno Electric Co.	електронний візир	пеленг	0,23
	шкали до 3 миль	дистанція	0,14
	шкали більше 3 миль	дистанція	0,20
FAR-2837S Furuno Electric Co.	електронний візир	пеленг	0,093
	шкали до 4 миль	дистанція	0,21
	шкали більше 4 миль	дистанція	0,29
FE-700 Furuno Electric Co.	глибини до 2 м	глибина	0,001
	глибини 10 м	глибина	0,05
	глибини більше 20 м	глибина	0,12

1.5 Забезпечення непотоплюваності

Судно двобортне – це конструктивна особливість, підвищує непотоплюваність, також є водовідливні засоби.

Осушувальна система призначена для видалення з відсіків і приміщень невеликих мас води, що з'являється в результаті запотівання і фільтрації звар-

них швів, пропусків в з'єднаннях трубопроводів.

Система осушення обслуговується:

двома відцентровими самовсмоктуючими насосами марки 6МВ×2 по ВТ 466-49.002-55с модифікованими крилатками з наступними характеристиками:

продуктивність 130 м³;

натиск 20 м в ст;

висота всмоктування 5 м в ст;

одним електрогвинтовим насосом марки ЭВН 5/5 по МРТУ 5.465-9200-63 з наступними характеристиками:

продуктивність 5 м³;

натиск 5 м в ст;

висота всмоктування 6 м в ст;

двома водоструминними ежекторами марки ВЭЖ6/т розташованими: один в шкіперській на верхній палубі (р-н 14-15 шп); другий – у румпельному приміщенні на нижній палубі (р-ні 182-191 шп) з наступними характеристиками:

продуктивність 6 м³;

натиск 16 м в ст;

висота всмоктування 6 м в ст;

одним водоструминним ежектором марки ВЭЖ 50/т з наступними характеристиками:

продуктивність 50 м³;

натиск 8 м в ст;

висота всмоктування до 6 м в ст.

Осушувальна система представлена на рис. 1.6.

Дані по баластній системі судна представлені на рис. 1.7.

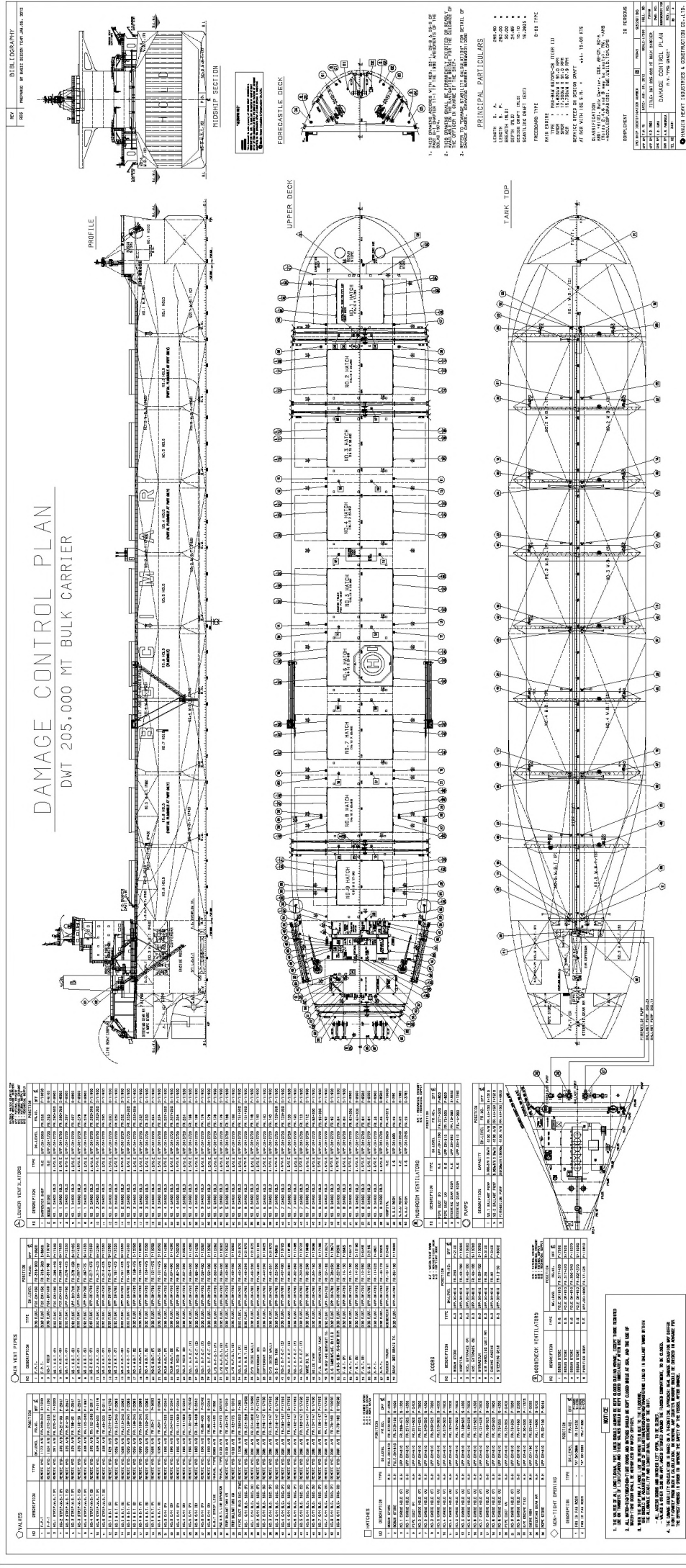
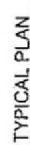


Рис. 1.6 Схема осушительной системы



T BULKHEAD

Diagram of a cargo hold showing various components and labels:

- NO. 214 6 8
- CARGO HOLD
- (FLOODABLE HOLD)
- PROTECTION BAIL
- LOWER STOOL
- W.B.T. (S)
- W.B.T. (P)
- W.B.T. (S)
- W.B.T. (P)
- SUCTION WELL
- WITH PORTABLE BLANK PLATE
- Corresponding Pipe (400A #80)

☒ CORRESPONDING PIPE TO BE INSTALLED
BETWEEN FRAME WEB WITH PROTECTION BAR

P0049/50/51 BDPWW00S010D	3	3	SHEET
--------------------------	---	---	-------

Рис. 1.7. Схема баластної системи

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

Загальні вимоги відносно планування переходу містяться у вимогах кодексу по підготовці і дипломуванню моряків і несенню вахти (ПДМНВ-78/95) в розділі А-VIII/2, частина 2, які формулюються таким чином:

майбутній рейс повинен плануватися заздалегідь, зважаючи на усю наявну до цього інформацію;

старший механік повинен, проконсультувавшись з капітаном, визначити заздалегідь потреби майбутнього рейсу, зважаючи на потреби в паливі, воді, мастильних матеріалах, хімікатах, витратних і інших запасних частинах, інструментах, запасах і інших вимог;

до початку кожного рейсу капітан кожного судна повинен забезпечити, щоб передбачуваний шлях з порту відходу до першого порту заходу планувався, використовуючи відповідні карти і інші навігаційні посібники, що необхідні для майбутнього рейсу, містять точну повну і відкориговану інформацію відносно тих навігаційних обмежень і небезпек, які мають постійний або передбачуваний характер, і які мають відношення до безпеки плавання суден;

після закінчення перевірки запланованого шляху, зважаючи на усю інформацію, що відноситься до нього, запланований шлях має бути прокладений на відповідних картах і бути постійно доступним для вахтового помічника капітана, який до того як лягти на відповідний курс, зобов'язаний перевірити його;

якщо в ході рейсу прийнято рішення про зміну наступного порту заходу або якщо необхідно істотно відхилитися від запланованого шляху з інших причин, змінений шлях повинен опрацьовуватися заздалегідь, до того як він буде істотно змінений.

Планування переходу і його виконання включає чотири послідовні фази:

- оцінка (Appraisal);
- планування (Planning);
- виконання (Execution);
- управління (Monitoring).

Оцінка майбутнього плавання робиться на основі зібраної інформації, яку судноводій може зібрати з наступних джерел:

Каталог карт і книг (Catalogue of Admiralty Carts and Publications NP131);

Навігаційних карт (Charts) – необхідно з'ясувати, на якій картографічній основі складені карти, щоб підвищити достовірність прокладення на ній обсервацій, отриманою по навігаційних супутниках;

Океанські шляхи світу (Ocean Passage For the World) – містить зведення про кліматичні особливості районів світу, про системи океанських течій;

Маршрутні і лоцманські довідкові карти;

Лоції (Pilot Books, Sailing Directions);

Перелік вогнів і туманних сигналів (Admiralty List of Lights and Fog Signals);

Таблиці припливів (Tide Tables);

Сповідження мореплавцям (Notices to Mariners);

Інформація про радіосигнали (Radio Signal Information);

Радіонавігаційні і місцеві попередження (Radio and Local Warnings);

Посадка і остійність судна (Draft and Stability of Ship).

Планування переходу складається з трьох етапів:

трансокеанський перехід і відкриті морські води;

прибережні води і вузкості;

ділянки лоцманської проводки.

При плануванні трансокеанського переходу вибирають шлях з урахуванням оцінки майбутніх метеорологічних умов (клімату, погоди) за багаторічними даними, а також з урахуванням фактичної погоди і її прогнозу. Необхідно враховувати також океанські течії. Визначають відстань між портами, розрахо-

вують на перехід з урахуванням штормового запасу необхідну кількість бункера, мастильних олій, води, провізії.

Прибережне плавання і плавання в обмежених водах вимагає значно більшої уваги. Шлях вибирають в стороні від небезпек з урахуванням систем розділення руху. Беруть до уваги національні вимоги і обмеження при проходженні територіальних вод. Враховують час проходження найбільш складних ділянок, освітленість на цей час, дії приливних течій і тому подібне.

При плануванні плавання по ділянках лоцманської проводки необхідно враховувати маневрені елементи свого судна, співвідношення опадів і глибин під кілем, збільшення опадів від швидкості і від крену на повороті, зміна швидкості, необхідна для встановлення часу проходження, коли можуть виникнути обмеження при підході вночі або залежно від висоти приливу.

При виконанні переходу головним завданням є контроль за безпечним плаванням судна по маршруту, заданому попереднім прокладенням шляхом безперервного ведення виконавчого прокладення. Виконавче прокладення полягає у веденні числення шляху судна на картах, визначенні місця судна, періодичною корекцією обсерваціями числення шляху, нанесенні на карту счислімих і обсервованих місць судна.

2.2 Оцінка запланованого переходу

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

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

Таблиця 2.1

Перелік карт на перехід

№ карти	Назва карти	Дата випуску
1	2	3
Navigational Charts		
The World General Charts of the Oceans		
The World Index of Charts at 1 : 3500000 or comparable scale		
4060	Australia and Adjacent Waters	May 2021
4052	North Pacific Ocean – Southwestern Part	May 2019
4053	North Pacific Ocean Northwestern Part	Aug. 2022
4603	Australia North Coast and Adjacent Waters	May 2019
4507	Philippine Islands to Bismark Archipelago	May 2021
4509	Western Portion of Japan	Feb. 2022
Aus 415	Cape Leveque to North West Cape	Mar. 2019
Aus 414	Rowley Shoals to Lombok Strait	–
941b	Eastern Archipelago – Selat Madura to Selat Makasar	Aug. 2021
943	Molucca Sea to Manila Bay	Jan. 2019
3489	Manila to Hong Kong	–
2412	East China Sea	Mar. 2021
3480	Yellow Sea and Korea Strait	–
Routening Charts and Plans		
Aus 54	Port Hedland	May 2019
Aus 52	Entrance to Port Hedland	–
Aus 53	Approaches to Port Hedland	Aug. 2021
Aus 739	Bedout Islet to Port Hedland	Jan. 2022
3706	Selat Lombok and Selat Alas	Aug. 2019

Продовження табл. 2.1

1	2	3
3011	Selat Lombok to Selat Makasar	Aug. 2021
3012	Selat Makasar (Southern Part)	Aug. 2019
3013	Selat Makasar (Northern Part)	Aug. 2022
2636	Balikpapan and Tanjung Pasangkau to Pulau Bunyu	Aug. 2021
928	Sulu Archipelago	—
1868	Sandakan Harbour to Sanga Sanga Island	May 2019
3811	Basilan Strait to Camiguin Island including Tubbataha Reefs	Nov. 2019
3809	Tagolo Point to Cuyo Islands including Cebu – Negros and parts of Panay and Palawan	Apr. 2021
3806	Cabra Island to San Fernando Point and Diapitan Bay to San Miguel Bay	—
4492	Subic Bay to Dasol Bay	—
3805	Luzon Island North of Latitude 16 20 00 N	—
3804	Luzon Strait between Luzon and T'ai – Wan	—
3233	O – Luan Pi to T'ai – Tung Kang	Nov. 2018
3236	T'ai – Wan to Okinawa Shima	—
3234	T'ai – Tung Kang to Hua – Lien Kang	Nov. 2019
3235	Hua – Lien Kang to San – Tiao Chiao	Nov. 2021
1199	Ningbo Gang to Changjiang Kou	June 2019
1256	Bo Hai and Northern Part of the Yellow Sea	Dec. 2022
1253	Lianyun Gang to Qingdao Gang	Apr. 2019
1254	Qingdao to Chengshan Jiao	Oct. 2021
876	Qingdao Gang and Approaches	Oct. 2019

Таблиця 2.2

Перелік публікацій на перехід

Номер	Назва посібника
1	2
Sailing Directions	
13	Australia Pilot, Vol.I
34	Indonesia Pilot, Vol.II
33	Phillipine Islands Pilot
32	China Sea Pilot, Vol. III
Lights and Fog Signals	
83	List of Lights, Volume K
79	List of Lights, Volume F
Admiralty List of Radio Signals	
281(2)	Admiralty list of radio signals Vol.1(2). Coast radio stations. The Philippines, Indonesia, Australasia, the Americas, Greenland and Iceland
282	Admiralty list of radio signals Vol.2. Radio aids to navigation, satellite navigation system, legal time, radio time signals and electronic position fixing system
283(2)	Admiralty list of radio signals Vol 3(2) Maritime safety information services: the Philippines, Indonesia, Australasia, the Americas, Greenland and Iceland
284	Admiralty list of radio signals Vol.4. Meteorological observation stations
285	Admiralty list of radio signals Vol.5. Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS)
286(4)	Admiralty list of radio signals Vol.6 (4). Pilot services, vessel traffic services and port operations. Asia and Australaysia.

Продовження табл. 2.2

1	2
286(6)	Admiralty list of radio signals Vol.6 (6). Pilot services, vessel traffic – services and port operations. North East Asia.
Tide Tables	
204	Admiralty Tide Tables
Miscellaneous Publications	
100	The Mariners Handbook
131	Catalogue of Admiralty Charts and Publications
133A	Chart Correction Log and Folio Index – Second Edition 1999
135	General Instructions for Hydrographic Surveyors, 17th Edition 1996
136	Ocean Passages for the World
139	Echo – Soundings Correction Tables, Edition 3 1980
288	Satellite Navigation System
294	How to Correct your Charts the Admiralty Way
303	Sight Reduction Forms (H.494)
314	The Nautical Almanac 2024
323	Star Finder and Identifier
399	Sight Form for use with the HP41CV calculator – single sheet each comprising 2 forms
399a	Sight Form for use with the HP41CV calculator – book of 23 forms
400	Sight Form (H.225) for use with the NP401 series single sheet – 2 forms per sheet
400a	Sight Form (H.225) for use with the NP401 series single sheet – book of 24 forms
401 (1– 6)	Sight Reduction Tables for Marine Navigation Volume I – VI
411	Weather Satellite Picture Interpretation Volumes 1 and 2
713	Folio Cover for Charts

Продовження табл. 2.2

1	2
720	Table for converting meters to feet and fathoms, from 1–399 metres to feet and fathoms, 400–11,999 metres to fathoms
735	IALA Maritime Buoyage System, Edition 5 1994
5011	Symbols and Abbreviations used on Admiralty Charts, Edition 2 1998
	Guide to Port Entry
	Norie's Nautical Tables

2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

Нині усі завдання отримання, передачі інформації на судах вирішуються штурманським складом в процедурах і з використанням апаратних засобів ГМССБ. Однією з функцій ГМССБ є передача на судна в морі інформації по безпеці мореплавання (ІБМ). Збором, координацією і передачею ІБМ займається служба безпеки SafetyNET, що є складовою частиною ГМССБ. Структура SafetyNET і завдання, що вирішуються службою, викладені в керівництві ІМО International SafetyNET Manual.

Інформація по безпеці на морі (ІБМ, Maritime Safety Information – MSI) включає навігаційні і метеорологічні попередження, метеорологічні прогнози і інші термінові повідомлення, що відносяться до безпеки. Ця інформація є життєво важливою для усіх суден, тому вона є обов'язковою для прийому на усіх судах незалежно від району плавання.

У ГМССБ інформація по безпеці включає:

- навігаційні попередження;
- метеорологічну інформацію;
- інформацію при пошуку і рятуванні;
- попередження про піратські напади.

Збір і поширення інформації по навігаційних попередженнях забезпечується Всесвітньою службою навігаційних попереджень (ВСНП), (WWNWS – World Wide Navigational Service) на основі функціонального керівництва Міжнародної гідрографічної організації (ІНО – International Hydrographic Organization).

Метеорологічна інформація забезпечується Всесвітньою метеорологічною організацією (WMO – World Meteorological Organization).

Інформація по пошуку і рятуванню забезпечується владою, відповідальними за координацію рятувальних операцій в морі, – (морськими) рятувально-координаційними центрами (RCC, MRCC), відповідно до стандартів і процедур, встановлених Міжнародній морській організації (ІМО).

Для координації передач ІБМ увесь світовий океан розділений на 21 морський район, званих NAVAREA, що означають римськими цифрами. У кожному з цих районів є країна – координатор відповідальна за збір, аналіз і передачу навігаційної інформації.

Розрізняють три типи навігаційних попереджень:

- попередження NAVAREA;
- прибережні попередження;
- місцеві попередження.

Попередження NAVAREA містять інформацію, яка потрібна мореплавцям, для безпечного плавання на океанських переходах.

У прибережних попередженнях поширюється інформація, яка потрібна для безпечного плавання у межах певного регіону. Вони забезпечуються, як правило, службою NAVTEX.

Міжнародна служба SafetyNET – це служба, що використовує ІНМАРСАТ, і службовка для поширення інформації по безпеці на морі, включаючи ретрансляцію повідомлень безпеки на морі, включаючи ретрансляцію повідомлень лиха в напрямі «берег – судно».

Структура міжнародної мережі SafetyNET, що забезпечує збір, обробку і передачу інформації по безпеці мореплавання в системі супутникового зв'язку ІНМАРСАТ.

До складу інформації, що передається по каналах SafetyNET, входять:

навігаційні попередження;

метеорологічні попередження і метеопрогнози;

повідомлення про лихо в напрямі «берег – судно», інформація SAR;

попередження про напад піратів;

дані про коригування карт і інша термінова інформація.

Передачі здійснюються за розкладом або поза розкладом. Розклади передач повідомлень SafetyNET представлені в:

- GMDSS Master Plan, Annex 8;

- ALRS vol 5 (GMDSS, 10-6).

Таблиця 2.3

Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

№ з/п	Радіостанція	Позначення і межа карти		Зміст передачі	Час передачі
1	2	3		4	5
1	VMC Australia Weather East	AU ST	10°S.90°E – 10°S.170°E 50°S.90°E – 50°S.170°E	24 h Wind/Wave Ht(m) Prognosis	0745(00) 0800(00) 1930(12) 1945(12)
		RS W	0°.100°E – 0°.180° 50°S.100°E – 50°S.180°	Australian Significant Weather Prognosis	0215(18) 0715(00) 1300(06) 1900(12)
		ASI AN	40°N.70°E – 40°N.180° 15°S.70°E – 15°S.180°	Asian Significant Weather Prognosis	0330(12) 1000(18) 1530(00) 2200(06)
		H	25°N.80°E – 25°N.180° 25°S.80°E – 25°S.180°	Current warnings Summary	0230, 0815, 1445, 2045

Продовження табл. 2.3

1	2	3	4	5	6
2	Bangkok (Nonthaburi)	A	50°N.45°E 50°N.160°E 30°S.45°E 30°S.160°E	Surface Analysis	0140(18) 0500(00) 1020(06) 1720(12) 2320(18)
3	T'ai – pei (BMF)	FW PN	43°N.38°E 38°N.157°W 6°S.84°E 8°S.158°E	36 hour Wave Prognosis	0820(00)
		AW PN	43°N.38°E 38°N.157°W 6°S.84°E 8°S.158°E	Wave Analysis	0805(00)
		AS AS	43°N.38°E 38°N.157°W 6°S.84°E 8°S.158°E	Surface Analysis (with Plotted Data)	0330(00), 0930(06), 1530(12), 2130(18)
		FS AS	43°N.38°E 38°N.157°W 6°S.84°E 8°S.158°E	24 hour Surface Prognosis	0350(00)
4	Shanghai (BDF2)	60°N.90°E 50°N.180° 10°N.100°E 05°N.160°E		24 hour Forecast for all Areas	0010 1810
				Surface Analysis	0130 2030
5	Beijing (Peking)	H	42°N.23°E 48°N.174°E 04°S.70°E 02°S.145°E	Surface Analysis	0450(00)
		C	40°N.40°E 40°N.130°W 70°S.40°E 70°S.130°W	Surface Analysis	0830(00)
		G	47°N.63°E 41°N.168°E 06°N.85°E 03°N.142°E	Surface Analysis	1926(12)

Для прийому текстової інформації про погоду – прогноз, аналіз, метеопередження, – зазвичай не підбирають спеціальних станцій, оскільки випуски NAVAREA і NAVTEX містять її в достатній кількості.

З посібника ALRS 285 вибираємо інформацію про райони NAVAREA і станціях NAVTEX по маршруту переходу. Дані зводимо в табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Райони NAVAREA, станції NAVTEX на переході

№	Ділянка переходу	Район NAVAREA	Станції NAVTEX	Координатор NAVAREA
1	Пролив Ломбок – Макассарський Пролив	XI	Ujungpandang [D]	Japan
2	Макассарський Пролив – Пролив Сібуту	XI	Sandakan [S]	Japan
3	Пролив Сібуту – Пролив Міндоро	XI	Palawan [I]	Japan
4	Пролив Міндоро – о-в Тайвань	XI	Chi – lung [P]	Japan
5	О-в Тайвань – Циндао	XI	Naha [G]	Japan

В ході навігаційного опрацювання переходу готуються до обміну інформацією з береговими контрольними постами, лоцманськими станціями, операторами портових терміналів в портах заходу.

За допомогою посібника ALRS 286 визначають наявність по маршруту контрольних постів, районів, де здійснюється управління рухом суден постами

СУДС (Reporting Areas), вирішують питання про зв'язок з контрольними станціями і постами – термінах, формі і способах подання інформації. З'ясовують деталі зв'язку з лоцманськими станціями і оператором терміналів в портах. Отримані відомості зводять в табл. 2.5.

Таблиця 2.5

Зв'язок на переході

№	Станція	Спосіб зв'язку	Канали, частоти	Примітка
1	2	3	4	5
1	Port Hedland Pilots & Port Emergency Tugs	VHF	16, 11 16, 11, 21, 82 67, 13, 68	Approach, berthing, unberthing. Cargo Operations
2	Port Qingdao VTSS Pilots & Port	VHF	16 14, 08	Approach, berthing, unberthing. Cargo Operations

2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

Вивчення, аналіз і короткий опис гідрометеорологічних по маршруту на період (місяць) плавання включають наступні елементи:

- загальна характеристика
- атмосферний тиск і вітри
- тропічні циклони
- хмарність і опади

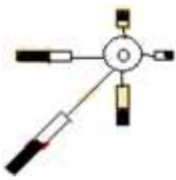
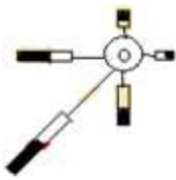
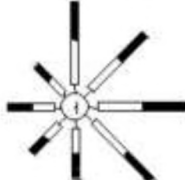
- тумани і видимість
- температура і вологість.

Таблиця 2.6

Атмосферний тиск і розшифровка «роз вітрів»

Характерис- тики за ділянками	Порт-Гедленд			Прохід Сибуту			Порт Циндао		
1	2			3			4		
Атмосфер- ний тиск, гПа	1010			1010			1016		
Вітер	Роза вітрів № 1			Роза вітрів № 2			Роза вітрів № 3		
Направлення вітру	Повторюваність вітру, %			Повторюваність вітру, %			Повторюваність вітру, %		
	су- мар- на	11-15 м/с	>16 м/с	су- мар- на	11-15 м/с	>16 м/с	су- мар- на	11-15 м/с	>16 м/с
N	0	—	—	3	—	—	5	—	—
NE	5	—	—	4	—	—	15	—	—
E	22	—	—	4	—	—	8	—	—
SE	25	—	—	2	—	—	8	—	—
S	12	—	—	19	—	—	16	—	—
SW	14	—	—	24	—	—	12	—	—
W	16	—	—	11	—	—	11	—	—
NW	2	—	—	2	—	—	9	—	—

Продовження табл. 2.6

1	2		3		4	
Результуючий вітер	направлення, у румбах	SE	направлення, у румбах	SE	направлення, у румбах	N
	швидкість, м/с	3-5	швидкість, м/с	3-5	швидкість, м/с	3-5
Максимальна швидкість вітру, м/с	спостережена	25	спостережена	25	спостережена	36
	розрахункова	—	розрахункова	—	розрахункова	—
Повторюваність штилів, %	0		0		1	
Схема «рози вітрів»						

Таблиця 2.7

Видимість, водний і тепловий режими атмосфери, гідрологічні характеристики

Характеристики за ділянками	Порт-Гедленд	Прохід Сибуту	Порт Циндао
1	2	3	4
Температура повітря, °C	24	28	26
Температура води, °C	25	27	24
Відносна вологість, %	70	80	85
Повторюваність туманів, %	—	1	1
Видимість менше 2 миль, %	< 10	< 10	< 10
Хмарність, бали	2	5	5
Солоність води, ‰	35,0	33,5	34,5
Щільність води, кг/м ³	1,0230	1,0250	1,0240

Продовження табл. 2.7

1		2	3	4
Постійні течії	назва	Західно-австралійське	—	—
	термодинамічна характеристика	холодне	тепле	тепле
	направлення	N	S	NE
	швидкість, вузл.	0,5-1,0	1,0-1,5	0,5-1,0
	стійкість, %	< 25	50-75	50-75
Швидкість припливних течій, вузл.		—	—	—
Висота хвиль, м	середня	2	3	4
	максимальна	3	6	5
Період хвиль, с		6	3	4

2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибрежному плаванні

Опис портів отриманий з посібника Ports and Terminal Guide.

Порт-Гедленд розташований в північно-західній частині Західної Австралії. Основні вантажі, які обробляє порт являються: паливо, барити, генеральні вантажі, залізна руда, сіль, феросплави. Щорічно порт обробляє близько 60 млн. Тонн вантажу і приймає до 700 судів.

Орієнтовний час прибуття судна в порт повинен докладатися за 48, 24 і 2 години. Зв'язок з портом здійснюється по радіо Sydney, Darwin або Perth. Також можна тримати зв'язок з портом на УКВ каналах 16, 06, 08, 09, 12 13, 67.

Межа порту визначена радіусом в 10 морських миль навколо буя Hunt Point. Внутрішня гавань порту починається між буями Hunt Point beacon (No 47) і Airey Point beacon (No 46).

Вхід в порт здійснюється по вхідному каналу, довжина якого 22 милі. Працює система розділення рухом. Уздовж каналу по різні сторони розташовані причали для судів різної водотоннажності від великих до рисих. Лоцманська проводка в порт обов'язкова. Посадка/висадка лоцмана здійснюється вертольотом.

Якірна стоянка можливо уздовж вхідного каналу по різні сторони, за винятком місць, де ґрунт погано тримає якір і місць, які вказані на картах.

Висота приливної хвилі в порту коливається від 6,8 метрів до 4,7 метрів.

Основний навігаційний знак порту – "С1" з координатами, 20°00.0'S 118°26.0'E.

Порт має в розпорядженні 5 потужних буксирів.

Довжина причальної лінії складає більше 1500 метрів. Причали обладнані під певні види вантажів. На причалах розташовані стрічкові конвеєри для вантажно-розвантажувальних робіт, є пересувні крани, а також допоміжна техніка: навантажувачі, перевантажувачі, грузовики та ін.

На території порту є майданчики для зберігання вантажів у тому числі і криті ангари.

У порту можна здійснити основні види ремонтних робіт по судну. Також можна поповнити запаси палива, прісної води і постачання.

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

Crew List – 3 шт.

Passenger List – 3 шт.

Maritime Declaration of Health – 1 шт

Bill of Lading – 2 шт.

Ship's Register – 1 шт.

Load Line Certificate – 1 шт.

De – ratting Certificate – 1 шт.

Crew Agreement – 1 шт.

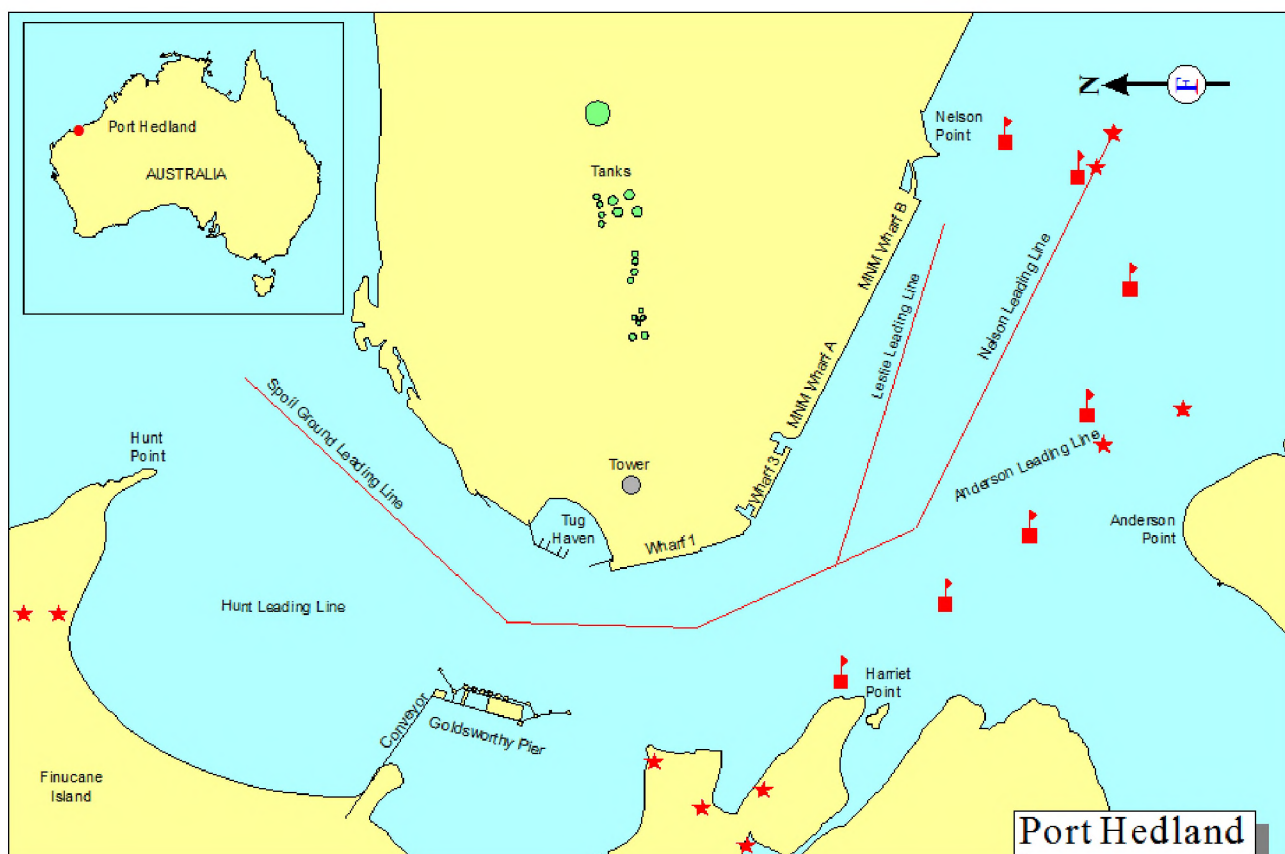


Рис. 2.1. План Порту-Гедленд

Порт Циндао розташований на північному узбережжі бухти Siaochou Bay в Жовтому морі. Порт обслуговує усі види вантажів і щорічно переробляє близько 100 млн. тонн вантажу, 2,5 млн. тэу контейнерів.

Орієнтовний час прибуття судна в порт повинен докладатися за 72, 48 і 24 години. Зв'язок з портом здійснюється по радіо Shanghai Radio (callsign "XSG") і Tianjin Radio (callsign "XSV"). Також можна тримати зв'язок з портом на УКВ каналах 16, 06, 12.

У порту можна зробити дератизацію і фумігацію.

Порт розділений на 2 частини: внутрішню і зовнішню. Внутрішня частина порту розділена на 6 гаваней. Довжина причальної лінії складає 45 кілометрів. У порту встановлені 4 маяки, 3 пари створ, 18 віх і 55 буїв.

Лоцманська провідка в порт обов'язкова.

Місця якірної стоянки вказані на картах і призначені для карантину, тан-

керів і очікування.

Висота приливної хвилі складає від 3,9 до 1,1 метрів.

Причали порту обладнані кранами вантажопідйомністю по 10 і 15 тонн, перевантажувачами і конвеєрами, а також пересувною і допоміжною технікою. На території порту розташовані площі під зберігання будь-яких видів вантажу, у тому числі і криті склади з холодильними установками.

У порту можна зробити будь-які види робіт, поповнити запаси палива, води і постачання

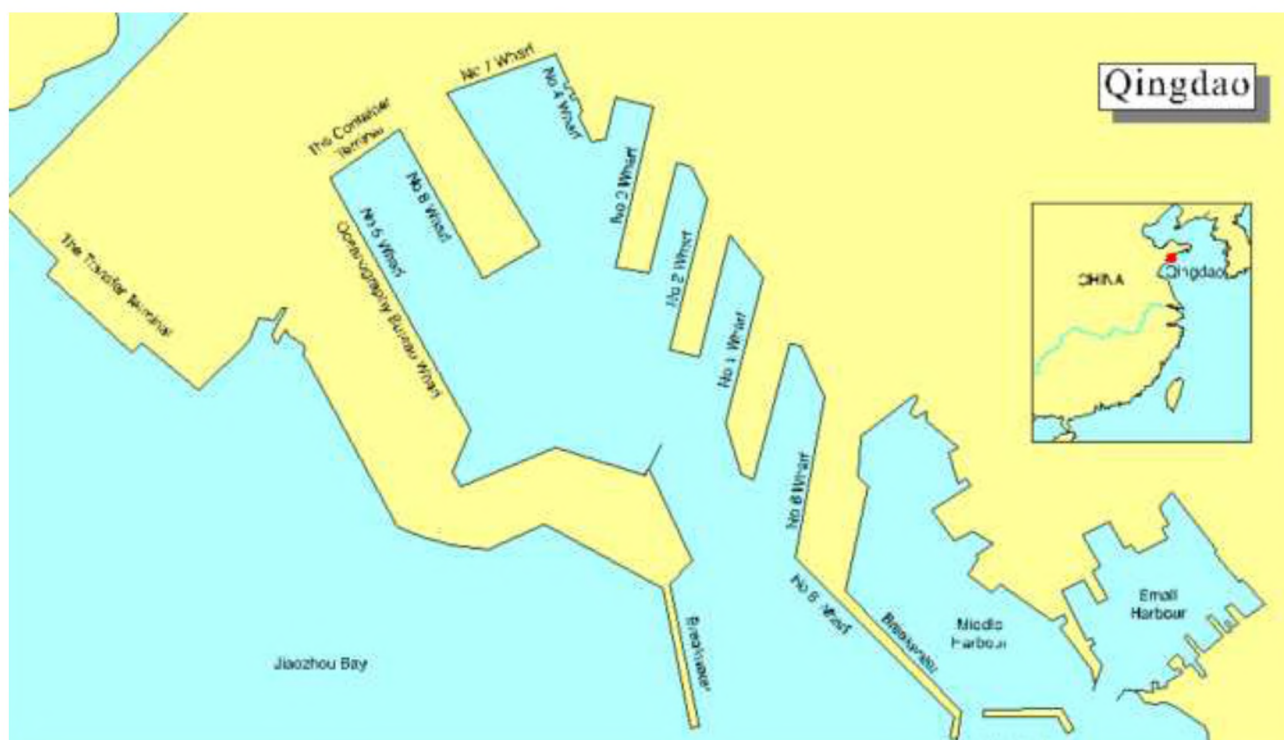


Рис. 2.2. План порту Циндао

Засоби навігаційного обладнання, які були використовувані на переході, наведені в табл. 2.8.

Таблиця 2.8

Засоби навігаційного обладнання

№	Назва	Координати φ λ	Дальність види- мості, милі	Харак- тери- стики	Траверз	
					Істин- ний пеленг	Найко- ротша відстань
1	2	3	4	5	6	7
1	Lt. Tg Sending	8°49,3' S; 115°35,7' E	25	F1(3) 20.0s	284°	5.2
2	Lt. Gili Seland	8°23,7' S; 115°42,3' E	24	F1(3) 15.0s	284°	4.8
3	Lt. Pulau Sekala	6°56,4' S; 116°15,4' E	20	F1(3) 20.0s	294°	9.6
4	Lt. Tg Rangas	2°37,8' S; 118°48,8' E	23	F1 6.0s	107°	13.2
5	Lt. Tg Manimbaya	0°00,1 'N; 119°36,7'E	18	F1 10.0s	107°	12.7
6	Lt. Cabra Island	13°53,4 ' N; 120°01,2' E	30	Oc 5.0s	090°	28.0
7	Lt. Cape Bolinao	16°18,6 ' N; 119°47,2' E	25	F1 5.0s	090°	16.7
8	Lt. Lan Yu	22°05,00' N; 121°29,7' E	26	F1(4) 24.0s	282°	22.5
9	Lt. Lutao	22°27,5' N; 121°27,5' E	35	F1(2) 20.0s	282°	32.2
10	Lt. San – tiao Chiao	25°00,5' N; 122°00,0' E	35	LF1(2) 28.0s	282°	33.4

Продовження табл. 2.8

1	2	3	4	5	6	7
11	Lt. Chaolian Dao	35°53,6' N; 120°52,3' E	24	F1 10.0s	038°	6.3
12	Lt. Dagong Dao	35°57,7' N; 120°29,3' E	15	F1 5.0s	197°	1.6
13	Lt. Tuan Dao	36°02,7' N; 120°16,8' E	15	Ос 5.0s	012°	0.5

2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1 Розрахунок ортодромії

Рейс є фактичним. Рейс є фактичним. У моєму переході немає плавання по ДБК, тому наведу приклад розрахунку плавання по ДБК: від точки $\varphi_H = 35^\circ 57' N$, $\lambda_H = 06^\circ 14' W$ до точки $\varphi_K = 25^\circ 44' N$, $\lambda_K = 76^\circ 51' W$.

При розробці плану переходу доцільно розрахувати плавання по ДБК: від точки

Розраховую локсодромічний курс:

$$tgk_{\text{л}} = \frac{PД}{PMЧ} \quad (2.1)$$

Обчислюють довжину локсодромії:

$$S_{\text{л}} = PIII \times \sec k_{\text{л}} \quad (2.2)$$

Таблиця 2.9

Розрахунок локсодромії

φ_K	25°44' N	λ_K	76°51' W	РМЧ	-716
φ_H	35°57' N	λ_H	06°14' W	К	260°
РШ	-613	РД	-4237	S	3681

Визначити довжину ортодромії:

$$\cos D = \sin \varphi_1 \times \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \times \cos \varphi_2 \times \cos PD \quad (2.3)$$

$$D = 3612 \text{ миль}$$

Доцільність плавання по ортодромії рівна:

$$\Delta S = S_n - D = 3681 - 3612 = 69 \text{ миль}$$

Плавання по ортодромії вигідно.

Виконаємо розрахунок плавання по ортодромії:

Знаходимо λ_0 :

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\lambda_H - \lambda_K}{2} - \lambda_0\right) = \operatorname{tg} \frac{PD}{2} \times \sin 2\varphi \times \cos ecPШ \quad (2.4)$$

$$\operatorname{tg} k_0 = \frac{\sin(\lambda_H - \lambda_0)}{\operatorname{tg} \varphi_H}$$

$$\text{Обчислюю } k_0 \Rightarrow \quad (2.5)$$

Таблиця 2.10

Курси і відстані при плаванні по ортодромії

N	Широта	Довгота	Курс	Відстань
1	37° 25' N	20° 00,0' W	278	668
2	37° 29' N	30° 00,0' W	270	476
3	36° 41' N	40° 00,0' W	264	481
4	35° 01' N	50° 00,0' W	258	497
5	32° 25' N	60° 00,0' W	253	523
6	25° 44' N	76° 51,0' W	246	970

2.3.2 Складання маршрутних листів

Відповідно до рекомендацій ІМО, при плануванні рейсу необхідно скласти маршрутні листи. Маршрутний лист приведено на рис. 2.3.

2.3.3 Графічний план переходу

Результати навігаційного планування переходу оформляють у вигляді графічного плану переходу, який представлено на рис. 2.4. На графічному плані наноситься наступна інформація: курс судна (ортодромія чи локсодромія), назви портів відходу/заходу, основні течії, рози вітрів.

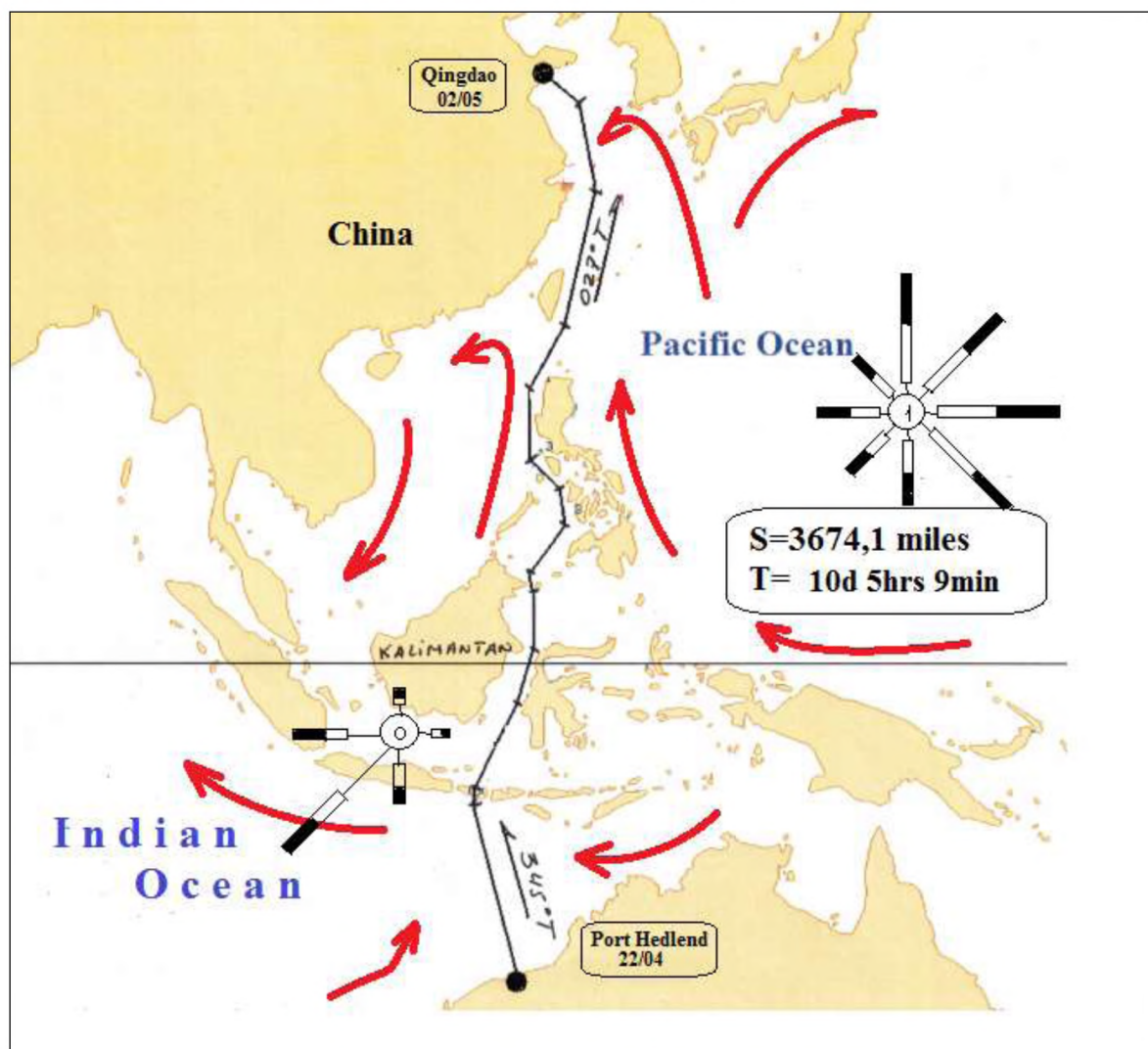


Рис. 2.4. Графічний план переходу

PASSAGE PLANROUTE **01**

VOYAGE No.

1

DATE :

From the port :

Port Hedland

To the port :

Qingdao

22/04

02/05

No	WP	Latitude	Longitude	Course	WP Distance	MTGO	PASS Distance	NAV.AIDS
22/04 09:00 Heave up the anchor and begin Ocean Passage for 2 days. Bach # Aus52, Aus53, Aus54, Aus 415, Aus414, 4060, 4603								
1	0	20°19,0'S	118°35,0'E	-	-	3674,1	0,0	Airport
2	1	09°11,9'S	115°34,9'E	345°	689,4	2984,7	689,4	Tg Sedining
24/04 09:00 End of Ocean Passage. Sea Passage (Sealat Lombok, Sealat Makassar, Celebes Sea, Sulu Sea, Southn China Sea, Luzon Strait, Eastern China Sea, Yellow Sea) for 8,5 days. Sharp lookout, Heavy traffic. Bach # 4052, 4053, 4507, 4509, 943, 2412, 3480, 3706, 3011, 3012, 3013, 928, 3806								
3	2	08°20,7'S	115°48,1'E	014°	52,9	2931,8	742,3	Gili Seland
4	3	05°16,8'S	117°10,5'E	024°	201,3	2730,5	943,6	GPS
5	4	02°46,3'S	118°32,3'E	029°	171,2	2559,3	1114,8	GPS
6	5	01°15,5'N	119°46,8'E	017°	253	2306,3	1367,8	GPS
7	6	04°28,1'N	119°42,2'E	359°	192,7	2113,6	1560,5	GPS
8	7	05°55,9'N	119°23,2'E	348°	89,8	2023,8	1650,3	GPS
9	8	09°07,9'N	121°56,2'E	038°	244,6	1779,2	1894,9	GPS
10	9	11°28,3'N	121°19,7'E	346°	144,8	1634,4	2039,7	GPS
11	10	13°09,7'N	119°30,4'E	314°	147,3	1487,1	2187,0	GPS
12	11	17°34,3'N	119°30,2'E	360°	264,6	1222,5	2451,6	GPS
13	12	21°52,6'N	121°52,7'E	027°	291,1	931,4	2742,7	GPS
14	13	29°41,7'N	123°45,4'E	012°	480	451,4	3222,7	GPS
15	14	34°36,5'N	122°42,4'E	350°	299,6	151,8	3522,3	GPS
16	15	35°58,9'N	120°30,9'E	308°	135,2	16,6	3657,5	Dagong Dao
02/05 12:30 End of the Sea Passage. Reduce RPM. Pilot boards the ship and proceed to Qingdao port. BACH # 1253, 1254, 876. VHF CH 16, 14, 08								
17	16	36°01,9'N	120°18,3'E	287°	10,7	5,9	3668,2	Tuan Dao
18	17	36°02,3'N	120°16,1'E	282°	1,8	4,1	3670,0	Tuan Dao
19	18	36°04,9'N	120°16,9'E	016°	2,7	1,4	3672,7	Xiaoqing
20	19	36°05,4'N	120°18,7'E	074°	1,4	0,0	3674,1	Xiaoqing

Distance Berth to Berth :

3674,1

Pilot Distance Departure :

5,0

Pilot Distance Arrival :

12,0

Distance Pilot to Pilot :

3657,1

GMT + 8 hrs

Destination port LT :

GMT +8 hrs

All charts and publications corrected up to No.

PUBLICATIONS :

NP 281(2), 282, 283(2), 286(6,4), 79, 83, 13, 34, 33, 32, 204

Guide to Port Entry .

weather and navigation warning : 1) INMARSAT-C; 2) NAVTEX

Navigating Officers :

MASTER:

Рис. 2.3. Маршрутный лист

2.3.4 Розрахунок природної освітленості

Розрахунки освітленості виконують двома послідовними наближеннями:

- за широтою φ і датою запланованого плавання виберемо з Nautical Almanac без інтерполяції моменти місцевого середнього часу (LMT) сходу і заходу Сонця і Місяця.
- по довготі λ передбачуваного місця на полудень кожної доби переводять моменти в судновий час (ZT) та на кожний такий момент знаходять прокладенням наперед координати φ і λ місця судна.

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

По широті місця судна φ і схиленню Сонця δ на моменти його сходу і заходу по формулі tg A розрахуємо азимути Сонця (Z) при сході і заході, які також внесемо до табл. 2.11.

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

Місцевий час явища переводять у Грінвічний:

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

Грінвічний час явища переводять в судновий:

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

Таблиця 2.11

Елементи освітленості

Дата	Початок навігац. сутінків	Сонце				Кінець навігац. сутінок	Місяць		
		Схід		Захід			Схід, Т _с	Вік, дні	Захід, Т _с
		Т _с	А	Т _с	А				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22.04	05:34	06:21	77	17:51	283	18:39	14:25	9	00:57
23.04	05:27	06:14	77	17:55	283	18:42	15:05	10	02:05
24.04	05:22	06:08	77	17:59	283	18:45	15:48	11	03:09
25.04	05:17	06:03	77	18:03	283	18:49	16:36	12	04:08
26.04	05:11	05:57	77	18:08	283	18:54	17:30	13	05:01
27.04	05:04	05:51	76	18:12	284	19:00	18:29	14	05:49
28.04	04:57	05:44	75	18:18	285	19:06	19:35	15	06:33
29.04	04:48	05:37	74	18:24	286	19:14	20:47	16	07:15
30.04	04:38	05:29	73	18:30	287	19:24	22:01	18	07:55
01.05	04:26	05:20	72	18:38	288	19:35	23:15	19	08:34
02.05	04:12	05:10	71	18:46	289	19:47	—	20	09:13

2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

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

Рівень моря в цей фізичний момент називають миттєвим рівнем моря. Найнижчий рівень моря, що спостерігався в цьому місці за певний інтервал ча-

су, називають мінімальним рівнем моря, а найвищий – максимальним рівнем моря. Величина, отримана в результаті усереднювання спостережуваних значень рівня за певний інтервал часу, називається середнім рівнем моря (СРМ). Вірогідність того, що рівень моря рівний або перевищує задане значення, називається забезпеченістю рівня моря. Рівень моря заданої забезпеченості є розрахунковим, рівень моря.

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

У будь-якому пункті Землі рівень моря постійно змінюється. Регулярні коливання рівня викликаються: приливоутворюючими силами Місяця і Сонця (приливні коливання); вітрами, що періодично змінюються; річним ходом опадів; випаром; стоком континентальних вод (сезонні коливання) та ін. Випадкові коливання рівня відбуваються під впливом вітру, що неперіодично змінюється, від різкої зміни атмосферного тиску.

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

Таблиця 2.12

Час настання повних і малих вод

Порт-Гедленд				Циндао			
22.04		22.04		22.04		22.04	
T_{Π}	h_{Π}	T_{Π}	h_{Π}	T_{Π}	h_{Π}	T_{Π}	h_{Π}
02:33	7,1	14:55	6,4	02:33	7,1	14:55	6,4
$T_{\text{м}}$	$h_{\text{м}}$	$T_{\text{м}}$	$h_{\text{м}}$	$T_{\text{м}}$	$h_{\text{м}}$	$T_{\text{м}}$	$h_{\text{м}}$
08:47	0,9	20:55	1,4	08:47	0,9	20:55	1,4

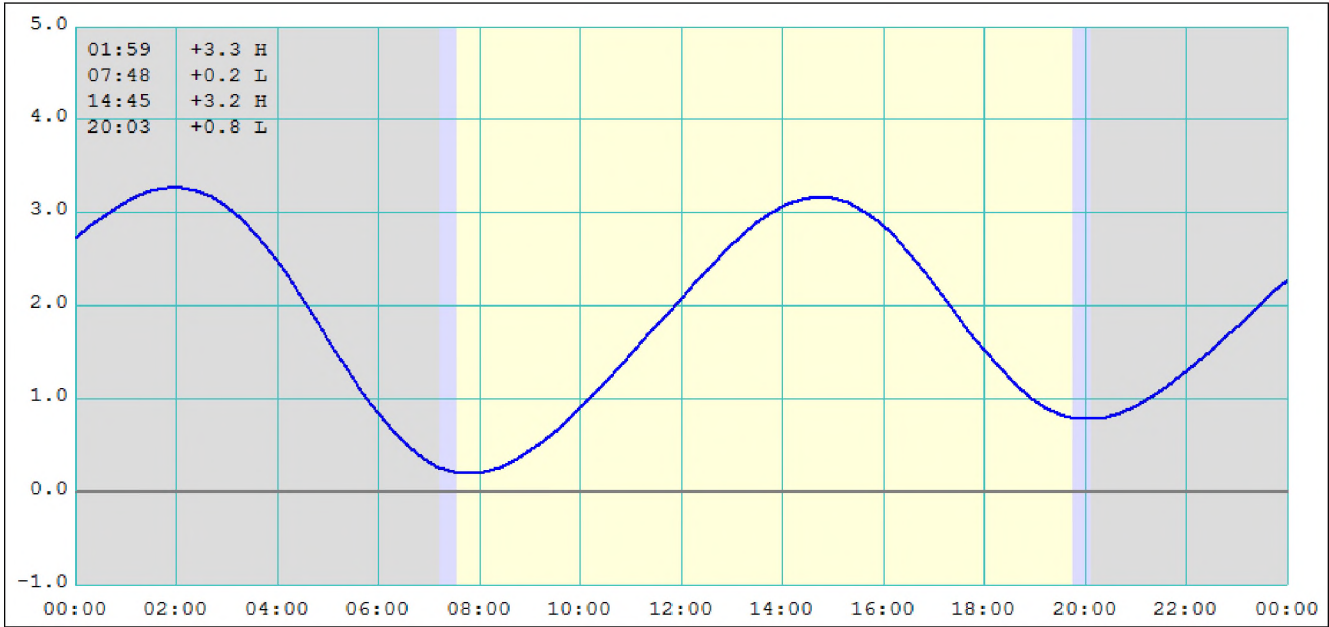


Рис. 2.5. Графік повної малої води для Порту-Гедленд

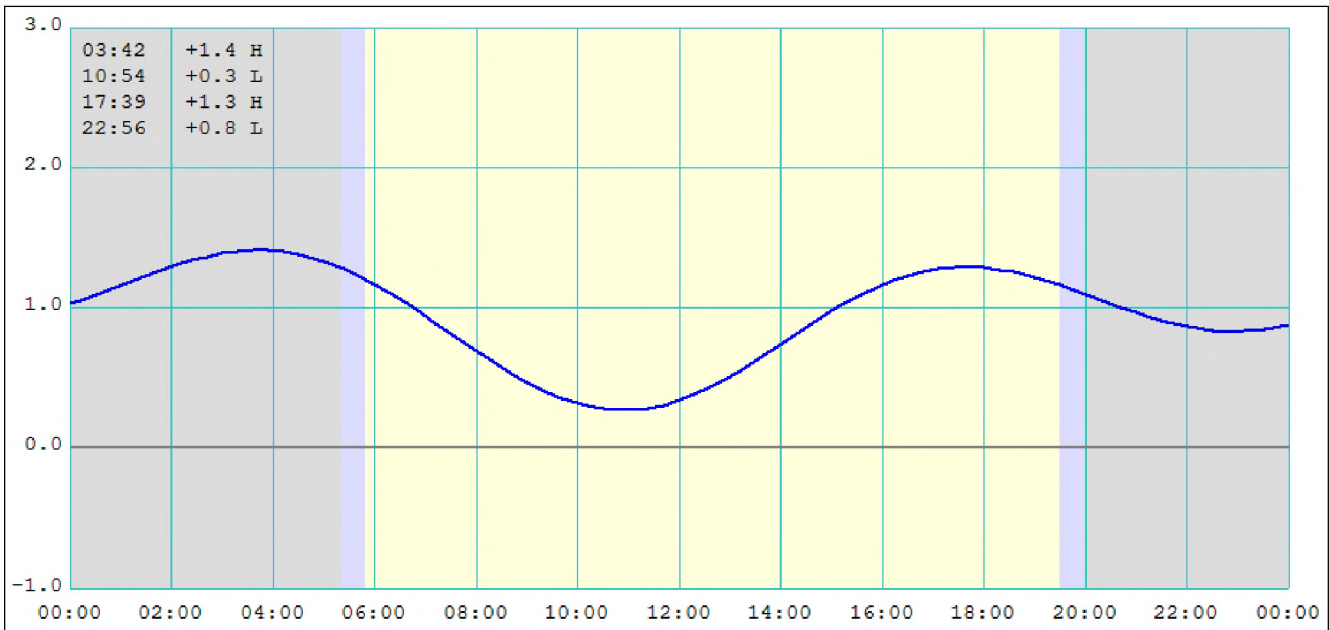


Рис. 2.6. Графік повної і малої води для порту Циндао

РОЗДІЛ 3

ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ

3.1 Транспортні характеристики вантажів

3.1.1 Навалювальні вантажі

Одним з важливих етапів підготовки до розрахунку вантажного плану є детальне вивчення транспортних характеристик і властивостей вантажів, правильний облік яких сприяє забезпеченню безпеки плавання судна, своєчасній і підлягаючій зберіганню їх доставці.

До перевезення прийнятий вантаж – залізна руда.

Залізні руди – природні мінеральні утворення, що містять залізо та його сполуки в такому обсязі, коли промисловий витяг заліза з цих утворень доцільний. Незважаючи на те, що залізо входить в більшій або меншій кількості до складу всіх гірських порід, під назвою залізних руд розуміють тільки такі скупчення залізистих сполук, з яких з вигодою в економічних відносинах можна отримати металеве залізо.

Цей вантаж відноситься до навалювальних вантажів. Для забезпечення безпечного перевезення судноводії зобов'язані знати фізико-хімічні і транспортні властивості вантажу і його вплив на судно та екіпаж у процесі морського перевезення. Фізичний склад будь-якого навалювального вантажу можна розглядати як склад фракцій твердих частинок, води і повітря. Залежно від їхнього співвідношення можна визначити основні фізико-механічні властивості: щільність і питомий навантажувальний обсяг.

Якщо навалювальний вантаж у процесі перевезення піддається хитавиці і вібрації, то відбувається його усадка. У зв'язку із цим щільність і питомий

навантажувальний обсяг навалочного вантажу не однаковий в різних шарах вантажу. Для даного вантажу робити розрахунок усадки не потрібно.

До перевезення приймається залізна руда з питомим навантажувальним об'ємом $0,56 \text{ м}^3/\text{т}$. Розмір частинок не більше 250 мм. Група вантажу – С.

Основна небезпека в розрідженні вантажу, але представлений вантаж відноситься до групи С. Група С складається з вантажів, які не піддаються зрідженню (група А), ані хімічних речовин небезпеки (група В).

Наявність вологи в масі навалювального вантажу впливає на взаємозв'язок окремих часточок вантажу, а отже і на властивості самого вантажу. Вологість прийнятого вантажу при завантаженні 6%.

Сипкість 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, що у загальному випадку визначається величиною опору зрушенню. Всі навалювальні вантажі, крім того, можна розділити за принципом механізму зрушення на два види: вантажі, які піддаються «сухому» зрушенню; вантажі, які піддаються зсуву у зволоженому стані. Небезпека «сухого» зрушення прийнято характеризувати кутом природного укосу. Вважається, що якщо кут природного укосу більше 35° , то вантаж умовно не небезпечний у частині зсуву, а якщо менше – небезпечний. Кут природного укосу прийнятого вантажу залізної руди 40° .

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

Максимально припустима концентрація газів у вантажних приміщеннях: вуглекислий газ – ПДК = $9000 \text{ мг}/\text{м}^3$; окис вуглецю – ПДК = $20 \text{ мг}/\text{м}^3$; метан – ПДК = 0,75 %. Не рідше одного разу в сім днів робити вентильовання вантажних приміщень тривалістю не менше двох годин. Вхід у закриті вантажні приміщення без попередньої їхньої вентиляції протягом двох годин

забороняється. Зачистні роботи дозволяється робити при пилокладу залізної руди менше 4 мг/м^3 . Запобігати контакт із вантажами, що бояться запилення.

Контроль температури вантажу у вантажних приміщеннях не потрібно.

При завантаженні грейферами їхнє розкриття повинне проводитися якнайближче до поверхні вантажу або настилу трюму. Мінімально припустима висота шаруючи вантажу на настилі 1,2 м (у бортів).

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

Коли коефіцієнт питомо навантажувального об'єму дорівнює або менше $0,56 \text{ м}^3/\text{т}$, палуба трюму може бути перенапруженою, якщо вантаж рівномірно не розповсюджується по палубі трюму для вирівнювання ваги розповсюдження. Слід приділяти належну увагу тому, щоб палуба не була перенапружена протягом плавання та під час завантаження.

Норми завантаження цього вантажу, як правило, дуже високі. Належна увага повинна бути приділена операція баластування для розробки плану завантаження, що вимагається правилом VI / 7.3 SOLAS-74. Осушувальні колодязі повинні бути чистими, сухими та захищеними, якщо це необхідно, щоб запобігти попаданню вантажу.

На підставі наведеної інформації по вантажу представимо в табл. 3.1 його транспортні характеристики [8, 9, 10].

Таблиця 3.1

Транспортні характеристики

Назва вантажу	IMSBC Code			IMDG Code	Норми вантажних робіт, т/добу	
	Група	Питомий вантажний об'єм, $\text{м}^3/\text{т}$	Кут природного укосу, °			
Залізна руда	C	0,50	40	—	140000	65000

Документи, які були використані в процесі збору інформації що до транспортних властивостей вантажу і правил їх перевезки:

1. Декларація про вантаж.
2. Сертифікат о характеристиці вантажу на момент завантаження.
3. Міжнародний кодекс морського перевезення навалювальних вантажів.

При описанні транспортних характеристик вантажу і правил їх перевезення використовують наступні документи: Сертифікат характеристик вантажу на момент завантаження (Certificate of Transport Characteristics of cargo at the Moment of Loading); Довідка про відбір проб для визначення сертифікуємих параметрів (Certificate about sampling procedure to define certified parameters); Декларація транспортних характеристик і умов безпечного морського перевезення навалювального вантажу (Declaration of the Transportation Characteristics and Conditions for the Safe Carriage of Bulk Cargo).

3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажу

Номенклатура, властивості вантажів, характеристики вантажних приміщень і умови майбутнього рейсу зумовлюють підготовку судна. Всі вантажні пристрої судна повинні бути повністю підготовлені до прийому вантажу, обумовленого в договорі морського перевезення. Взаємна інформація судна і порту призначення про час прибуття і про вантаж дозволить скоротити стоянку судна в порту і своєчасно підготувати вантажні пристрої судна і причал порту до вантажних операцій [10].

У попередній інформації Капітан повинен повідомити відомості про осадку судна, кількість вантажу і розподіл його по трюмах або танках, наявності палубного вантажу, найменування вантажоодержувачів, справність судових перевантажувальних засобів, а також про всі потреби судна в паливі, воді, продуктах, необхідному ремонті та інших потребах судна, задоволення яких входить в обов'язки порту.

Приведення трюмів, у відповідне для даного вантажу стану починається з очищення залишків раніше перевезеного вантажу, прибирання сміття. Далі підготовка ведеться залежно від особливостей вантажу, підготовленого до перевезення. До завантаження вантаж повинен надаватися сухим, л'яла повинні бути висушені і захищені від розсипу вантажу. Попадання вантажу в стічні колодязі приводить їх в непридатність. Що стосується підготовки до завантаження трюмів описуваного судна, то вона проводилася наперед на баластному переході з порту вивантаження.

Всі електричні кабелі і їх компоненти, розташовані в вантажних приміщеннях і прилеглого до них простору мають бути перевірені на наявність дефектів. Такі кабелі та електричні компоненти повинні бути безпечними для використання в вибухонебезпечній атмосфері або ізольовані. Положення цього пункту не повинні застосовуватися до машинного відділення, де машинне відділення відокремлене від вантажного простору газонепроникним перебиранням без прямого доступу.

Слід зазначити особливості завантаження і вивантаження. Під час завантаження вахтовий помічник зобов'язаний стежити за рівномірністю вантаження. Особливо важливий цей момент на кінець вантаження, оскільки крен повинен бути рівний нулю. У разі випадання осадків необхідно припиняти вантажні роботи, оскільки підмочка вантажу черевата наслідками в порту розвантаження. Перед початком вантажних операцій верхня палуба повинна бути звільнена від всяких сторонніх предметів, перешкоджаючих вантажним роботам або розміщенню вантажу на палубі; крани повинні бути перевірені і приведені в робоче положення; вантажні люки відкривають, якщо немає атмосферних опадів; верхня палуба, трюми і місця вантажних робіт повинні бути добре освітлені палубними і переносними вогнями (люстрами). Готовність судна до прийому вантажу перевіряють відповідні організації, а частіше за весь сюрвейєр найняті вантажовідправником. Враховуючи особливості приймається в даному рейсі вантажу, слід зазначити, що для забезпечення якісної доставки товару необхідно ретельно прибрати, осушити і провітрити вантажні

приміщення Підготовка судна до прийому продовольчого вантажу в бочках і ящиках повинна включати зачистку, прибирання, миття і сушку трюмів; перевірку приладів дистанційного контролю (температури, вологості повітря, змісту CO₂ в трюмах); підготовку трюмного устаткування. При зачистці трюмів прибирають залишки вантажу від попереднього рейсу, для чого піднімають палубні ґрати і каргобаттенси. Після миття трюми повинні бути добре просушені. Сушка здійснюється включенням вентиляції або відкриттям всіх кришок трюмів.

Судно повинне бути належним чином обладнане і мати на борту відповідні прилади для вимірювання такі, що не потребують входу в вантажне простір:

- 1) концентрація метану в атмосфері;
- 2) концентрація кисню в атмосфері;
- 3) концентрація оксиду вуглецю в атмосфері;
- 4) значення рН зразків трюму вантажного простору.

Ці прилади повинні регулярно обслуговуватися і калібрувати. Судновий персонал повинен бути навчений використовувати такі інструменти.

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

Завантаження і розвантаження вантажів на судні супроводжується оформленням ряду документів, що проходять через судно і візованих капітаном, старшим помічником і судновими тальманами. Вони включають:

- ✓ Загальні документи вантажного звіту;
- ✓ Документи про кількість і приналежність вантажу;

✓ Документи, що засвідчують якісне полягання вантажу;

✓ Документи про час поводження з вантажем на судні.

Документи про кількість і приналежність вантажу

1. Вантажний ордер (Shipping Order) – первинний транспортний документ, що містить всі необхідні дані про вантаж і служить підставою для його приймання на судно або виписки коносаменту на цей вантаж; підписується вантажовідправником. У разі передачі вантажу на судно на підставі вантажного ордера, старший помічник ставить свій підпис на копіях, які з цієї миті називаються штурманською розпискою.

2. Тальманська розписка (Tally Sheet) – підписується лічильником вантажу від судна і від порту і використовується при оформленні документів на передану кількість вантажів, а також при розгляді претензій по вантажу.

3. Списки на вантажі, дозволені митницею – підписуються представниками порту, повинні звірятися з даними тальманських розписок. Якщо при здачі вантажу вантажоодержувач робить зауваження по зміні якості вантажу, що відбулася не з вини судна, старший помічник зобов'язаний зробити запис в графі зауважень про те, що судно не несе відповідальності за вказані одержувачем дефекти.

4. Маніфест (Manifest Cargo) – список коносаментів і основних відомостей про вантажі (відправник, одержувач, маркіровка, рід упаковки, кількість, маса, номери коносаментів, нарядів і фрахт) що пред'являється судновою адміністрацією митним органам, агентам і стивидорною компанією в портах призначення. Число екземплярів визначається звичаями портів. Використовується для обліку перевезених вантажів і стягнення фрахту; контролю над якістю і підлягаючим зберіганню перевезенням вантажів.

Документи про час робіт з вантажем на судні

1. Нотіс про готовність (Notice Readiness) – документ, що засвідчує готовність судна до виробництва вантажних операцій. Нотіс про готовність вважається документом, що визначає початок часу стоянки, якщо він поданий в

терміни, встановлені договором про морське перевезення. Підписується капітаном.

2. Таймшит (Time Sheet) – акт обліку часу стоянки – складають в кожному порту вантаження і вивантаження. Його підписує капітан і представник фрахтувальника.

3. Гарантійний лист (Letter Indemnity) – лист про відшкодування збитку вантажовідправником по загальній аварії і іншим витратам по вантажах, що відправляються. Його складає агент вантажовідправника на підставі штурманських розписок для видачі чистого коносаменту.

4. Список обмовок на невідповідність розмірів або маси вантажних місць з додатком листа агента судновласника на адресу фрахтувальника про захист інтересів судновласника, на випадок пред'явлення претензій по доставленому вантажу в порт призначення.

5. Акт по сталійному часу – складають при виникненні суперечок по численню періоду часу навантажувально-розвантажувальних робіт.

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

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

Для визначення Δ_p необхідно по карті зон і сезонних районів визначити діючі вантажні марки відповідно до пори року. У Порту-Гедленд та Циндао діє літня вантажні марки і обмежень осідання в портах для цього судна відсутні.

За вантажною шкалою визначаємо водотоннажність по літню вантажну марку:

$$\Delta_{\text{л}} = 234638,1 \text{ т}$$

$$\Delta_p = 234638,1 \text{ т}$$

Після знаходження розрахункової водотоннажності судна визначається повна вантажопідйомність (дедвейт) судна:

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

де: Δ_o – водотоннажність судна порожньому, т.

$$\Delta_w = 234638,1 - 29540,8 = 205097,3 \text{ т}$$

Ходовий час визначається за формулою:

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

де: L – протяжність траси переходу, милі;

V – планова технічна швидкість, вузл.

$t_{зп}$ – час затримок судна в дорозі, діб. (враховується час на проходження вузькості і каналів).

$$t_x = \frac{3674}{24 \cdot 15,0} + 0,1 = 10,3 \text{ доб.}$$

Кількість вантажу, яка може прийняти судно, залежить від величини запасів. Зазвичай немає необхідності враховувати запаси стоянок, що витрачаються в порту вантаження і вивантаження (за умови, що в цьому порту можливе їх отримання).

Кількість ходових запасів складає суму:

$$P_z^x = P_m^x + P_o^x + P_{mo}^x + P_v^x + P_{np}^x; \quad (3.3)$$

де: P_m^x , P_o^x , P_{mo}^x , P_v^x , P_{np}^x – відповідно кількість моторного і дизельного палива, мастильної олії, води і інші запаси, необхідне на перехід від порту вантаження до порту вивантаження з урахуванням коефіцієнта штормового запасу $k_{шт}$.

За вказівкою компанії штормовий коефіцієнт приймаємо рівним 20%.

Детальніше:

$$P^x_m = q^x_m \cdot t_x \cdot k_{um}; \quad (3.4)$$

$$P^x_m = 70,0 \cdot 10,3 \cdot 1,2 = 865,2 \text{ т}$$

$$P^x_\partial = q^x_\partial \cdot t_x \cdot k_{um}; \quad (3.5)$$

$$P^x_\partial = 0 \text{ т}$$

$$P^x_{mo} = q^x_{mo} \cdot t_x \cdot k_{um}; \quad (3.6)$$

$$P^x_{mo} = 0,30 \cdot 10,3 \cdot 1,2 = 3,7 \text{ т}$$

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

$$P^x_e = 5,0 \cdot 10,3 \cdot 1,2 = 61,8 \text{ т}$$

$$P^x_3 = 865,2 + 3,7 + 61,8 = 930,7 \text{ т}$$

де: q^x_m , q^x_∂ , q^x_{mo} , q^x_e – добова норма витрати моторного і дизельного палива, мастильних матеріалів і води на ходу судна відповідно, т/доб.

Оскільки цей розрахунок вантажного плану робиться на підставі реального рейсу, ту кількість запасів беремо по факту.

Моторне паливо $P^x_m = 3077,1 \text{ т}$.

Дизельне паливо $P^x_\partial = 83,9 \text{ т}$.

Запас мастильної олії $P^x_{mo} = 88,3 \text{ т}$.

Запас прісної води $P^x_e = 144,0 \text{ т}$.

Сума запасів на перехід склала $P_3 = 3393,3 \text{ т}$

На кінець рейс залишиться: моторного палива 2363,1 т, дизельного палива 83,9 т, олії 85,24 т, води 93,0 т.

Визначимо чисту вантажопідйомність судна Δ_q на рейс:

$$\Delta_q = \Delta_w - P_3 - P_6 - const. \quad (3.8)$$

$$\Delta_q = 205097,3 - 3393,3 - 294,7 - 350 = 201059,3 \text{ т}$$

Оскільки вантажний план складався по реальному рейсу, та фактична кількість вантажу, прийнятого до перевезення склала 200552 т, тобто чисту вантажопідйомність не перевищує.

3.4 Складання вантажного плану

Перевізник несе відповідальність за неправильне розміщення вантажів на судні. Неправильне або невдале розміщення вантажів, перевантаження окремих відсіків неминує приводить до перенапружень корпусу, а в окремих випадках до пошкоджень і навіть аварії судна. Тому судно повинне бути завантажено так, щоб не з'явився крен, були належний диферент і достатня остійність, не були порушені умови місцевої і загальної міцності. Це досягається відповідним розподілом вагового навантаження по вантажних приміщеннях судна [10].

При перевезенні різнорідних вантажів в практиці використовується принцип розподілу вагового навантаження по довжині судна пропорційно кубатурі вантажних приміщень за допомогою коефіцієнта співвідношення вантажомісткості кожного вантажного приміщення (K_i):

$$K_i = \frac{W_i}{W_c}, \quad (i = 1, 2, \dots, n); \quad (3.9)$$

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

W_c – вантажомісткість судна, м^3 ;

n – кількість вантажних приміщень.

Значення розподіленої маси для i -го вантажного приміщення (Q_i) визначається як добуток коефіцієнта співвідношення вантажомісткості i -го вантажного приміщення на розраховану загальну масу вантажів ($Q_{\text{нов}}$):

$$Q_i = K_i \cdot Q_{повн} \quad (3.10)$$

Результати розрахунків представляємо в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Розподіл вагового навантаження по вантажних приміщеннях судна

Найменування вантажного приміщення	Вантажомісткість вантажного приміщення $W_i, \text{м}^3$	Коефіцієнт порівняння K_i	Допустиме максимальне вагове навантаження вантажного приміщення $Q_i, \text{т}$
1	2	3	4
Трюм № 1	22377,48	0,1000	20053,60
Трюм № 2	25565,94	0,1142	22910,94
Трюм № 3	25599,32	0,1144	22940,86
Трюм № 4	25599,32	0,1144	22940,85
Трюм № 5	25599,32	0,1144	22940,85
Трюм № 6	25599,33	0,1144	22940,86
Трюм № 7	25599,29	0,1144	22940,83
Трюм № 8	25250,51	0,1128	22628,27
Трюм № 9	22602,13	0,1010	20254,92
Разом	223792,64	1,0000	200552,0

За наслідками розподілу вантажів складемо зведену табл. 3.3 .

Таблиця 3.3

Розміщення вантажів на судні

Найменування вантажних приміщень	Найменування вантажів		Всього	
	руда			
	маса, т	об'єм, м ³	маса, т	об'єм, м ³
1	2	3	4	5
Трюм № 1	24982	12491,0	24982	12491,0
Трюм № 2	20085	10042,5	20085	10042,5
Трюм № 3	25581	12790,5	25581	12790,5
Трюм № 4	20585	10292,5	20585	10292,5
Трюм № 5	20085	10042,5	20085	10042,5
Трюм № 6	19186	9593,0	19186	9593,0
Трюм № 7	24982	12491,0	24982	12491,0
Трюм № 8	19985	9992,5	19985	9992,5
Трюм № 9	25081	12540,5	25081	12540,5
Разом	200552	100276,0	200552	100276,0

Прийняті данні використовуються в розрахунках наступного розділу.

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

Рейс здійснювався з Порту-Гедленд в порт Циндао у квітні. Протяжність переходу 3674 милі.

При складанні вантажного плану необхідно в комплексі враховувати характеристики судна, вантажу, траси і портів заходу. Характеристики експлуатаційних умов рейсу висвітлені в 2 главі.

Порт відходу: Порт-Гедленд (щільність води $\rho = 1,023 \text{ т/м}^3$)

У порту відходу діє літня вантажна марка.

Орієнтовний час прибуття судна в порт повинен докладатися за 48, 24 і 2 години. Зв'язок з портом здійснюється по радіо Sydney, Darwin або Perth. Також можна тримати зв'язок з портом на УКВ каналах 16, 06, 08, 09, 12 13, 67.

Вхід в порт здійснюється по вхідному каналу, довжина якого 22 милі. Працює система розділення рухом. Уздовж каналу по різні сторони розташовані причали для судів різної водотоннажності від великих до малих. Лоцманська проводка в порт обов'язкова. Посадка/висадка лоцмана здійснюється вертольотом.

Висота приливної хвилі в порту коливається від 6,8 метрів до 4,7 метрів.

Порт має в розпорядженні 5 потужних буксирів.

Довжина причальної лінії складає більше 1500 метрів. Причали обладнані під певні види вантажів. На причалах розташовані стрічкові конвеєра для вантажно – розвантажувальних робіт, є пересувні крани, а також допоміжна техніка: навантажувачі, перевантажувачі, грузовики та ін.

На території порту є майданчики для зберігання вантажів у тому числі і криті ангари.

У порту можна здійснити основні види ремонтних робіт по судну. Також можна поповнити запаси палива, прісної води і постачання.

Порт приходу: Циндао (щільність води $\rho = 1,024 \text{ т/м}^3$)

У порту приходу діє літня вантажна марка.

Порт обслуговує усі види вантажів і щорічно переробляє близько 100 млн. тонн вантажу, 2,5 млн. теу контейнерів.

Орієнтовний час прибуття судна в порт повинен докладатися за 72, 48 і 24 години. Зв'язок з портом здійснюється по радіо Shanghai Radio (callsign "XSG") і Tianjin Radio (callsign "XSV"). Також можна тримати зв'язок з портом на УКВ каналах 16, 06, 12.

У порту можна зробити дератизацію і фумігацію.

Порт розділений на 2 частини: внутрішню і зовнішню. Внутрішня частина порту розділена на 6 гаваней. Довжина причальної лінії складає 45 кілометрів. У порту встановлені 4 маяки, 3 пари створ, 18 віх і 55 буїв.

Лоцманська проводка в порту обов'язкова.

Висота приливної хвилі складає від 3,9 до 1,1 метрів.

Причали порту обладнані кранами вантажопідйомністю по 10 і 15 тонн, перевантажувачами і конвеєрами, а також пересувною і допоміжною технікою. На території порту розташовані площі під зберігання будь-яких видів вантажу, у тому числі і криті склади з холодильними установками.

У порту можна зробити будь-які види робіт, поповнити запаси палива, води і постачання.

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

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

Таблиця 4.1

Розподіл запасів на відхід

Найменування цистерн	Маса, т	Плечі, м			Моменти, тм		
		x	y	z	M_x	M_y	M_z
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Моторне паливо</i>							
№1 Н.Ф.О.Т.(Р)	2,0	-84,200	-22,852	18,688	-168	-46	37,4
№1 Н.Ф.О.Т.(S)	2,0	-84,200	22,852	18,688	-168	46	37,4
№2 Н.Ф.О.Т.(Р)	1093,4	-115,511	-15,760	19,503	-126300	-17232	21324,6
№2 Н.Ф.О.Т.(S)	1329,3	-115,810	15,210	19,081	-153946	20219	25364,4
L/S.H.F.O.T.(P)	239,6	-102,847	-19,355	22,292	-24642	-4637	5341,2
L/S.H.F.O.T.(S)	275,9	-102,870	19,135	22,535	-28382	5279	6217,4
F.O.OVERFLOW.T.(C)	6,3	-113,010	1,1900	0,278	-712	7	1,8
H.F.O.SERV.T.(P)	44,9	-115,700	-12,430	16,330	-5195	-558	733,2
H.F.O.SETT.T.(P)	45,1	-118,500	-12,430	15,766	-5344	-561	711,0
L/S.H.F.O.SERV.T.(P)	1,5	-113,300	-12,430	14,125	-170	-19	21,2
L/S.H.F.O.SETT.T.(P)	37,1	-121,300	-12,430	15,897	-4500	-461	589,8
ВСЬОГО	3077,1	-113,590	0,662	19,622	-349528	2038	60379,3
<i>Дизельне паливо</i>							
D.O.SERV.T.(P)	7,6	-124,830	-13,045	14,289	-949	-99	108,6
L/S D.O.SERV.T.(P)	26,2	-127,660	-12,947	15,374	-3345	-339	402,8
D.O.STOR.T.(P)	50,1	-127,390	-15,570	19,786	-6382	-780	991,3
ВСЬОГО	83,9	-127,247	-14,522	17,911	-10676	-1218	1502,7
<i>Масило</i>							
G/E LO STOR.T.(P)	12,4	-115,700	-7,960	21,486	-1435	-99	266,4

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8
MAIN LO SUMP.T.(C)	37,0	-121,403	0,000	1,301	-4492	0	48,1
№1 CYL LO STOR.T.(P)	11,7	-110,500	-7,330	20,009	-1293	-86	234,1
№2 CYL LO STOR.T.(P)	11,2	-113,300	-7,324	20,232	-1269	-82	226,6
№3 CYL LO STOR.T.LS(P)	6,0	-115,700	-6,690	20,306	-694	-40	121,8
M/E L.O. STOR.T.(P)	10,0	-110,500	-2,190	13,891	-1105	-22	138,9
ВСЬОГО	88,3	-116,512	-3,721	11,733	-10288	-329	1036,0
<i>Вода</i>							
F.W.T.(P)	92,0	-137,260	-11,680	20,238	-12628	-1075	1861,9
F.W.T.(S)	52,0	-137,260	11,680	19,787	-7138	607	1028,9
ВСЬОГО	144,0	-137,257	-3,244	20,075	-19765	-467	2890,8
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:	3393,3	-115,008	0,007	19,394	-390257	23	65809

Таблиця 4.2

Розподіл запасів на прихід

Найменування цистерн	Маса, т	Плечі, м			Моменти, тм		
		<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>M_x</i>	<i>M_y</i>	<i>M_z</i>
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Моторне паливо</i>							
№1 H.F.O.T.(P)	2,0	-84,200	-22,852	18,688	-168	-46	37,4
№1 H.F.O.T.(S)	2,0	-84,200	22,852	18,688	-168	46	37,4
№2 H.F.O.T.(P)	736,4	-115,511	-15,760	19,503	-85062	-11606	14362,0
№2 H.F.O.T.(S)	972,3	-115,810	15,210	19,081	-112602	14789	18552,5
L/S.H.F.O.T.(P)	239,6	-102,847	-19,355	22,292	-24642	-4637	5341,2
L/S.H.F.O.T.(S)	275,9	-102,870	19,135	22,535	-28382	5279	6217,4
F.O OVERFLOW.T.(C)	6,3	-113,010	1,1900	0,278	-712	7	1,8
H.F.O.SERV.T.(P)	44,9	-115,700	-12,430	16,330	-5195	-558	733,2
H.F.O.SETT.T.(P)	45,1	-118,500	-12,430	15,766	-5344	-561	711,0
L/S.H.F.O.SERV.T.(P)	1,5	-113,300	-12,430	14,125	-170	-19	21,2

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8
L/S.H.F.O.SETT.T.(P)	37,1	-121,300	-12,430	15,897	-4500	-461	589,8
ВСЬОГО	2363,1	-112,965	19,722	19,722	-266947	2234	46604,8
<i>Дизельне паливо</i>							
D.O.SERV.T.(P)	7,6	-124,830	-13,045	14,289	-949	-99	108,6
L/S D.O.SERV.T.(P)	26,2	-127,660	-12,947	15,374	-3345	-339	402,8
D.O.STOR.T.(P)	50,1	-127,390	-15,570	19,786	-6382	-780	991,3
ВСЬОГО	83,9	-127,242	17,911	17,910	-10676	-1218	1502,7
<i>Масило</i>							
G/E LO STOR.T.(P)	9,34	-115,700	-7,960	21,486	-1081	-74	200,7
MAIN LO SUMP.T.(C)	37,0	-121,403	0,000	1,301	-4492	0	48,1
№1 CYL LO STOR.T.(P)	11,7	-110,500	-7,330	20,009	-1293	-86	234,1
№2 CYL LO STOR.T.(P)	11,2	-113,300	-7,324	20,232	-1269	-82	226,6
№3 CYL LO STOR.T.LS(P)	6,0	-115,700	-6,690	20,306	-694	-40	121,8
M/E L.O. STOR.T.(P)	10,0	-110,500	-2,190	13,891	-1105	-22	138,9
ВСЬОГО	85,24	-116,536	11,383	11,383	-9934	-304	970,3
<i>Вода</i>							
F.W.T.(P)	46,5	-137,260	-11,680	20,238	-6383	-543	941,1
F.W.T.(S)	46,5	-137,260	11,680	19,787	-6383	543	920,1
ВСЬОГО	93,0	-137,260	0,000	20,013	-12765	0	1861,2
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:	2625,2	-114,398	0,271	19,404	-300321	711	50938,9

Розподіл вантажів представлений в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Розподіл вантажів по приміщенням

Найменування приміщення	Маса, т	Об'єм, м ³	Плечі, м			Моменти, тм		
			x	y	z	M _x	M _y	M _z
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Трюм №1	24982	12491,0	117,047	0,000	9,607	2924068	0	240002,1

Продовження табл. 4.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Трюм №2	20085	10042,5	91,389	0,000	7,747	1835548	0	155598,5
Трюм №3	25581	12790,5	64,760	0,000	8,841	1656626	0	226161,6
Трюм №4	20585	10292,5	38,200	0,000	7,841	786347	0	161407,0
Трюм №5	20085	10042,5	11,600	0,000	7,742	232986	0	155498,1
Трюм №6	19186	9593,0	-14,987	0,000	7,556	-287541	0	144969,4
Трюм №7	24982	12491,0	-41,635	0,000	8,724	-1040126	0	217943,0
Трюм №8	19985	9992,5	-67,929	0,000	7,891	-1357561	0	157701,6
Трюм №9	25081	12540,5	-94,623	0,000	10,584	-2373239	0	265457,3
ВСЬОГО ВАНТАЖУ	200552	100276,0	11,853	0,000	8,600	2377108	0	1724739

Розподіл баласту представлений в табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Розподіл баласту

Найменування цистерн	Міст- кість, т	Маса, т	Плечі, м			Моменти, тм		
			x	y	z	M _x	M _y	M _z
1	2	3	4	5	6	7	8	9
F.P.T.(C)	30,5	29,8	135,199	0,000	0,124	4124	0	3,8
№1 W.B.T.(C)	37,9	37,0	114,920	0,000	0,021	4355	0	0,8
№2 W.B.T.(P)	28,4	27,7	74,908	-12,516	0,013	2127	-347	0,4
№2 W.B.T.(S)	30,2	29,5	74,909	12,517	0,013	2262	369	0,4
№3 W.B.T.(P)	38,6	37,7	22,200	-12,750	0,017	857	-481	0,7
№3 W.B.T.(S)	32,2	31,4	22,200	12,745	0,014	715	400	0,5
№4 W.B.T.(P)	29,0	28,3	-30,135	-12,345	0,013	-874	-349	0,4
№4 W.B.T.(S)	26,7	26,1	-30,135	12,343	0,012	-805	322	0,3
№5 W.B.T.(P)	20,3	19,8	-72,770	-8,370	0,021	-1477	-166	0,4
№5 W.B.T.(S)	19,5	19,0	-72,756	8,370	0,020	-1419	159	0,4
A.P.T.(C)	1,4	1,4	-136,058	0,000	8,840	-190	0	12,4
ВСЬОГО	294,7	287,8	32,832	-0,319	0,069	9675	-92	20,3

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

Таблиця 4.5

Зведені дані і розрахунок водотоннажності на відхід

Найменування статей навантаження	На відхід						
	Маса, т	Плечі, м			Моменти, тм		
		x	y	z	M_x	M_y	M_z
Судно порожнем	29540,8	-5,613	0,000	12,617	-165812	0	372704
Константа	350,0	-44,955	0,000	17,002	-15734	0	5951
Суднові запаси	3393,3	-115,000	0,007	19,4	-390257	23	65809
Вантаж	200552,0	11,853	0,000	8,600	2377108	0	1724739
Баласт	294,7	32,832	-0,319	0,069	9675	-92	20
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНІСТЬ	234130,8	7,752	0,000	9,265	1814981	-69	2169222
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТІВ M_x константи					15734		

Таблиця 4.6

Зведені дані і розрахунок водотоннажності на прихід

Найменування статей навантаження	На прихід						
	Маса, т	Плечі, м			Моменти, тм		
		x	y	z	M_x	M_y	M_z
Судно порожнем	29540,8	-5,613	0,000	12,617	-165812	0	372704
Константа	350,0	-44,955	0,000	17,002	-15734	0	5951
Суднові запаси	2625,2	-114,398	0,271	19,404	-300321	711	50938,9
Вантаж	200552,0	11,853	0,000	8,600	2377108	0	1724739
Баласт	1024,9	-42,400	-0,319	0,410	-43456	-92	420
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНІСТЬ	234092,9	7,910	0,003	9,205	1851785	619	2154752
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТІВ M_x константи					15734		

Схематично вантажний план представлений на рис. 4.1.

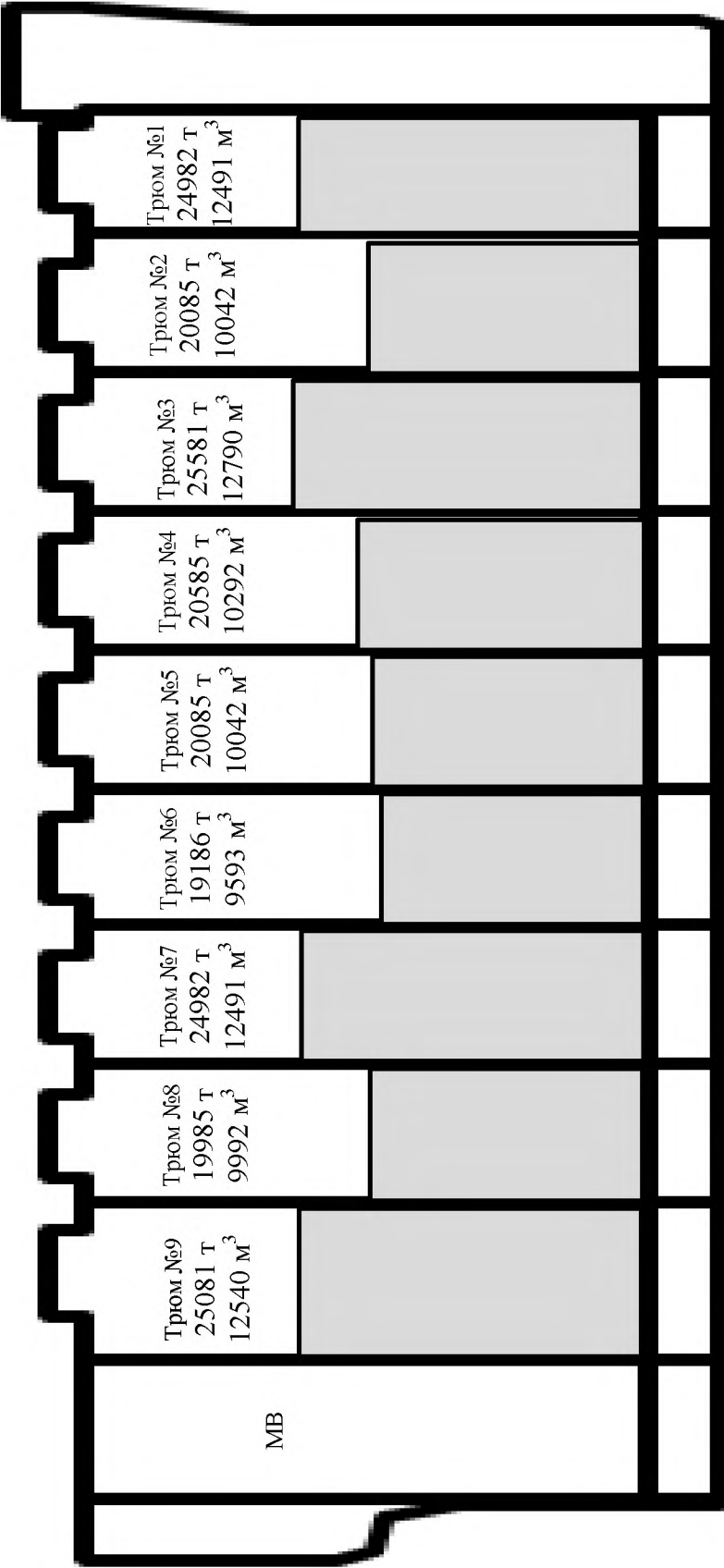


Рис. 4.1. Вантажний план судна

4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності

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

Таблиця 4.7

Розрахунок посадки судна на відхил і на прихід

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		Відхил	Прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	Δ	234130,8	234092,9
Абсциса центра ваги судна, м	x_g	-2,99	-2,58
Водотоннажність об'ємна, м ³	$V = \Delta / \rho$	228866,8	228606,4
Густина води, т/м ³	ρ	1,023	1,024
Осадка судна, м	T	18,39	18,39
Момент диферентуючий на 1 см, тм/см	M_I	3044,892	3044,892
Абсциса центру величини судна, м	x_c	7,752	7,752
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	x_f	-3,966	-3,966
Апліката поперечного метacentра, м	z_m	21,025	21,025
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,840	0,840
Диферент судна, м	$d = \Delta (x_g - x_c) / M_I$	0,017	0,017
Осадка судна носом, м	$T_n = T - (L - x_p) d / L$	18,399	18,399
Осадка судна кормою, м	$T_k = T_n + d$	18,382	18,382

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

Таблиця 4.8

Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h , тм
1	2
№1 H.F.O.T.(P)	0,3
№1 H.F.O.T.(S)	0,3
№2 H.F.O.T.(P)	1209,0
№2 H.F.O.T.(S)	1209,0
L/S.H.F.O.T.(P)	608,4
L/S.H.F.O.T.(S)	750,3
F.O OVERFLOW.T.(C)	75,8
H.F.O.SERV.T.(P)	14,8
H.F.O.SETT.T.(P)	19,8
L/S.H.F.O.SERV.T.(P)	15,1
L/S.H.F.O.SETT.T.(P)	15,1
D.O.SERV.T.(P)	46,1
L/S D.O.SERV.T.(P)	45,7
D.O.STOR.T.(P)	111,7
G/E LO STOR.T.(P)	0,4
MAIN LO SUMP.T.(C)	28,8
№1 CYL L.O. STOR.T.(P)	4,0
№2 CYL L.O. STOR.T.(P)	3,0
№3 CYL L.O. STOR.T. FOR LS(P)	0,4
M/E L.O. STOR.T.(P)	4,0
F.W.T.(P)	472,4
F.W.T.(S)	472,4
№5 W.B.T.(P)	12088
№5 W.B.T.(S)	12088
Сума: $\Sigma \Delta m_h$	29282,8

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний в табл. 4.9.

Таблиця 4.9

Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	Δ	234130,8	234092,9
Невиправлена апліката Ц.В.судна, м	z'_g	9,265	9,205
Апліката поперечного метацентру, м	z_m	21,025	21,025
Невиправлена МТЦ висота, м	$h_o = z_m - z'_g$	11,760	11,820
Поправка до МТЦ висоти, м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / \Delta$	1,027	1,027
Виправлена МТЦ висота, м	$h = h_o - \Delta h$	10,733	10,793
Виправлена апліката Ц.В. судна, м	$z_g = z'_g + \Delta h$	10,292	10,232

4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації

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

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

Перевірку остійності по матеріалах Інформації виконаємо по критичному підвищенню Ц.В. судна.

Таблиця 4.10

Перевірка остійності по критичному підвищенню ЦТ судна

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	Δ	234130,8	234092,9
Апліката Ц.В. судна, м	z'_g	9,265	9,205
Поправка до аплікати Ц.В. судна, м	$\Delta z_g = \Sigma \Delta m_h / \Delta$	1,027	1,027
Виправлена апліката Ц.В. судна, м	$z_g = z'_g + \Delta z_g$	10,292	10,232
Максимальна гранична апліката Ц.В., м	z_g^{max}	16,320	16,320

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

4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності

Плечі статичної остійності можуть бути розраховані з використанням кривих або таблиці плечей остійності форми (Cross – Curves of Stability).

Плечі остійності форми l_ϕ вибираються по об'ємній водотоннажності для тих кутів крену, які приведені в таблиці. Ці плечі відлічуються від точки К, відповідній 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:

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

Розрахунок плечей діаграми статичної остійності виконується в табличній формі.

Таблиця 4.11

Розрахунок плечей статичної остійності на відхід

Водотоннажність Δ , т								234130,8
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м								9,265
Апліката умовного центра мас z_m , м (поліус – точка «O»)								0,00
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м								10,292
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плече форми, l_ϕ , м	$\sin \theta$	$z_g^n \cdot \sin \theta$	Плече статичної остійності $l = l_\phi - z_g^n \cdot \sin \theta$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,000	0,0000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	3,14	0,1736	1,787	1,353	4	5,411	3	4,058
20	7,061	0,3420	3,520	3,541	2	7,082	3	10,623
30	10,19	0,5000	5,146	5,044	4	20,176	1	5,044
40	12,703	0,6428	6,616	6,087	1	6,087	Σ_{30}	19,725
50	13,429	0,7660	7,884	5,545	Σ_{40}	38,757	$\alpha_{0-30} =$	1,291
60	13,727	0,8660	8,913	4,814	$\alpha_{0-40} =$	2,254	$\alpha_{30-40} =$	0,964

Таблиця 4.12

Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність Δ , т								234092,9
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м								9,205
Апліката умовного центра мас z_m , м (поліус – точка «O»)								0,00
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м								10,232
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плече форми, l_ϕ , м	$\sin \theta$	$z_g^n \cdot \sin \theta$	Плече статичної остійності $l = l_\phi - z_g^n \cdot \sin \theta$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,000	0,0000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000

Продовження табл. 4.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	3,14	0,1736	1,777	1,363	4	5,453	3	4,090
20	7,061	0,3420	3,500	3,561	2	7,123	3	10,684
30	10,19	0,5000	5,116	5,074	4	20,296	1	5,074
40	12,703	0,6428	6,577	6,126	1	6,126	$\sum_{30}$	19,848
50	13,429	0,7660	7,838	5,591	$\sum_{40}$	38,998	$a_{0-30} =$	1,299
60	13,727	0,8660	8,861	4,866	$a_{0-40} =$	2,268	$a_{30-40} =$	0,970

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

4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності

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

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

Розрахунок нормованих параметрів остійності виконаний в табл. 4.13.

Таблица 4.13

Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	Δ	234130,8	234092,9
Осадка судна, м	T	18,390	18,390

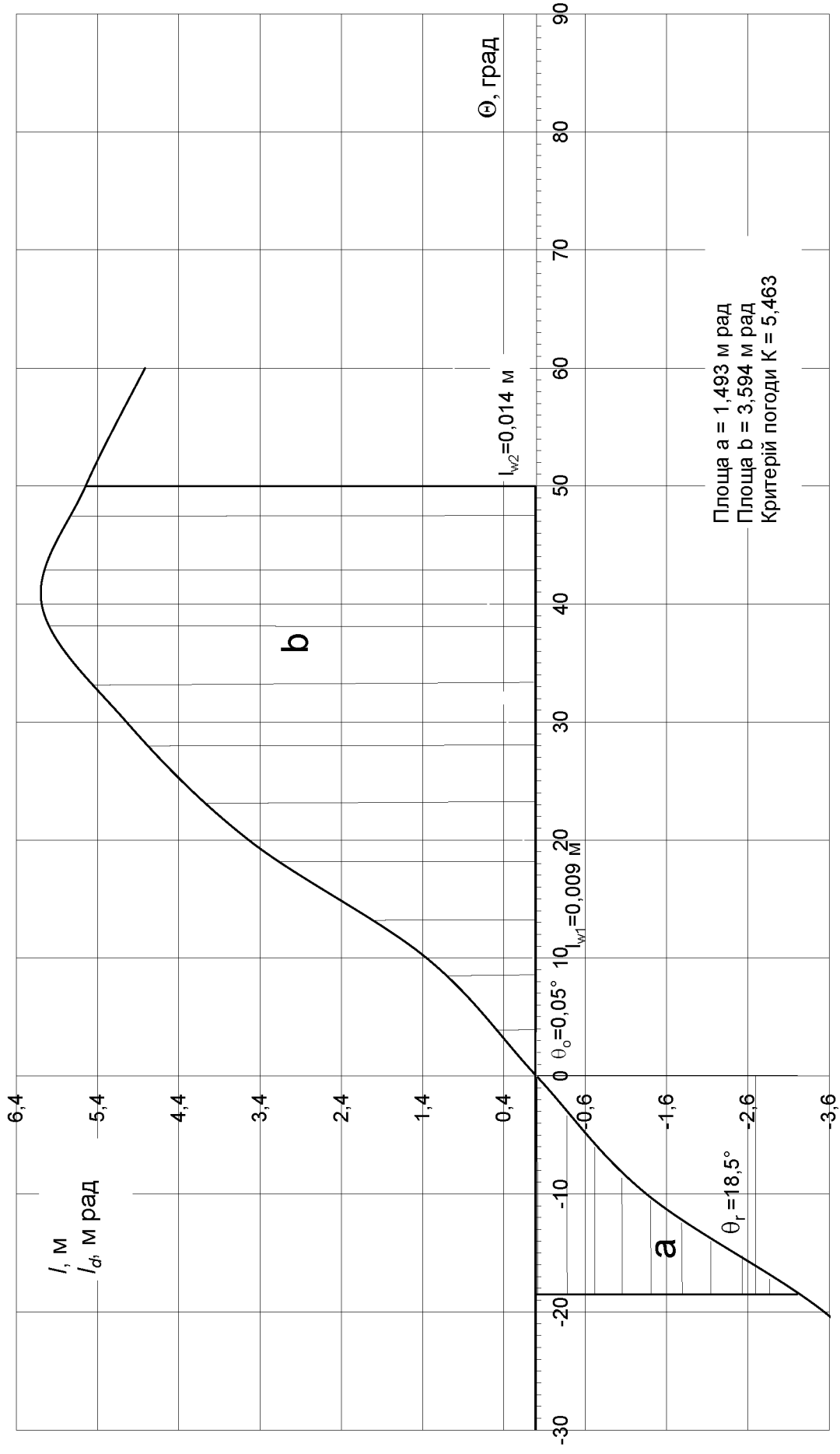


Рис. 4.2. Діаграма статичної остійності на відхід та визначення критерію погоди

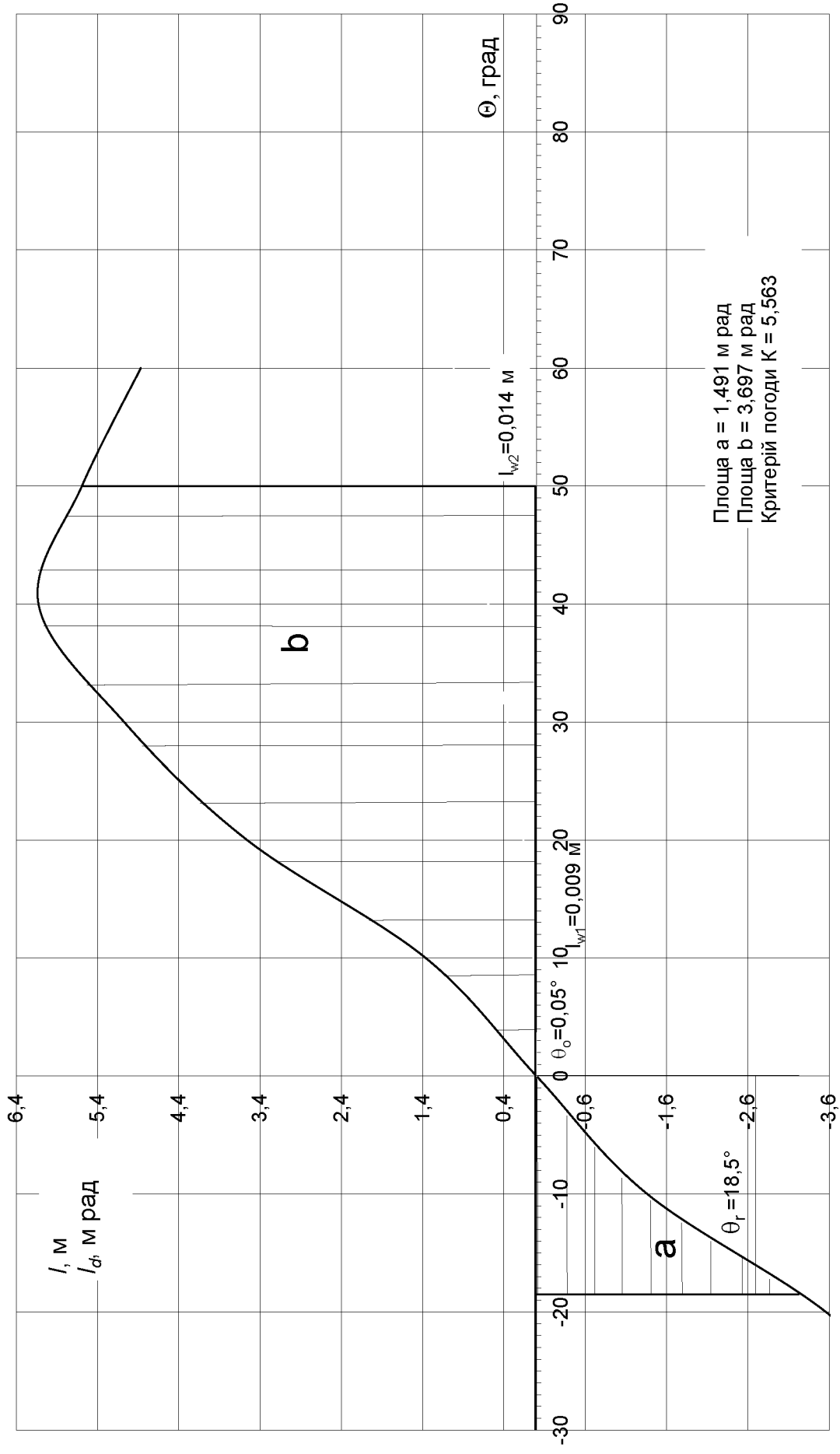


Рис. 4.3. Діаграма статичної остійності на прихід та визначення критерію погоди

Продовження табл. 4.13

1	2	3	4
Виправлена МТЦ висота, м	h	10,733	10,793
Площа парусності, м ²	A_v	2762	2762
Апліката центра парусності (ЦП), м	z	5,65	5,65
Плече парусності при постійному вітрі, м	$z_v = z + T/2$	14,85	14,85
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	$l_{wl}=0,504 A_v Z_v / (g D)$	0,009	0,009
Плече кренувального моменту від пориву вітру, м	$l_{w2} = 1,5 l_{wl}$	0,014	0,014
Відносна площа скулових кілів, %	$100 A_K / (L B)$	2,18	
Аргумент	$\sqrt{h_0} / B$	1,663	1,663
Відносна ширина	B/T	2,72	2,72
Безрозмірний множник	X_1	0,945	0,945
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,840	0,840
Безрозмірний множник	X_2	1,000	1,000
Інерційний коефіцієнт	$c=0,373+0,023B/T-0,043L/100$	0,333	0,332
Період хитавиці, с	$T_\theta = 2 c B / \sqrt{h_0}$	9,7	9,6
Коефіцієнт	S	0,0811	0,0818
Коефіцієнт	$r = 0,73+0,6(z_g - T)/T$	0,540	0,531
Амплітуда хитавиці, °	$\theta_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{r S}$	18,5	18,5
Кут заливання, °	θ_f	51,68	51,88
Кут входу палуби у воду, °	$\theta_d = \arctg(2(H - T)/B)$	26,1	25,4
Кут крену від постійного вітру, °	θ_o	0,05	0,05
Кут крену при хитав. назустріч вітру, °	$\theta_l = \theta_{r\text{ IMO}} - \theta_o$	18,4	18,4
Межа площі "b" діаграми справа, °	θ_b	50	50

Продовження табл. 4.13

1	2	3	4
Площа "а" діаграми, м·рад	a	1,493	1,491
Площа "b" діаграми, м·рад	b	3,594	3,697
Критерій погоди	$K = b / a$	5,463	5,563

Для визначення критерію погоди на діаграмах статичної остійності необхідно побудувати площі "а" і "b". Робимо розрахунок площ та вносимо їх значення в табл. 4.13.

4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

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

Таблиця 4.14

Перевірка виконання рекомендацій ІМО

Найменування величин	Позна- чення	Значення величин			Викон. (YES/NO)
		норма- тивне	відхід	прихід	
Загальні критерії:					
1	2	3	4	5	6
Площа під ДСО до кута крену 30°, м·рад	A_{30}	$\geq 0,055$	1,291	1,299	YES
Площа під ДСО до кута крену 40°, м·рад	A_{40}	$\geq 0,09$	2,254	2,268	YES
Площа під ДСО між кутами крену 30° і 40°, м·рад	A_{30-40}	$\geq 0,03$	0,964	0,970	YES

Продовження табл. 4.14

1	2	3	4	5	6
Плеche ДСО при куті крену 30° або більше, м	l_{30}	$\geq 0,20$	5,044	5,074	YES
Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, °	θ_m	≥ 25	41,0	41,2	YES
Виправлена метацентрична висота, м	h	$> 0,15$	10,733	10,793	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	5,463	5,563	YES
Кут крену від постійного вітру, °	θ_o	$\leq 11,55$	0,05	0,05	YES

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

4.7 Контроль загальної поздовжньої міцності судна

Відповідно до суднової документації перевірку міцності виконаємо по перерізуючим силам і моментах, що вигинають, в декількох поперечних перерізах по довжині корпусу.

Для кожного з вибраних перерізів необхідно по прийнятому вантажному плану розрахувати перерізуючу і момент, що вигинає, і порівняти їх з допустимими значеннями.

Контроль загальної поздовжньої міцності здійснимий за схваленою класифікаційним суспільством програмою Power Loading (Version: 1,0 build 5).

Результати розрахунку за судновою програмою перерізуючою SF і моменту ВМ, що вигинає, на відхід судна представлені в табл. 4.15.

Таблиця 4.15

Перевірка поздовжньої міцності на відхід

FR.NO	SHEAR FORSE				BENDING MOMENT			
	ACT. (kN)	ALLOW (%) SEA	ALLOW (%) SEA (+)	ALLOW (%) SEA (-)	ACT. (Kn-m)	ALLOW, %SEA	ALLOW, (%) SEA HOG	ALLOW, (%) SEA SAG
1	2	3	4	5	6	7	8	
14.0	-8767	80	41776	-10983	-71376	77	279882	-92673
47.0	-53193	67	86004	-78944	-834117	76	1815309	-1099620
61.0	-15309	28	86004	-53937	-1302418	69	2906495	-1899352
75.0	23452	17	137980	-37265	-1257559	52	3920012	-2399197
89.0	18497	30	62468	-46091	-987527	35	4774662	-2799014
103.0	14938	33	45013	-75119	-732587	24	6203687	-3001816
117.0	27746	62	45013	-89927	-455332	15	6203687	-3001816
131.0	43548	37	117974	-109933	48036	1	6203687	-3001816
145.0	26618	59	45013	-50014	520924	8	6203687	-3001816
159.0	13174	15	89142	-66979	786239	13	6203687	-3001816
173.0	21	0	86985	-30989	856463	14	6203687	-3001816
187.0	-9050	29	86102	-31381	814092	13	6203687	-3001816
201.0	-20693	46	51975	-45013	591802	10	6203687	-3001816
215.0	-27558	23	32362	-119935	270749	4	6203687	-3001816
229.0	-16094	29	25988	-55996	-65557	3	3998662	-2223168
243.0	1807	3	54917	-55996	-152616	8	3398887	-1982905
257.0	-11928	20	30008	-58938	-240890	14	2699084	-16985512
271.0	-20371	15	34029	-139941	-458527	36	1899352	-1282710
285.0	8033	21	37952	-60017	-591081	67	1099620	-877695
299.0	40470	84	47955	-57957	-280952	78	359904	-359806
MAX (Num)	-54585	70	86004	-78408	-1342982	64	3340859	-2113571
MAX (Per)	40470	84	47955	-57957	-388497	82	526757	-476623

На рис. 4.4 представлена епюра міцності на відхід.

Протягом всього рейсу загальна поздовжня міцність забезпечена.

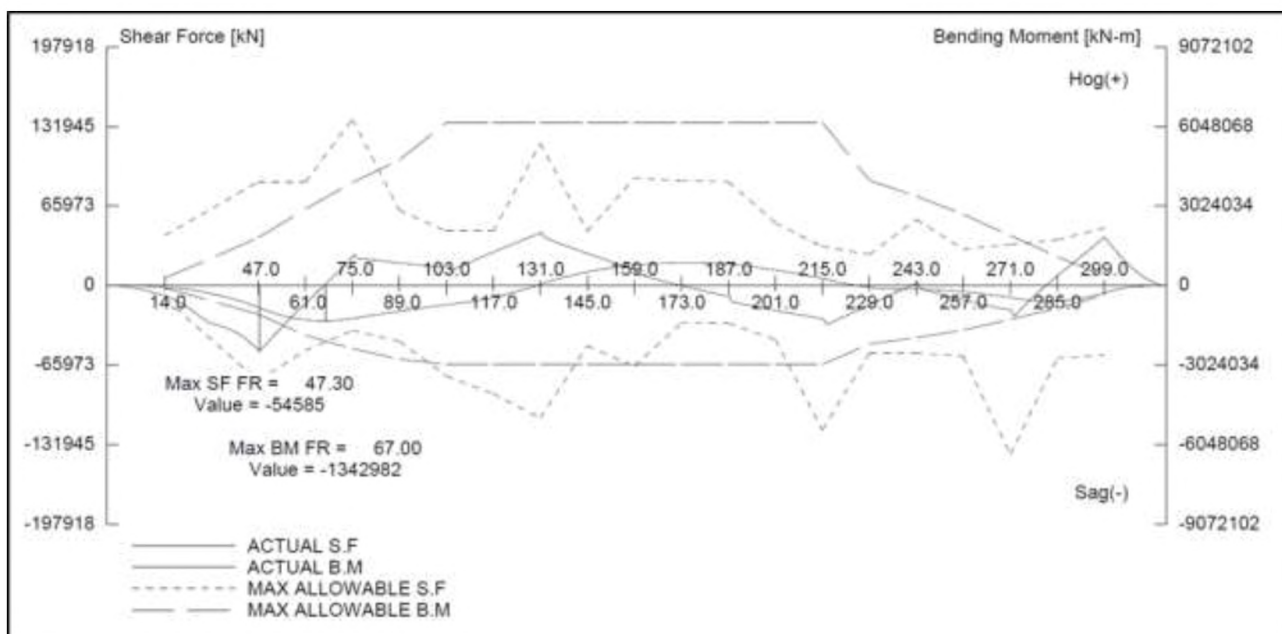


Рис. 4.4. Епюра міцності на відхід

РОЗДІЛ 5

СВІТОВІ ВАНТАЖОПОТОКИ НАВАЛЮВАЛЬНИХ ВАНТАЖІВ І ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ АСПЕКТИ ЗАВАНТАЖЕННЯ БАЛКЕРІВ

5.1 Основні вантажопотоки навалювальних вантажів

5.1.1 Основні торгові шляхи доставки вугілля

Взагалі, більша частина вугілля, яка вивозиться з Австралії, переважно перевозиться до Китаю, Південної Кореї та Японії. Судна тоннажної групи Panamax та Capesize в основному використовуються в цьому виді торгівлі, і швидкість завантаження суден дуже висока. Наприклад, судно Panamax завантажується приблизно протягом одного дня, однак в деяких випадках час очікування є тривалим через велике скупчення суден в портах завантаження. Судна тоннажної групи Handysize та Supramax використовуються для доставки вугілля, головним чином у порти Південно-Східної Азії та Індії.

Вугілля з Індонезії переважно експортується в Індію та Китай. Вугілля в Індонезії завантажується в більшості випадків на якірній стоянці, але завантаження також можливе біля причалу. У разі завантаження на якірній стоянці, завантажування виконується або судновими кранами (якщо вони встановлені на судні), або за допомогою плавучих кранів. Перевезення вугілля з Індонезії в Індію є основним торговельним маршрутом. Перевезення здійснюються в основному балкерами типу Handysize, Supramax та Panamax. Це викликано головним чином через те, що більшість Індійських портів не обладнані високотехнологічним обладнанням для розвантаження суден, і тому розвантаження відбувається власно-судновими кранами. З іншого боку, вугілля з Індонезії в Китай поставляється у всіх типах навалювальних суден.

Вугілля Південно-Африканської республіки (ПАР) доставляється до Індії суднами типу Panamax. В порти Китаю вугілля перевозиться тоннажними групами Panamax та Capesize. Також вугілля з ПАР доставляється в країни

Північної Європи та Туреччини. У зв'язку з великими відстанями між ПАР та країнами-імпортерами вугілля, балкери малих тоннажних груп майже не використовуються для перевезень вугілля.

За винятком вищенаведених вантажопотоків, вугілля також перевозиться у наступних напрямках: з Колумбії у Європу тоннажною групою Panamax. Вугілля з Західного узбережжя Канади транспортується у Південну Корею, Японію та Китай. Цей вантажопотік із Західної Канади має назву “NOPAC” (North Pacific), і він користується великим попитом у секторі суден Panamax.

Нарешті, вугілля із США експортується з портів як Західного, так із Східного узбережжя. Вугілля із Західного узбережжя транспортується у Японію, Південну Корею, Китай та Індію, а вугілля, завантажене на Східному узбережжі, переважно експортується у країни Європи та Туреччини [15].

5.1.2. Найбільші вантажопотоки доставки руди

Оскільки лише декілька країн контролюють загальний обсяг експорту та імпорту руди, торгівельний потік дуже специфічний, і існує не так багато вантажопотоків, як у вугільних та зернових маршрутах. Залізна руда з Бразилії експортується в Китай, Японію, Південну Корею та Північну Європу майже у всіх випадках тоннажними групами Capesize, VLOC та Valemax. Одним з основних вантажопотоків залізної руди і найвідомішим з них є маршрут Тубарао (Бразилія) у Циндао (Китай), перевезення відбуваються здебільшого балкерами типу Capesize, і його продуктивність дуже впливає на індекс суден Capesize. Іншим відомим вантажопотоком є напрям із Тубарао (Бразилія) у Роттердам (Голандія), який бере участь у Baltic Capesize index.

Залізна руда із Австралії в основному експортується у країни Далекого Сходу, особливо у Китай, Японію та Південну Корею, і лише незначна кількість руди перевозиться до Північної Європи. Основна тоннажна група навалювальних суден, яка використовується для перевезень у цьому регіоні є

група Capesize, але у деяких випадках також використовуються тоннажні групи Handysize, Supramax та Panamax, але для суден малих тоннажних груп не існує характерних вантажопотоків. Вантажопотік із Західної Австралії у Циндао (Китай) є основним маршрутом для Baltic Capesize Index.

Залізна руда з Південної Африки переважно експортується до Північної Європи та Китаю. Для цієї торгівлі використовуються навалювальні судна Capesize, в той час як в деяких випадках також можуть бути використані балкери типу Panamax. Вантажопотік від Сальдани Бей (ПАР) до Циндао (Китай) є основним маршрутом для Baltic Capesize Index.

Залізна руда із Канади, Норвегії та Швеції, зазвичай, експортується у країни Європи навалювальними суднами тоннажної групи Panamax та Capesize, у той час як залізна руда з Нуадібу (Мавританія) поставляється як в Північну Європу, так і на Далекий Схід, переважно балкерами типу Capesize та Panamax.

Крім вищезазначених основних торговельних шляхів також є кілька менших, таких як експорт залізної руди з Ірану (порту Бандар-Аббас) до Китаю, як правило, у невеликих суднах (переважно Handysize, Supramax) або залізної руди, яка експортується з Індії (переважно Мормугао) на Далекий Схід тоннажними групами Handysize та Panamax. Індія експортувала більшу кількість залізної руди у попередні роки, однак обсяги відвантажень скоротились через обмеження на експорт, які було внесено Індійським урядом кілька років тому через екологічні проблеми. Аналогічні експортні обмеження існують також в Індонезії, яка відвантажувала залізну руду кілька років тому до Китаю, однак його активність була знижена до мінімуму.

Залізна руда не є сезонним вантажем і продається протягом усього року. Обсяг її перевезень залежить від промислової діяльності країн, економіка яких розвивається і від економіки розвинених країн, та їх розвитку. Крім того, що зернові вантажі майже не перевозяться тоннажною групою Capesize, сезонність зернових вантажів не має значного ефекту в секторі Capesize. Однак сектор Capesize залежить від двох параметрів:

1. Економічні умови у Китаї.

2. Затори у портах завантаження та розвантаження.

Оскільки Китай є основним імпортером залізорудної сировини, падіння його промислової активності істотно вплине на попит на залізну руду. Оскільки портів завантаження небагато, дуже часто кількість суден на якірній стоянці порту збільшується в періоди підвищеного попиту. Зростання заторів у порту може мати позитивний ефект на вартості фрахтової ставки, оскільки доступна пропозиція зменшиться [16]. Більш наочно основні вантажопотоки вугілля та залізної руди будуть представлені на рис 5.1.

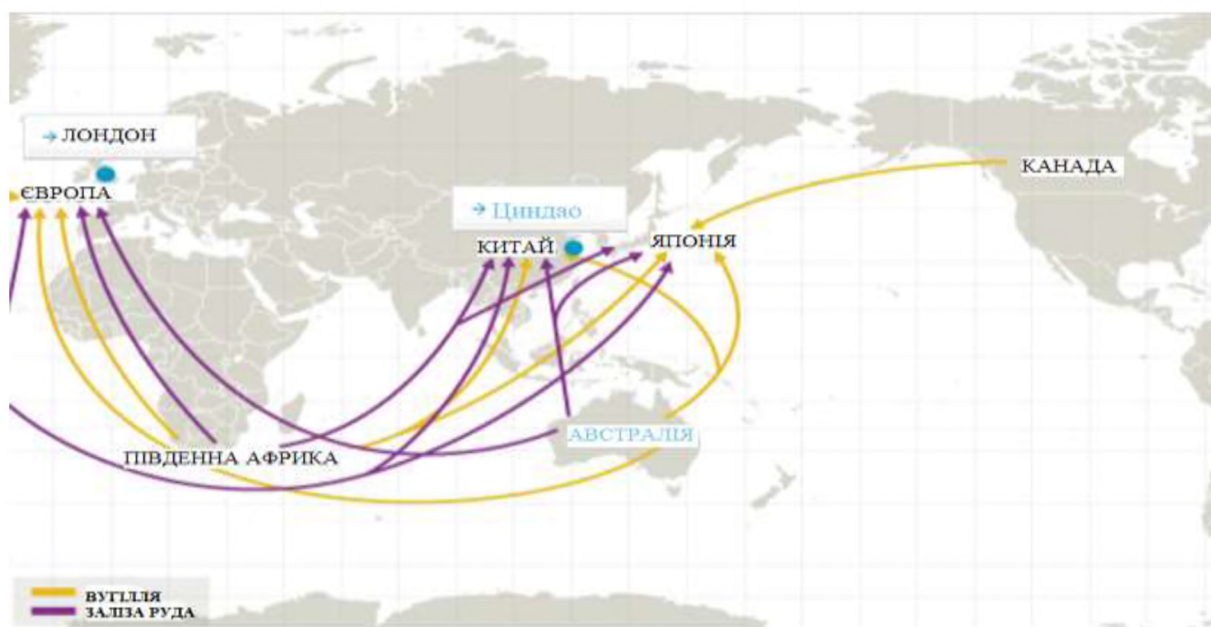


Рис. 5.1. Основні світові вантажопотоки залізної руди та вугілля

5.2 Аналіз типових вантажних планів

5.2.1 Теоретичні аспекти основних видів завантаження

Навалювальні судна були розроблені та затверджені для перевезення різних вантажів. Розподіл вантажу вздовж довжини судна має вплив на згинання та зрізаючі сили корпусу судна, на навантаження у місцевій структурі

корпусу судна. При завантаженні навалювальних суден тоннажної групи Capesize існує чотири методи для завантаження судна:

1. Завантаження усіх трюмів.
2. Почергове завантаження трюмів (трюмів з непарним номером).
3. Блокове завантаження трюмів.
4. Часткове завантаження трюмів.

Завантаження усіх трюмів – це перевезення вантажу, який рівномірно розподілений у всіх вантажних приміщеннях, як це видно з рис. 5.2. Таке розміщення вантажу, як правило, допускається для всіх типів навалювальних вантажів і зазвичай приймається для перевезення вантажів низької щільності, такі як вугілля та зерно. Проте вантажі великої щільності, такі як залізна руда, можуть перевозитись однорідно.

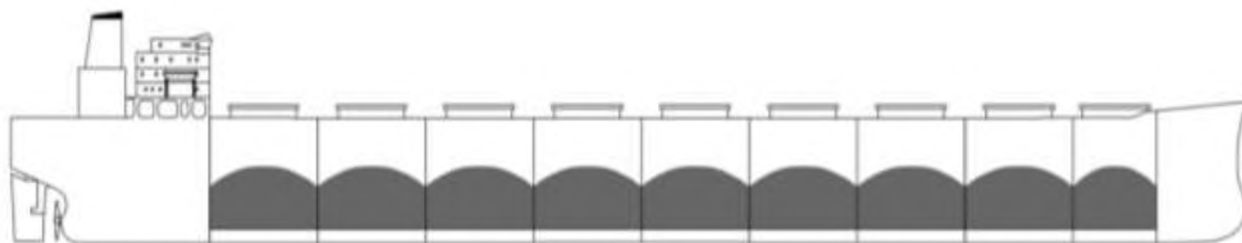


Рис. 5.2. Завантаження усіх трюмів

Почергове завантаження трюмів (трюмів з непарним номером) – вантажі великої щільності, такі як залізна руда, часто перевозяться тільки у трюмах з непарним номером трюму або завантажуються у послідовності через одне вантажне приміщення, як це видно з рис. 5.3.

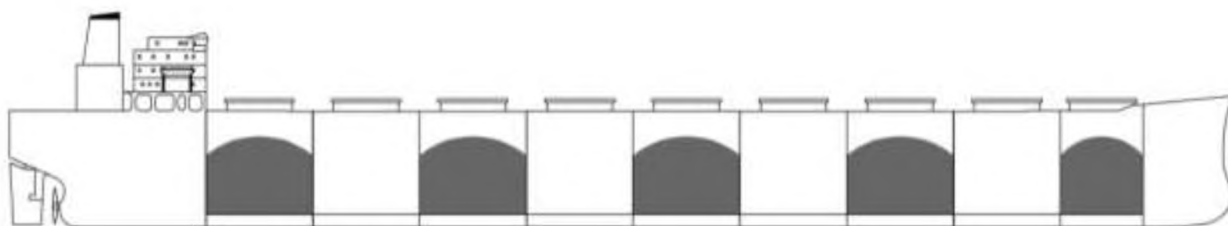


Рис. 5.3. Почергове завантаження трюмів

Для великих навалювальних суден є поширеним завантажувати вантажі великої щільності у трюми під непарними номерами, та залишати інші трюми порожніми. Цей тип розподілу вантажу підвищить центр ваги судна, що зменшує колювання судна. Коли вантажі великої щільності перевозяться у непарних трюмах, вага вантажу, що перевозиться у кожному трюмі, приблизно у два рази більша від ваги вантажу у кожному трюмі при завантаженні усіх видів. Для підтримки завантаження важкого вантажу в трюмах, місцева структура судна повинна бути спеціально розроблена та посилена. Важливо, що трюми які залишаються порожніми, при цьому виді завантаження, не були підсилені для перевезення важких вантажів при неоднорідному завантаженні [17, с.13].

Судна, які не схвалені для перевезення вантажів великої щільності, при почерговому завантаженні трюмів їх класифікаційним товариством, не повинні використовувати цей метод завантаження.

Блокове або часткове завантаження – це вид завантаження, при якому сусідні трюмні приміщення можуть бути сильно завантажені, у той час як інші трюми можуть залишатись порожніми, як це показано на рис. 5.4.

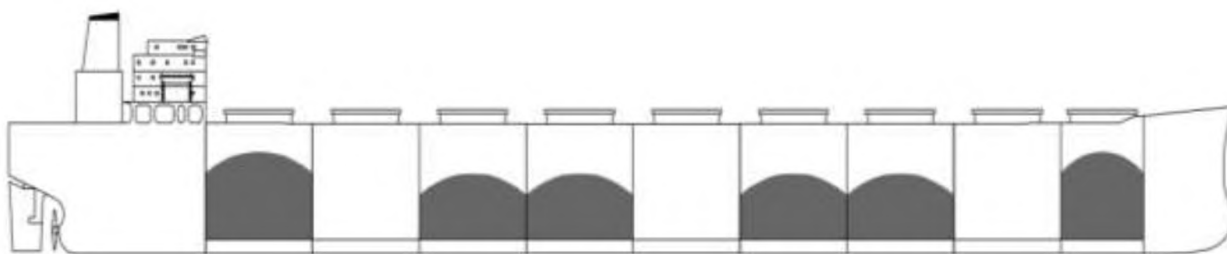


Рис. 5.4. Блокове завантаження судна

Необхідність завантажувати або розвантажувати певну кількість партій вантажів у декількох портах завантаження або розвантаження призводить до використання цього методу завантаження трюмів. Рішення про використання

одного або декількох додаткових трюмів при перевезенні вантажів великої щільності в сусідніх трюмах має той самий ефект. Блокове завантаження призводить до збільшеного навантаження на поперечну переборку між двома завантаженими трюмами, і це у свою чергу збільшує навантаження на структуру поперечної переборки. У багатьох випадках блокове завантаження використовується, коли судно частково завантажене. Зазвичай, блокове або часткове завантаження, як правило, не описане в інструкції з завантаження судна, якщо вони спеціально не запропоновані до розгляду при проектуванні судна. При затвердженні плану часткового завантаження судна, щоб уникнути перевантаження конструкції корпусу, слід уважно враховувати кількість вантажу, що перевозиться в кожному вантажному трюмі та очікуваному осіданні при відплицті.

При частковому завантаженні судна, маса вантажу, який буде перевозитись, буде менша, ніж повна вантажопідйомність судна. Отже, осідання судна при відплицті буде меншою, ніж максимально проектоване осідання судна.

Маса вантажу у кожному трюмі має бути достатньо підтримана силою Архімеда, яка діє на нижню частину корпусу судна. Зменшення осідання судна призведе до зменшення величини сили Архімеда, діючої на нижню частину корпусу судна, яка протидіє силі, спрямованій вниз, яка створюється вагою вантажу у трюмі. Тому коли судно завантажене частково, зі зменшеним осіданням, може знадобитись скоротити кількість вантажу в будь-якому трюмі [17, с.14].

Щоб вантажі могли перевозитись у сусідніх трюмах, конструкція поперечної переборки та подвійного дна повинні бути спеціально спроектовані та підсилені. Часткове завантаження призводить до значних напружень у місцевих структурах корпусу судна, а саме: у конструкціях поперечної переборки та подвійного дна, а також підвищених перерізаючих силах у поперечній переборці між завантаженими трюмами. Маса вантажу, яка може перевозитись в трюмах при частковому завантаженні, повинна бути спеціально

розглянута відповідно до необхідного осідання при відplitті судна, та можливості конструкції. Взагалі, кількість вантажу при частковому завантаженні, буде меншою ніж загальна вантажопідйомність судна.

Блокове або часткове завантаження можуть бути затверджені лише в одній з наступних ситуацій:

1. Розподіл вантажу описується в посібнику із завантаження судна. У цьому випадку конструкція судна була затверджена для перевезення вантажу у спеціальних вантажних умовах і умови завантаження, описані в посібнику з завантаження судна, повинні дотримуватись.

2. Судно забезпечене комплектом затверджених критеріїв місцевого завантаження, які визначають максимальну вагу вантажу, як залежність від суднового середнього осідання для кожного вантажного приміщення та блоків вантажних трюмів. У цьому випадку необхідно забезпечити, щоб кількість вантажу, що перевозиться в кожному трюмі, задовольняла обмеження по кількості вантажу та осіданню судна, визначені місцевими критеріями. Також згинаючі моменти та перерізаючі сили, які діятимуть на корпус судна повинні бути в межах допустимих обмежень [17, с.15].

Розглянемо два типових плани завантаження: завантаження усіх трюмів та почергового завантаження трюмів судна тоннажної групи Capesize. Підсумок даних після завантаження двома методами представлений у табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Підсумок даних після завантаження, т

Випадок	Кіль- кість палива	Кіль- кість балас- ту	Кількість вантажу	Суднова констан- та	Дедвейт	Маса порож- нього судна,	Водотоннаж- ність
Заванта- ження усіх трюмів	5132,4		175204,3	723,1	181059,8	26531	207590,8
Почер- гове заванта- ження (Трюми № 1,3,5,7,9)	5132,4		175204,1	723,1	181059,6	26531	207590,6

Після розподілу вантажу, палива та визначення суднової константи, двома методами завантаження (табл. 5.1), представимо підсумок посадки судна у табличному виді. Підсумок посадки судна представлений у табл. 5.2.

Таблиця 5.2

Підсумок посадки судна після завантаження, м

Випа- док	Осі- дан- ня	Осі- дання носом	Осідан- ня кормою	Дифе- рент	LCB	VCB	KMT	GM 0	GMC ORR	GM
Заванта- ження усіх трюмів	18,3	18,0	18,6	-0,6	147,4	9,53	19,04	5,02	-0,291	4,73

Почергове завантаження (Трюми № 1,3,5,7,9)	18,3	18,0	18,6	-0,6	147,4	9,53	19,04	8,97	-0,337	8,63
--	------	------	------	------	-------	------	-------	------	--------	------

Визначивши основні елементи посадки судна, на основі двох методів завантаження, ми можемо привести дані найбільших значень згинаючих моментів та перерізуючих сил на основних шпангоутах судна (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Підсумок максимальних згинаючих моментів та перерізуючих сил

Випадок	BMMIN , т*м	BM MA X, т*м	BMR EL, %	XB MRE L, №	SHMI N, т	SHMA X, т	SHRE L, %	XSHR EL, №	VISB, м	PROP, %
Завантаження усіх трюмів	-160550	30	75,4 0	278	-4424	3316	75,60	304	231,00	159,20
Почергове завантаження (Трюми № 1,3,5,7,9)	-94085	3442 81	81,9 0	261	-11495	11413	93,30	274	231,70	159,40

Згідно табл. 5.3 значення згинаючих моментів та перерізуючих сил при почерговому завантаженні перевищують відповідні значення при завантаженні усіх трюмів.

5.3 Аналіз методу завантаження усіх трюмів навалювального судна типу Capesize

План завантаження усіх трюмів представлений на рис 5.5.

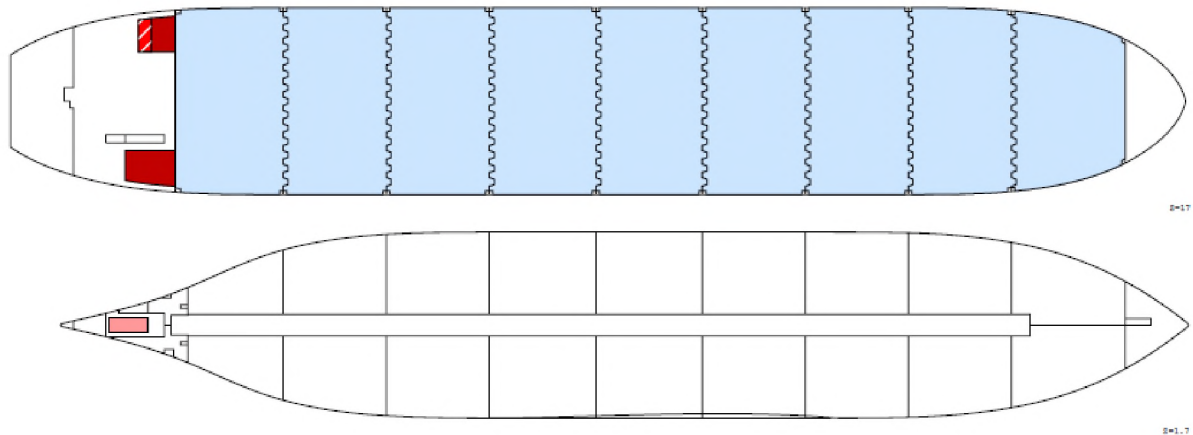


Рис. 5.5. План завантаження усіх трюмів

Посадка судна:

1. Осідання – 18,3 м.
2. Осідання носом – 18,0, м.
3. Осідання кормою – 18,6, м.
4. Диферент – - 0,6, м.
5. Крен (Праий борт = “+”) – -0,2°.
6. Диферентуючий момент – -163552 м-тонн.
7. Повздовжня метацентрична висота – 19,04, м.
8. KG – 14,03, м.
9. Невідкорегована поперечна метацентрична висота – 5,02, м.
10. Виправлення метацентричної висоти – - 0,291, м.
11. Відкорегована поперечна метацентрична висота – 4,73, м.

Розрахована кількість рейсових запасів розподіляється по обраним паливним, мастильним і водяним ємкостям судна з урахуванням нормованих значень пустот, дані приведені у табл. 5.4.

Таблиця 5.4

Розміщення суднових запасів при завантаженні усіх трюмів

Пункт	Маса, т	X, м	Y, м	Z, м	Поправка
Вантаж	175204,3	153,532	0,000	13,827	
Баласт					51778,8
Важке паливо	3927	41,121	-2,410	20,942	6864,3
Дизельне паливо	345,4	28,081	16,380	19,690	166,9
Мастила	231,6	20,381	-0,365	18,140	48,3
Прісна вода	628,4	8,085	-0,001	22,000	562,4
Суднова константа	723,1	68,692	0,000	7,094	540,4
Різне					425,1
Дедвейт	181059,8	149,84	-0,022	14,000	60386,1

Необхідну кількість вантажу, необхідно рівномірно розподілити по трюмним приміщенням та виконати всі вимоги до дотримання повздовжньої міцності судна. Розподіл вантажу представлений у табл. 5.5.

Таблиця 5.5

Розподіл вантажу по трюмним приміщенням при завантаженні усіх трюмів

Щільність вантажу: 0,8889 т/м³						
Назва	Маса, т	Завантаження, %	X, м	Y, м	Z, м	Поправка
1	2	3	4	5	6	7
Трюм №1	18262,2	100	256,94		14,22	
Трюм №2	19514,9	100	231,20		13,67	
Трюм №3	19582,9	100	205,74		13,69	
Трюм №4	19582,9	100	180,26		13,69	

Продовження табл. 5.5

1	2	3	4	5	6	7
Трюм №5	20124,2	100	154,42		13,72	
Трюм №6	20123,8	100	128,03		13,72	
Трюм №7	19582,5	100	102,0		13,7	
Трюм №8	19553,6	100	76,53		13,68	
Трюм №9	18877,2	100	50,76		14,38	
Всього	175204,3		153,53		13,83	
Баласт						
Ахтерпик			4,62	-0,03	16,13	51778,8
Баластна вода						51778,8
Маса порожнього судна	26531		130,92		14,21	
Дедвейт	181059,8		149,84	-0,02	14,0	
Загальна маса	207590,8		147,42	-0,02	14,03	

Для побудови діаграми статичної остійності, нам необхідно знайти значення плечей статичної остійності, за допомогою значень кривих плечей остійності форми із застосуванням методу інтерполяції, данні приведені у табл. 5.6.

Таблиця 5.6

Розрахунок плеч статичної остійності при завантаженні усіх трюмів

Розрахункові величини	Числові значення										
	0	5	10	12	15	20	30	40	50	60	70
$\theta, ^\circ$	0	1,663	3.329	3.998	5.005	6.624	9.233	11.286	12.820	13.741	14.122
Lф, м	0	1,663	3.329	3.998	5.005	6.624	9.233	11.286	12.820	13.741	14.122
Lст, м	- 0,02	0,4	0,82	1	1,28	1,71	2,06	2,07	1,84	1,33	0,66

На основі інформації, що наведена у табл. 5.7 побудовано діаграму статичної остійності (рис. 5.6).

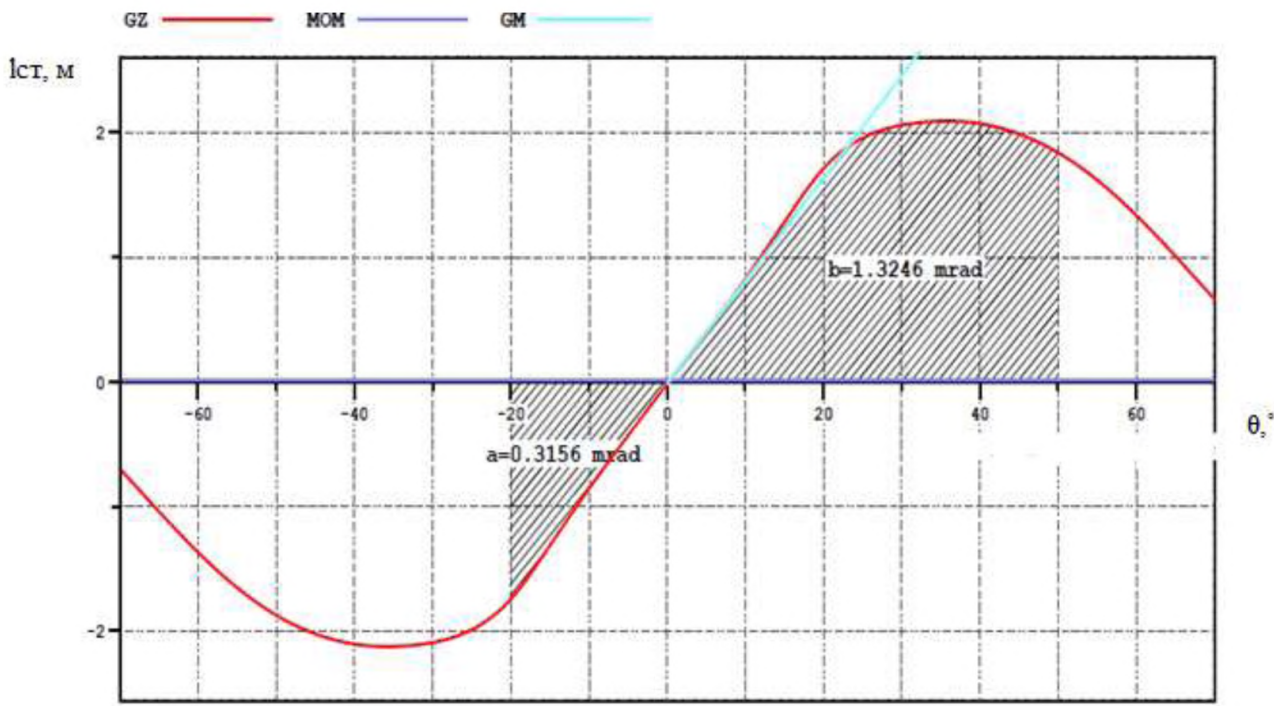


Рис. 5.6. Діаграма статичної остійності при завантаженні усіх трюмів

Забезпечення остійності судна при завантаженні є обов'язковою умовою безпечного плавання. Неприятлива як недостатня, так і надмірна остійність. Для перевірки остійності необхідно знайти її критерії з ДСО і внести їх в таблицю. Критерії ММО покажемо в табл. 5.8.

Таблиця 5.8

Перевірка виконання вимог ММО до остійності судна при завантаженні усіх трюмів

Найменування	Позначення	Значення величин		Одиниці виміру
		Нормативне	Фактичне	
1	2	3	4	5
Площа ДСО при крені до 30°	A30	0,055	0,63	м-рад
Площа ДСО при крені до 40°	A40	0,09	0,993	м-рад

Продовження табл. 5.8

1	2	3	4	5
Площа ДСО між 30 та 40°	A30-40	0,03	0,363	м-рад
Найбільше значення плеча статичної остійності	L30	0,2	2,09	м
Кут крену, відповідний до максимуму кута діаграми	θ_m	25	35,6	°
Виправлена метацентрична висота	h	0,15	4,73	м
Критерій погоди	k	1	4,2	
Кут крену від постійного вітру	θ_o	12,886	0,353	°
Відстань, при якій видимість буде обмежена	Видимість	500	231,0	м
Зануреність гвинта		50	159,2	%
Метацентрична висота, яка необхідна при аварійній остійності	h	4,595	4,73	м

Всі вимоги ММО виконані, остійність судна задовольняє всім вимогам.

Наступним приведемо значення згинаючих моментів та перерізуючих сил на основних судових шпангоутах при завантаженні усіх трюмів, статистичні дані наведені в табл. 5.9.

Таблиця 5.9

Продовження міцність судна при завантаженні усіх трюмів

Шпан- гоут, №	Згинаю- чий момент, тм	Мініма- льно допус- тимий згина- ючий момент, тм	Макси- мально допус- тимий згина- ючий момент, тм	Відсоток від допути- мого згина- ючого моменту , %	Зріза- юче зусил- ля, т	Поп- равка зрізаю- чих сил, т	Міні- мально допус- тиме, зрізаюче зусилля, т	Максима- льно допустим е, зрізаюче зусилля, т	Відсоток від допусти- мого значення зрізаю- чих сил, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
45	-64814	-101895	175000	63,6	-4394		-7782	7940	56,5

Продовження табл. 5.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
49	-79676	-120000	210000	66,4	-4217		-7718	7890	54,6
62	-119660	-165000	300000	72,5	-2592		-6976	7200	37,2
67	-129918	-210000	360000	61,9	-1962		-9133	9362	21,5
75	-140536	-210000	360000	66,9	-1026		-13039	13291	7,9
79	-144057	-221498	376932	65	-955		-11462	11682	8,3
93	-152685	-267555	440443	57,1	-470		-7232	7351	6,5
97	-154112	-280631	455631	54,9	-361		-7003	7181	5,2
103	-155729	-285000	460000	54,6	-296		-8424	8566	3,5
107	-156864	-295715	468000	53	-380		-8139	8261	4,7
118	-159430	-325178	490000	49	-151		-8394	8394	1,8
131	-159402	-360000	500000	44,3	54		-12589	12589	0,4
136	-159760	-360000	500000	44,4	-218		-9736	9736	2,2
148	-160430	-360000	500000	44,6	55		-6469	6469	0,8
151	-160125	-360000	500000	44,5	125		-6217	6217	2,0
160	-158300	-360000	500000	44	230		-10140	10140	2,3
175	-157384	-360000	487678	43,7	166		-6868	7068	2,3
177	-156994	-360000	486131	43,6	217		-6833	6975	3,1
189	-152951	-360000	470000	42,5	425		-9696	9696	4,4
193	-151722	-350377	462858	43,3	238		-8728	8728	2,7
200	-149717	-344057	458166	43,5	369		-6693	6693	5,5
206	-147189	-317679	438587	46,3	512		-6276	6276	8,2
217	-140685	-279165	410000	50,4	734		-12200	12200	6,0
221	-138238	-267618	395582	51,7	590		-10706	10706	5,5
232	-130736	-239325	360256	54,6	886		-6973	6973	12,7
237	-126285	-232733	352025	54,3	1024		-6519	6519	15,7
245	-118092	-198330	309069	59,5	1138		-9179	9179	12,4
249	-114403	-188226	296454	60,8	914		-5741	5741	15,9
254	-109880	-179726	285840	61,1	1042		-5415	5415	19,2
260	-103551	-155027	255000	66,8	1235		-5993	5993	20,6
272	-87420	-120382	193087	72,6	1669		-12198	12198	13,7
273	-85865	-117495	187932	73,1	1703		-12694	12694	13,4
277	-79974	-106764	168858	74,9	1581		-11565	11565	13,7
289	-58294	-83537	128832	69,8	2344		-5607	5607	41,8
304	-19786	-32000	32000	61,8	3316		-4383	4383	75,6

На основі інформації, приведенної в табл. 5.9, побудовано графік згинаючих моментів та перерізуючих сил при завантаженні усіх трюмів, який показаний на рис. 5.7.

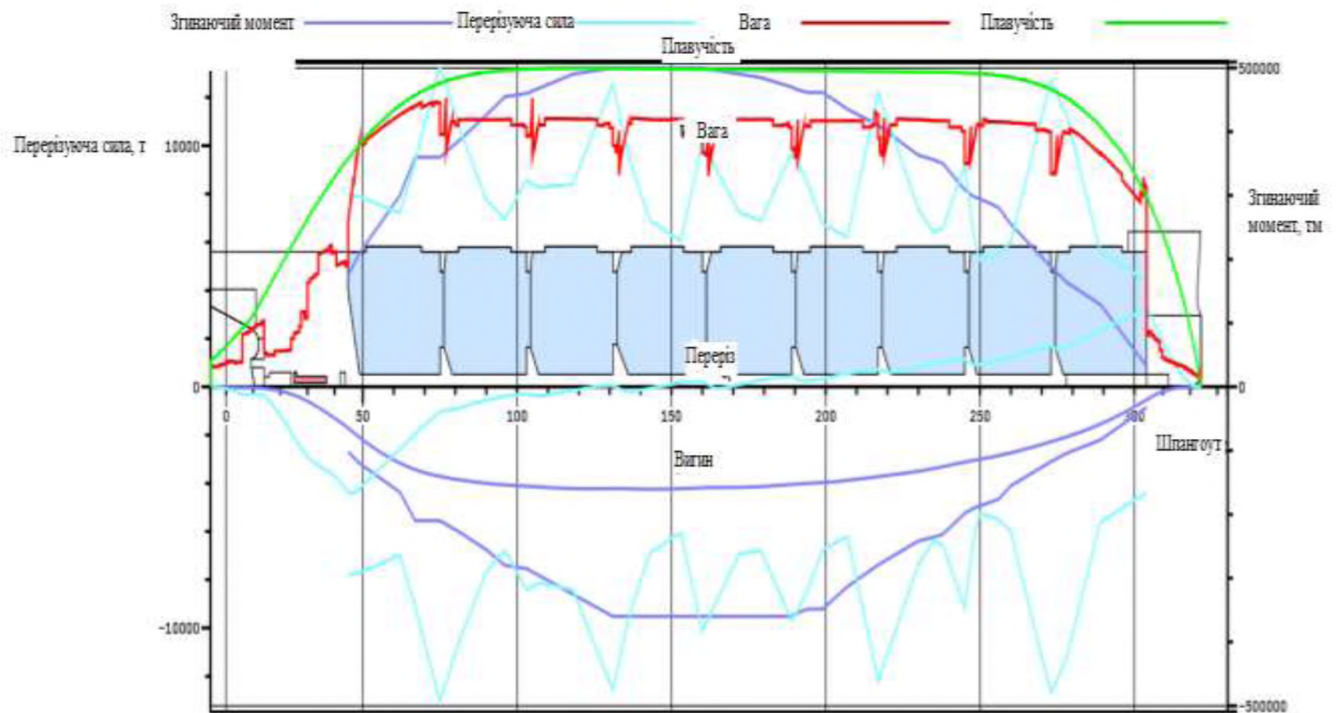


Рис. 5.7. Графік згинаючих моментів та перерізуючих сил при завантаженні усіх трюмів

Проаналізувавши табл. 5.9 та рис. 5.7 зведемо у таблицю максимальні значення згинаючого моменту та перерізуючих сил при завантаженні усіх трюмів, які приведені у табл. 5.10.

Таблиця 5.10

Максимальні значення згинаючого моменту та перерізуючих сил при завантаженні усіх трюмів

Максимальне значення зрізаючого зусилля, %	75,6
Шпангоут максимального зрізаючого зусилля, №	304
Максимальне відсоткове значення згинаючого моменту, %	74,9
Шпангоут максимального значення згинаючого моменту, №	277

5.4. Аналіз вантажного плану при почерговому завантаженні трюмів судна типу Capesize

План почергового розподілу вантажу по трюмним приміщенням представлений на рис. 5.8.

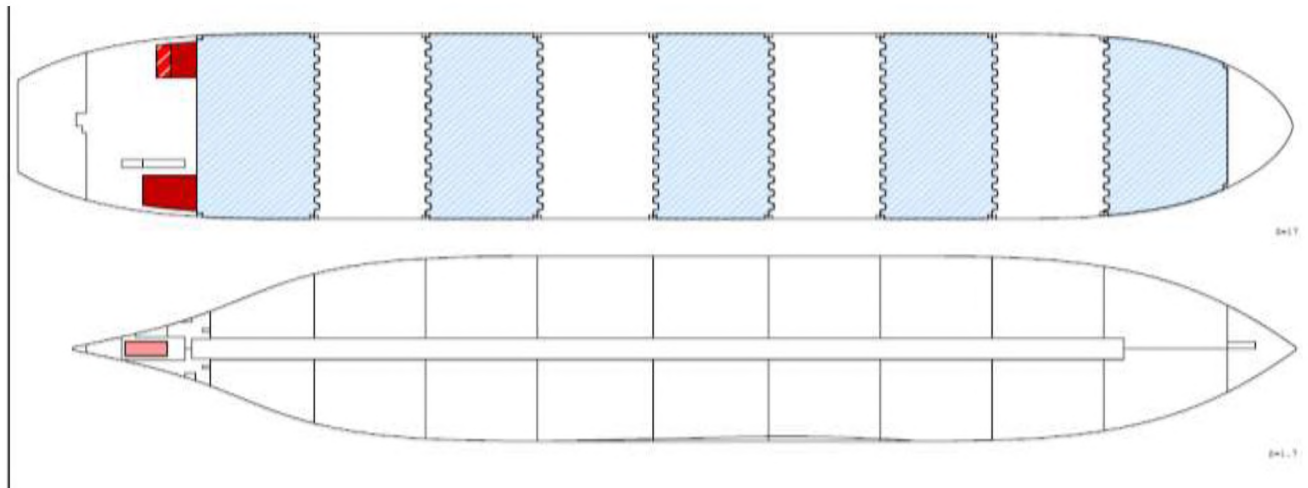


Рис. 5.8. План почергового розподілу вантажу

Посадка судна після завантаження:

1. Осідання – 18,33, м.
2. Осідання носом – 17.97, м.
3. Осідання кормою – 18.6, м.
4. Диферент – - 0.629, м.
5. Крен (Праий борт = “+”) – -0.1°.
6. Диферентуючий момент – -173914, тонн.
7. Повздовжня метацентрична висота – 19.05, м.
8. KG – 10.08, м.
9. Невідкорегована поперечна метацентрична висота – 8.97, м.
10. Виправлення метацентричної висоти – -0.34, м.
11. Відкорегована поперечна метацентрична висота – 8.63, м.

Розрахована кількість рейсових запасів розподіляється по обраним паливним, мастильним і водяним ємкостям судна з урахуванням нормованих значень пустот, данні наведено у табл. 5.11.

Таблиця 5.11

Розміщення судових запасів при почерговому завантаженні трюмів

Пункт	Маса, т	X, м	Y, м	Z, м	Поправка
Вантаж	175204,1	153,47		9,15	
Баласт					61304,5
Важке паливо	3927,1	41,12	-2,410	20,94	6864,3
Дизельне паливо	345,4	28,08	16,380	19,69	166,9
Мастила	231,6	20,38	-0,365	18,14	48,3
Прісна вода	628,4	8,08	-0,001	22	562,4
Суднова константа	723,1	68,69		7,09	540,4
Різне					425,1
Дедвейт	181059,6	149,78	-0,022	9,47	69911,8

Необхідну кількість вантажу, необхідно рівномірно розподілити по трюмним приміщенням та виконати всі вимоги до дотримання повздовжньої міцності судна, враховуючи, що завантажуюмо трюми з непарними номерами. Розподіл вантажу представлений у табл. 5.12.

Таблиця 5.12

Розподіл вантажу по вантажним приміщенням при почерговому завантаженні

Щільність вантажу: 3 т/м³						
Назва	Маса, т	Завантаження, %	X, м	Y, м	Z, м	Поправка
Трюм №1	33181,1	53,8	256,61		9,39	
Трюм №3	35580,6	53,8	205,83		8,88	
Трюм №5	36564,1	53,8	154,54		8,93	
Трюм №7	35579,9	53,8	102,08		8,88	
Трюм №9	34298,3	53,8	51,55		9,69	
Всього	175204,1		153,47		9,15	
Баласт						
Ахтерпik			4,62	-0,035	16,13	51778.8
Баласт. Танк № 9 Л/Б			50,34	13,181	4,62	4762,9
Баласт. Танк № 9 П/Б			50,34	-13,181	4,62	4762,9
Баластна вода						61305
Маса порожнього судна	26531		130,925		14,21	
Дедвейт	181059,6		149,783	-0,022	9,47	
Загальна маса	207590,6		147,373	-0,019	10,03	

Для побудови діаграми статичної остійності необхідно знайти значення плечей статичної остійності при почерговому завантаженні навалювального судна тоннажної групи Capesize, використовувачи значення кривих плечей остійності форми із застосуванням методу інтерполяції, данні приведено у табл. 5.13.

Таблиця 5.13

Розрахунок плеч статичної остійності при почерговому завантаженні

Розрахун- кові величини	Числові значення										
	$\theta,^\circ$	0	5	10	12	15	20	30	40	50	60
$L_{\phi},\text{м}$	0	1,663	3.329	3.998	5.005	6.625	9.233	11.287	12.820	13.741	14.123
$L_{\text{ст}}, \text{ м}$	-0,02	0,74	1,5	1,82	2,29	3,05	4,01	4,58	4,83	4,71	4,33

На основі інформації, що зазначена у табл. 5.13, побудована діаграма статичної остійності (рис. 5.9).

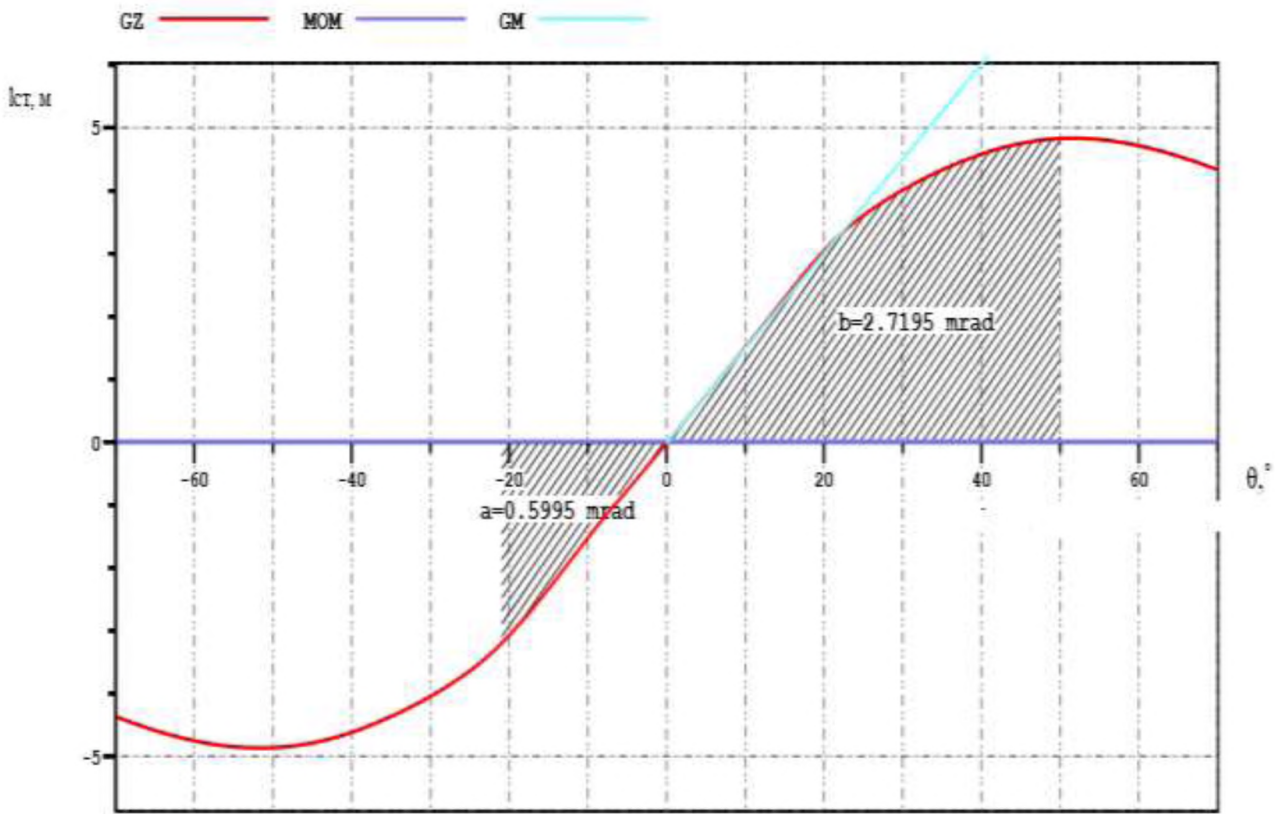


Рис. 5.9. Діаграма статичної остійності при почерговому завантаженні

Забезпечення остійності судна при завантаженні є обов'язковою умовою безпечного плавання. Несприятлива як недостатня, так і надмірна остійність. Для перевірки остійності необхідно знайти з ДСО її критерії і внести їх в таблицю. Критерії ММО показані в табл. 5.14.

Таблиця 5.14

Перевірка виконання вимог ММО до остійності судна при почерговому завантаженні

Найменування	Позначення	Значення величин		Одиниці виміру
		Нормативне	Фактичне	
Площа ДСО при крені до 30°	A30	0,055	1,153	м-рад
Площа ДСО при крені до 40°	A40	0,09	1,907	м-рад
Площа ДСО між 30 та 40°	A30-40	0,03	0,754	м-рад
Найбільше значення плеча статичної остійності	L30	0,2	4,837	м
Кут крену, відповідний до максимуму кута діаграми	θ_m	25	51,652	°
Виправлена метацентрична висота	h	0,15	8,633	м
Критерій погоди	k	1	4,536	
Кут крену від постійного вітру	θ_o	12,886	0,193	°
Відстань при якій видимість буде обмежена	Видимість	500	231,689	м
Зануреність гвинта		50	159,365	%
Метацентрична висота, яка необхідна при аварійній остійності	h	4,595	8,633	м

Всі вимоги ММО виконані, остійність судна задовольняє всім вимогам.

Наступним приведемо значення згинаючих моментів та перерізуючих сил на основних судових шпангоутах при почерговому завантаженні, статистичні дані наведені в табл. 5.15.

Таблиця 5.15

Поздовжня міцність судна при почерговому завантаженні

Шпан- гоут, №	Згина- ючий момент , тм	Міні- мально допус- тимий згинаю- чий момент, тм	Макси- мально допус- тимий згина- ючий момент, тм	Відсо- ток від допус- тимого згина- ючого момен- ту, %	Зрізаю- че зусил- ля, т	Поп- равка зріза- ючих сил, т	Міні- мально допус- тимо, зрізаюче зусилля, т	Макси- мально допустимо , зрізаюче зусилля, т	Відсоток від допус- тимого значення зрізаючих сил, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
45	-65377	-101895	175000	64,2	-4413	-4413	-7782	7940	56,7
49	-80756	-120000	210000	67,3	-4044	-4380	-7718	7890	56,8
62	-83797	-165000	300000	50,8	3890	2390	-6976	7200	33,2
67	-57736	-210000	360000	27,5	7581	5633	-9133	9362	60,2
75	20960	-210000	360000	5,8	14076	11413	-13039	13291	85,9
79	70306	-221498	376932	18,7	12415	9999	-11462	11682	85,6
93	167804	-267555	440443	38,1	2800	3767	-7232	7351	51,2
97	172994	-280631	455631	38,0	13	1947	-7003	7181	27,1
103	161739	-285000	460000	35,2	-4169	-1980	-8424	8566	23,5
107	147525	-295715	468000	31,5	-3133	-1570	-8139	8261	19,3
118	150424	-325178	490000	30,7	3672	3516	-8394	8394	41,9
131	241566	-360000	500000	48,3	11686	9497	-12589	12589	75,4
136	290118	-360000	500000	58,0	9046	6843	-9736	9736	70,3
148	343242	-360000	500000	68,6	634	1214	-6469	6469	18,8
151	342149	-360000	500000	68,4	-1471	-196	-6217	6217	3,1
160	304450	-360000	500000	60,9	-7770	-5610	-10140	10140	55,3
175	238804	-360000	487678	49,0	-360	-435	-6868	7068	6,3
177	239316	-360000	486131	49,2	885	512	-6833	6975	7,3
189	290031	-360000	470000	61,7	8356	6195	-9696	9696	63,9
193	317814	-350377	462858	68,7	6367	3980	-8728	8728	45,6
200	342868	-344057	458166	74,8	1459	743	-6693	6693	11,1
206	339449	-317679	438587	77,4	-2748	-2032	-6276	6276	32,4
217	273583	-279165	410000	66,7	-10397	-8172	-12200	12200	67,0
221	236524	-267618	395582	59,8	-9422	-7833	-10706	10706	73,2
232	176813	-239325	360256	49,1	-2553	-2712	-6973	6973	38,9
237	172360	-232733	352025	49,0	556	-397	-6519	6519	6,1
245	194631	-198330	309069	63,0	5503	3278	-9179	9179	35,7

Проаналізувавши табл. 5.15 та рис. 5.9, зведемо максимальні значення згинаючого моменту та перерізуючих сил при почерговому завантаженні, які приведені у табл. 5.16.

Таблиця 5.16

Максимальні значення згинаючого моменту та перерізуючих сил при почерговому завантаженні

Максимальне значення зрізаючого зусилля, %	93,29
Шпангоут максимального зрізаючого зусилля, №	274
Максимальне відсоткове значення згинаючого моменту, %	81,95
Шпангоут максимального значення згинаючого моменту, №	261

Висновки:

1. Аналізуючи посадку судна по двом різним методам завантаження, бачимо що виправлена поперечна метацентрична висота при почерговому завантаженні трюмів складає 8,6 м, що є майже вдвічі більше показника поперечної метацентричної висоти при завантаженні усіх трюмів величина якої дорівнює 4,73 м. Це показує що почергове завантаження знижує центр ваги судна, як результат період качки буде меншим ніж при методі завантаження всіх трюмів.

2. Як видно з табл. 5.9 та табл. 5.15 значення перерізуючих сил та згинаючих моментів є більшими при почерговому завантаженні. Величина згинаючого моменту складає 81,95% від допустимого значення, а значення зрізаючого зусилля складає 93,29% від максимально допустимого значення. Тому при використанні метода почергового завантаження, ВПК має звертати значну увагу на місцеву та повздовжню міцність судна при розробці вантажного плану. Уважно перевіряти величини зрізаючих зусиль та згинаючих

моментів на кожному етапі завантаження. Вантажні операції тоннажної групи Capesize, ускладнюються високими нормами завантаження судна у головних країнах експортерів руди: Бразилії та Австралії. Судна даної тоннажної групи завантажуються протягом 12–18 годин, тому необхідно вчасно робити дебаластування судна, рівномірно із виконанням вантажних операцій, щоб не перевантажувати корпус судна.

РОЗДІЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙС

6.1 Підвищення ефективності роботи морського транспортного судна

У дослідницькій частині даній магістерській роботі «Світові вантажопотоки навалювальних вантажів і техніко-експлуатаційні аспекти завантаження балкерів» відзначені різні методи завантаження судна. Робота суден пов'язана з ризиком, тобто аварійними ситуаціями.

Одним з важливих умов підвищення безпеки та ефективності роботи флоту є детальне знання і облік судноводіями морехідних характеристик судна. До морським якостям судна відносяться: плавучість, остійність, непотоплюваність, ходкість, керованість і качка.

Для вирішення навігаційних завдань визначальне значення має керованість судна, і особливо, облік елементів гальмування і керованості у відкритому морі, в каналах і фарватерах.

Зробити мореплавання абсолютно безпечним («забезпечити безпеку») не можна, так як ця специфічна діяльність людей невіддільна від небезпек. Тому під «безпекою мореплавання» мається на увазі не відсутність небезпек, а технічно, організаційно, економічно, політично і соціально обґрунтований в певній державі і в конкретний період часу рівень надійності (безаварійності) морського транспортного процесу.

Поняття «безпека» пов'язане з поняттям зниження можливої шкоди від аварії. Зниження ймовірного збитку ставить собі за мету:

- зменшення нищпорення судна;
- охорону навколишнього середовища.

Ймовірний збиток від навігаційної аварійності може бути класифікований в такий спосіб:

- збиток від аварій в результаті зіткнень;
- збиток від аварій в результаті посадок на мілину;
- збиток від аварій, пов'язаних з навалами.

Загальна сума збитку від аварій включає витрати на ліквідацію по-наслідків аварій, спеціальні операції, аварійний ремонт, технічні надлишки, збитки від втрат і порти вантажів, висновки судна з експлуатації та інше. Виходячи з цього, можна говорити про способи і шляхи підвищення безпеки мореплавання, рівень якої можна оцінювати показником (індексом), що характеризує існуючий рівень аварійності. Його можна знизити, наприклад, шляхом поліпшення конструкції або умов експлуатації суден. З цією метою зазвичай використовується кількість аварій, інцидентів з судами, що трапилися за певний період, віднесене до загальної кількості судів в експлуатації. Тобто індекс аварійності суден на якомусь відрізку часу може служити показником досягнутого рівня безпеки в тому сенсі, що на судах або в районі плавання створені специфічні перешкоди (захисні «бар'єри») на шляху розвитку аварійних подій під впливом діючих небезпечних факторів.

6.2 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі

Розрахунок виконаний на підставі завдання і даних, отриманих у попередніх розділах цієї дипломної роботи, взятих із суднової документації при роботі на переддипломної практиці, з довідкових матеріалів кафедри М і ЕМТ НУ«ОМА», прейскурантів, тарифів та ін. Вихідні дані рейсу т/х «Redmer Oldendorff» з порту Порт Хедленд в порт Циндао 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 «Redmer Oldendorff»	Δ_w	тон	205097,3
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	3393,3
3	Відстань між портами	L	милі	3674
4	Кількість навантаженого вантажу: руда	ΣQ_m	т	200552
5	Фрахтова ставка за 1т вантажу	f	\$/т	8
6	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	т/ добу	140000
7	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	т/ добу	65000
8	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	15,0
9	Швидкість в каналах, вузостях	v	кан. вузли	8,0
10	Добова витрата палива на ходу: важке	q_x^e	тон/добу	70,0
	важке	$q_{ст}^e$	тон/добу	5,0
11	Ціна 1 тони палива: важке	C_ϵ	\$/т	450
12	Балансова вартість судна	$C_{бал}$	\$	12597494
13	Річна норма амортизації	Ha	%	10
14	Позаексплуатаційний час	T_{ze}	діб.	15
15	Чисельність екіпажу	$Ч_{ек}$	чол.	22
16	Час затримки в дорозі	$t_{зат}$	діб.	0,5
17	Додатковий час в портах стоянки	$t_{дод}$	год.	3
18	Заробітна платня	$R_{зн}$	\$/добу	3000
19	Витрати на технічне постачання	$R_{т.пос}$	\$/добу	500
20	Навігаційні витрати	$R_{нав}$	\$/добу	420
21	Портові збори	$R_{порт}$	\$	54200

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5
22	Агентство суден	R_{ag}	\$/добу	250
23	Витрати на страхування судна	R_{cmp}	\$/добу	450
24	Витрати на ремонт	$C_{рем}$	\$/мр.п.	1500000
25	Вартість одного доковання	$C_{док}$	\$	180000

При розрахунку кількісних показників роботи судна в рейсі використовуємо дані рейсового завдання [22, 23].

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

$$\Delta_q = \Delta_w - G_{зат}, \quad (6.1)$$

$$\Delta_q = 205097 - 3393,3 = 201704 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

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

де T_k – календарний період, приймаємо 365 діб;

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

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

$$t_x = 3674 / (15,0 \times 24) + 0,5 = 10,7 \text{ діб}$$

- стоянковий час:

$$t_{cm} = t_{cm}^3 + t_{cm}^6 = \left(\frac{Q_1}{M_{31}} \right) + \left(\frac{Q_1}{M_{61}} \right) + t_{\partial on} \quad (6.4)$$

$$t_{cm} = 200552 / 140000 + 200552 / 65000 + 3 / 24 = 4,6 \text{ діб.}$$

- час рейсу складе:

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

$$t_p = 10,7 + 4,6 = 15,3 \text{ діб}$$

4. Розрахуємо провізну спроможність судна:

- зроблено тонно-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 200552 \times 3674 = 736828048 \text{ тонно-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_{\text{ч}} L = 201704 \times 3674 = 741060496 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

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

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = 200552 \times 8 = 1604416 \text{ $/рейс}$$

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

Постійні експлуатаційні витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

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

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

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

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

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

$$R_{хар} = 22 \times 11 = 242 \text{ \$/добу};$$

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

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

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

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

$$R_{рем} = ((180000 + 1500000) / 5) / 350 = 960 \text{ \$/добу}$$

- 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 ($R_{порт}$) 54200 \$/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:

$$R_{екс} = 3000 + 264 + 960 + 3599 + 720 + 500 + 420 + 54200 / 16,5 + \\ + 250 + 450 = 13448 \text{ \$/ добу}$$

7. Розраховуємо непрямі (адміністративно-управлінські)

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

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

$$R_{кос.} = 13448 \times 0,02 = 269 \text{ \$/добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{заг} = 13448 + 269 = 13717 \text{ \$/добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{заг.екс} = 13717 \times 15,3 = 209870 \text{ \$/рейс}$$

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

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

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

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

$$R_x^e = 1,1 \times 70,0 \times 450 = 34650 \text{ \$/ добу}$$

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

$$R_{cm}^6 = k_{cm} \cdot q_{cm} \cdot Ц_6 \quad (6.16)$$

$$R_{cm}^6 = 1,1 \times 5,0 \times 450 = 2475 \text{ \$/ добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

$$\Sigma R_{nep} = (R_x^6 \cdot t_x) + (R_{cm}^6 \cdot t_{cm}) \quad (6.17)$$

$$\Sigma R_{nep} = 34650 \times 10,7 + 2475 \times 4,6 = 382140 \text{ \$/рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{рейс} = 209870 + 382140 = 592010 \text{ \$/рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

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

$$\Sigma \Pi_{рейс} = 1604416 - 592010 = 2196426 \text{ \$/рейс}$$

Прибуток судна т/х «Redmer Oldendorff» з порту Порт Хедленд в порт Циндао з вантажем руди за рейс склав 2196426 \$/рейс.

Якісні показники роботи судна в рейсі розраховуємо за методикою [23]:

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:

$$\alpha_3 = \frac{\Sigma Q}{\Sigma D_u}, \quad (6.21)$$

$$\alpha_3 = 200552 / 201704 = 0,994$$

3. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

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

$$V_{cp} = 3674 / 10,7 = 343$$

4. Коефіцієнт ходового часу:

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

$$\varepsilon_x = 10,7 / 15,3 = 0,697$$

5. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

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

$$\mu_6 = 0,994 \times 343 \times 0,697 = 238,01$$

6. Валова прибутковість одних судоднів:

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

$$\mu = 1604416 / 15,3 = 104864 \$/\text{доба}$$

7. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

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

$$S_m = 592010 / 200552 = 2,95 \text{ \$/т}$$

8. Собівартість 1 тонно-милі в рейсі:

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

$$S_{m-m} = 592010 / 736828048 = 0,000803457 \text{ \$/т-м}$$

9. Собівартість утримання судна в добу експлуатації:

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

$$S_{c-c} = 592010 / 15,3 = 38693 \text{ \$/ доб.екс}$$

10. Рівень прибутковості являє відношення доходів до витрат:

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

$$PF = 1604416 / 592010 = 2,71$$

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 [23]:

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$U_p = T_{екс} / t_p \quad (6.30)$$

$$U_p = 350 / 15,3 = 22,88$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

$$\Sigma Q_{екс} = \Sigma Q U_p \quad (6.31)$$

$$\Sigma Q_{екс} = 200552 \times 22,88 = 8767 \text{ т/рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

$$\Sigma Ql_{екс} = \Sigma Ql U_p \quad (6.32)$$

$$\Sigma Ql_{екс} = 736828048 \times 22,88 = 16855543582 \text{ т-миль/рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

$$\Sigma F_{екс} = \Sigma F_{рейс.} U_p \quad (6.33)$$

$$\Sigma F_{екс} = 1604416 \times 22,88 = 36702326 \text{ \$/рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma R_{екс} = R_{рейс.} U_p \quad (6.34)$$

$$\Sigma R_{екс} = 592010 \times 22,88 = 13542712 \text{ \$/рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma \Pi = \Pi_p U_p \quad (6.35)$$

$$\Sigma \Pi = 2196426 \times 22,88 = 50245039 \text{ \$/рік}$$

7. Рівень прибутковості роботи судна за експлуатаційний період:

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

$$PF = 36702326 / 13542712 = 2,71$$

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	\$	1604416
2	Затрати загальні	R	\$	592010
3	Прибуток	Π	\$	2196426
4	Коефіцієнт ходового часу	ε_x		0,697
5	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	милі/добу	343
6	Дохідність судна	μ	\$/добу	104864
7	Рівень дохідності	PF		2,71
8	Собівартість перевезення 1 т вантажу	S_T	\$/т	2,95
9	Собівартість 1 т-милі	S_{T-M}	\$/т-м	0,000803457
10	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	S_{C-C}	\$/добу	38693

В результаті проведених розрахунків, наведених у табл. 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень прибутковості 2,99, прибуток 2196426 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 50245039 \$. Судно «Redmer Oldendorff» 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)

Балкер «ECO SPITFIRE» стоїть на якорі в районі зовнішнього рейду порту Абіджан (Кот – Д'івуар). Отримано повідомлення про терористичний акт на території перевантажувального комплексу аміаку: в результаті вибуху і пошкодження обладнання берегового сховища зрідженого газу стався розлив зрідженого аміаку, що є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР).

Кількість розливої СДОР – 330 т, характер розливу «вільно». На території порту оголошена терористична загроза.

Метеорологічні умови на момент аварії: час доби – день, 11.00, температура повітря 20⁰, швидкість вітру 5 м/с, вітер зустрічний, суцільна хмарність. Відстань від судна до місця аварії – 5 км. Місцевість відкрита, характер – водна поверхня.

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

Визначити стандартні робочі процедури по прийняттю відповідних заходів у разі порушення захисту 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 5 м/с, суцільна хмарність) визначаємо по табл. 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.

Розраховуємо еквівалентну кількість $Q_{\text{э1}}$ (т) аміаку в первинній хмарі:

$$Q_{\text{э1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0 = 0,01 \cdot 0,04 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 330 = 0,03 \text{ т,}$$

де $K_1 = 0,01$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (табл. 7.2);

$K_3 = 0,04$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози аміаку (табл. 7.2);

Таблиця 7.2

Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найме – нування СДОР	Щіль- ність СДОР, т/ м ³		Температура кипіння, °С	Порогова токсодоза, г·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів							
	Газ	Рідина			К ₁	К ₂	К ₃	К ₇ для температури повітря (°С)				
								– 40	– 20	0	20	40
Аміак	–	0,681	– 33,4	15	0,01	0,025	0,04	$\frac{0}{0,9}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$

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

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

$K_7^I = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення первинної хмари (табл. 7.2);

$Q_0 = 330$ – кількість аміаку, що розлився при аварії, т.

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

Площа розливу S_p (м²) аміаку дорівнює:

$$S_p = V_p / h = Q_0 / \rho / h = 330 / 0,681 / 0,05 = 2692 \text{ м}^2,$$

де V_p – об'єм аміаку, що розлився, м^3 ;

$Q_0 = 330$ – кількість аміаку, що розлився при аварії, т.

$\rho = 0,681$ – щільність аміаку, т/м^3 (табл. 7.2);

$h = 0,05$ – товщина шару аміаку (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.) аміаку:

$$T = h \cdot \rho / (K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{\Pi}) + 1 / (K_M \cdot v_{\Pi}) = 0,05 \cdot 0,681 / (0,025 \cdot 2,34 \cdot 1) + 1 / (1 \cdot 29) = 0,61 \text{ год.} = 37 \text{ хв.},$$

де $K_2 = 0,025$ – коефіцієнт, що залежить від фізико – хімічних властивостей аміаку (табл. 7.2);

$K_4 = 2,34$ – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (табл. 7.3);

$K_7^{\Pi} = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення вторинної хмари (табл. 7.2);

$K_M = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари аміаку (табл. 7.4);

$v_{\Pi} = 29$ – швидкість перенесення переднього фронту зараженого повітря, км/год. (табл. 7.5).

Таблиця 7.3

Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

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

Таблиця 7.4

Значення коефіцієнту K_m залежно від впливу характеру місцевості

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

Таблиця 7.5

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

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

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

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

$$= 0,99 \cdot 0,025 \cdot 0,04 \cdot 2,34 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 330 / (0,05 \cdot 0,681) = 5,16 \text{ т},$$

де $K_1 = 0$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (табл. 7.2); $K_3 = 0,04$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози аміаку (табл. 7.2); $K_5 = 0,23$ – коефіцієнт, який враховує ступень вертикальної стійкості повітря для ізотермії; $K_6 = N^{0,8} = 1^{0,8} = 1$ – 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 табл. 7.6.

Для $Q_{\text{в1}} = 0,03$ т та швидкості вітру $u = 5$ м/с визначаємо глибину зони зараження первинною хмарою аміаку : $\Gamma_1 = 0,28$ км.

Для $Q_{\text{в2}} = 5,16$ т та швидкості вітру $u = 5$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою аміаку: $\Gamma_2 = 3,75$ км.

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 3,75 + 0,5 \cdot 0,28 = 3,89 \text{ км} \approx 4 \text{ км},$$

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

Таблиця 7.6

Глибина (км) зони зараження

Швид- кість віт- ру, 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 гранично можливе значення глибини перенесення повітряних мас Γ_{Π} (км):

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

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

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{matrix} \right\} = 4 \text{ км.}$$

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

$$S_b = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^0 = 3,14 \cdot 4^2 \cdot 45^0 / 360^0 = 6,28 \text{ км}^2 ,$$

де $\Gamma = 3,23$ – розрахункова глибина зони зараження, км;

$\varphi = 45^0$ – кутовий розмір зони зараження, град. (табл. 7.7).

Таблиця 7.7

Кутові розміри зони можливого зараження СДОР залежно від швидкості вітру

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

Визначаємо площу зони фактичного зараження S_{Φ} (км²):

$$S_{\Phi} = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 4^2 \cdot 1^{0,2} = 2,13 \text{ км}^2 ,$$

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 представляє собою сектор, що має кутовий розмір $\varphi = 45^0$ (табл. 7.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 2,26$ км. Вершина сектору співпадає з дже-

релом зараження – місцем розливу аміаку. Бісектриса сектора співпадає з віслю 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):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_1} \right)^\Psi = 1,34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{5,19}{6} \right)^{0,542} = 1,24 \text{ км},$$

де $\lambda = 1,34$; $\Psi = 0,542$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (табл. 7.8);

$Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0,03 + 5,16 = 5,19$ – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару, т;

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

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

$$\Gamma_{0,41} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,41}} \right)^\Psi = 1,34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{5,19}{2,4} \right)^{0,542} = 2,04 \text{ км},$$

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):

$$\Gamma_{0,21} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,21}} \right)^\Psi = 1,34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{5,19}{1,2} \right)^{0,542} = 2,96 \text{ км} \approx 3 \text{ км},$$

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 $\Gamma = 4$ км.

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

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

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

$$t = x / (K_m \cdot v_{\text{п}}) = 5 / (1 \cdot 29) = 0,17 \text{ год.} \approx 10 \text{ хв.},$$

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 території внаслідок інциденту на території перевантажувального комплексу аміаку показала, що в результаті утворення хмари зараженого повітря утворюється небезпечна зона глибиною до 4 км. Втім, враховуючі відстань від місця аварії до судна (5 км), можна зробити висновок, що балкер «ECO SPITFIRE» не потрапляє в зону уражень, тому загрози для життя членів екіпажу судна немає.

Для зменшення людських втрат пропонуються наступні заходи:

- прибрати на всяк випадок людей з палуби судна;

- зв'язатись з аварійними службами порту для отримання оперативної інформації про розвиток аварії;
- встановити контроль концентрації СДОР на відкритому повітрі і в повітрі приміщень судна.

7.1.4 Стандартні робочі процедури по прийняттю відповідних заходів у разі порушення захисту судна

Стандартні робочі процедури встановлюють порядок дій суднового персоналу при порушенні захисту судна при всіх рівнях охорони.

Виходячи з рекомендацій міжнародних і національних документів, можна сформулювати наступні основні заходи, які повинні бути проведені на судні:

- записати докладно попередження про загрозу теракту (якщо воно було);
- у судновому журналі відображати всі заходи по забезпеченню безпеки до закінчення дозволу надзвичайної ситуації;
- негайно доповісти капітану і ОКС;
- оголосити загальносуднову тривогу;
- задріти і закрити на замки всі приміщення на палубах;
- створити на судні зони безпеки, визначені Планом охорони судна і діяти у відповідності з Планом;
- забезпечити зорове спостереження і суворий пропускний режим.
- встановити зв'язок і взаємодію з Посадовою особою портового засобу, відповідальною за охорону, і портовою владою;
- тримати каюти членів екіпажу і ілюмінатори в каютах постійно закритими.
- забезпечити спостереження за сторонніми особами, які перебувають на борту, виключити їх вільне переміщення по судну;

здійснювати постійний контроль за вантажно – розвантажувальними роботами, при перерві в роботах і по їх закінченню провести ретельний огляд трюмів, палуб і закриття люків;

з настанням темного часу доби забезпечити освітлення палуб і бортів судна, підняти трап, перевірити відсутність з бортів і корми звисаючих кінців, виставити додаткові спостережні пости, регулярно перевіряти, як задрасні і розкріплені зсередини всі двері і люки, що ведуть у коридори надбудови.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі було пророблено комплексне опрацювання етапів переходу т/х «Redmer Oldendorff» за маршрутом Порт Гедленд – Циндао з вантажем руди в трюмах. Робота охоплює основні питання професійної діяльності судноводіїв: навігація, управління судном, теорії і облаштування судна, охорони праці і економічної ефективності.

У процесі опрацювання рейсу було виконано наступне.

Провели навігаційну підготовку до переходу Порт Гедленд – Циндао, в результаті якої був спроектований задовільний з точки зору навігаційної безпеки і економічної ефективності перехід.

Розрахували попередній вантажний план, який задовольняє вимогам ІМО з точки зору остійності і подовжньої міцності корпусу судна.

Визначили економічну ефективність роботи судна в тайм-чартері, яка показала, що робота т/х «Redmer Oldendorff» є ефективною.

В дослідницькому розділі розглянуто світові вантажопотоки навалювальних вантажів і техніко-експлуатаційні аспекти завантаження балкерів.

Аналізуючи посадку судна по двом різним методам завантаження, бачимо що виправлена поперечна метацентрична висота при почерговому завантаженні трюмів складає 8,6 м, що є майже вдічі більше показника поперечної метацентричної висоти при завантаженні усіх трюмів величина якої дорівнює 4,73 м. Це показує що почергове завантаження знижує центр ваги судна, як результат період качки буде меншим ніж при методі завантаження всіх трюмів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ворохобін І.І. та інші. Методичні вказівки до виконання магістерської роботи.
2. m/v «Redmer Oldendorff» Trim and Stability Booklet, Ship manual, Informational booklet for Damage control.
3. Nautical publication.
4. Ніколаєва Л. Л. Комерційна експлуатація судна: підруч. [для студ. вищ. навчал. закл.] / Л. Л Ніколаєва. – Одеса: Фенікс, 2006. – 754 с.
5. Савчук В. Д. Технологія перевезення вантажів: підруч. / В. Д. Савчук. – Одеса: ВидавІнформ, 2008. – 335 с.
6. International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 74/78) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.marinedocs.co.uk/wp-content/uploads/2016/10/SOLAS%20Consolidated%20Edition%202014.pdf>
7. International convention on Load Lines, 1966/1988 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896_007
8. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.marinedocs.co.uk/wp-content/uploads/2017/08/MARPOL-Consolidated -Edition-2011-1.pdf](http://www.marinedocs.co.uk/wp-content/uploads/2017/08/MARPOL-Consolidated-Edition-2011-1.pdf)
9. Code of Practice for the Safe Loading and Unloading of Bulk (BLU Code) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.axelzone.ro/storage/ttm/_lessons/bulk_carriers/blu_code.pdf
10. International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.axelzone.ro/storage/ttm/_lessons/bulk_carriers/IMSBC%20CODE.pdf
11. Adoption of the International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code), Resolution MSC.267(85).
12. International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk (International Grain Code). – London: International Maritime Organization, 1991.

– 35 р.

13. Правила класифікації та побудови морських суден. В 5-ти т. Том 2. – Київ: Регістр судноплавства України, 2014.
14. Сизов В.Г. Теорія корабля: Підручник. Видання 4-е., перероблене та доповнене. – Одеса: Фенікс, 2008. – 464 с.
15. Coal: the “Black Gold” of Dry Bulk Shipping [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://opensea.pro/blog/shipping-coal>.
16. Iron Ore: The King Of The Dry Bulk Shipping [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://opensea.pro/blog/shipping-iron-ore>.
17. Bulk Carriers. Guidance and Information on Bulk Cargo Loading and Discharging to Reduce the Likelihood of Over-stressing the Hull Structure /
18. An empirical analysis of freight rate and vessel price volatility transmission in global dry bulk shipping market [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095756415000719>.
19. Best Practice Guide for Bulk Carriers Under Development [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.maritime-executive.com/article/best-practice-guide-for-bulk-carriers-under-development#gs.ru7Xv2E>.
20. Brazdis S. New Innovative and Safety DSS Bulk Carrier Design: [учебное пособие] / S. Brazdis, L. Anghel, C. Dimilriu. –RINA, 2005/
21. <https://unctad.org/en/pages/> – Review of Maritime Transport 2018 (Обзор морского транспорта).
22. 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.
23. Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки до розрахункової роботи. – Одеса: НУ «ОМА», 2017, с.