

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

Надежда Станіслава Андрійовича

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема: «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна

«Atalanta» за маршрутом Хіагарі (Hiagari) – Ванкувер (Vancouver)»

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

" 24 " 06 2025р

З А В Д А Н Н Я

по дипломній роботі магістранта

Надежда Станіслава Андрійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Atalanta» за маршрутом Хіагарі (Hiagari) – Ванкувер (Vancouver)»

затверджена наказом по академії від " ____ " _____ 20 ____ р. № _____

2. Строк здачі курсантом закінченої роботи ____ " 24 " _____ 11 _____ 2025 року

3. Вхідні дані до роботи:

1. Ворохобін І.І. та інші. Методичні вказівки до виконання магістерської роботи.

2. m/v «Atalanta» 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. Теоретичні аспекти експлуатації навалювальних суден.

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	Ніколаєва Л.Л.	
2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	Ніколаєва Л.Л.	
3. Обробка та розміщення вантажів	Ніколаєва Л.Л.	
4. Оцінка морехідних якостей судна	Ніколаєва Л.Л.	
5. Теоретичні аспекти експлуатації навалювальних суден	Ніколаєва Л.Л.	
6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі (кафедра “Менеджменту і економіки морського транспорту”)	Ніколаєва Л.Л.	
7. Охоронні заходи та цивільна оборона на судні (кафедра “Судноводіння”)	Ніколаєва Л.Л.	

7. Календарний план дипломної роботи магістранта

№ п/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ. Характеристики судна.	03.09.25-11.09.25	виконав
2	Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу.	12.09.25-22.09.25	виконав
3	Обробка та розміщення вантажів.	23.09.25-30.09.25	виконав
4	Оцінка морехідних якостей судна.	01.10.25-10.10.25	виконав
5	Теоретичні аспекти експлуатації навалювальних суден.	13.10.25-24.10.25	виконав
6	Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі.	27.10.25-07.11.25	виконав
7	Охоронні заходи та цивільна оборона на судні. Висновки.	10.11.25-21.11.25	виконав

8. Дата видачі завдання 24.06.25

Керівник _____

Завдання до виконання прийняв _____

Магістерська робота містить 133 с., 17 рис., 51 табл., 24 використаних джерела.

Магістерська робота присвячена комплексній проробці та дослідженню теоретичних аспектів експлуатації навалювальних суден.

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 133 pages, 17 figures, 51 tables, and 24 references. The Master's thesis is devoted to a comprehensive study and analysis of the theoretical aspects of bulk carrier operation.

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	12
1.3 Маневрені характеристики	16
1.4 Навігаційне обладнання	16
1.5 Забезпечення непотоплюваності	18
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	30
2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації	35
2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибрежному пла- ванні	38
2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання	43
2.3.1 Розрахунок ортодромії	43
2.3.2 Складання маршрутних листів	44
2.3.3 Графічний план переходу	44
2.3.4 Розрахунок природної освітленості	46
2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів	48
РОЗДІЛ 3. ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ	51
3.1 Транспортні характеристики вантажів	51
3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та доку- ментальне оформлення морського перевезення	52

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна	55
3.4 Складання вантажного плану	59
3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу	61
РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА	63
4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна	63
4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності	68
4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації	70
4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності	71
4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності	74
4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності ...	78
4.7 Контроль загальної поздовжньої міцності судна	79
РОЗДІЛ 5. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НАВАЛЮВАЛЬНИХ СУДЕН	82
5.1 Місце навалювальних суден у структурі морського флоту	82
5.2 Класифікація навалювальних суден	91
5.3 Особливості навалювальних вантажів	101
РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ	108
6.1 Підвищення ефективності роботи морського транспортного судна	108
6.2 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі	109
6.3 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу	117
РОЗДІЛ 7. ОХОРОННІ ЗАХОДИ ТА ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ	120
7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морсь- кого транспорту	120
7.1.1 Вихідні дані (сценарій виникнення надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту)	120
7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території	121
7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських	128

втрат	
7.1.4 Стандартні робочі процедури при отриманні попередження про загрозу мінування судна	129
ВИСНОВКИ	131
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	132

ВСТУП

Актуальність роботи. Світовий морський флот забезпечує не тільки транспортний зв'язок для глобальної торгівлі, а й засоби для існування тих, хто працює у морському бізнесі. Загальний тоннаж світового торговельного флоту складає 1,86 млрд. т дедвейту на суму більше 800 млрд. дол. США.

Важливість морського транспорту для світової торгівлі та її розвитку не може бути переоцінена. Більш ніж 80% світової торгівлі за обсягом та більш ніж 70% її вартості перевозяться на борту суден і обробляються морськими портами по всьому світу.

Значне місце у складі світового торговельного флоту займають судна для перевезення навалювальних вантажів, їх відсоткова частка складає 42% від загального тоннажу світового торговельного флоту. За даними UNCTAD, обсяги світової морської торгівлі у 2023 році склали 10,6 млрд. т. Варто зазначити, що кількість перевезеного навалювального вантажу склала близько 5 млрд. т, що є 46% від всього обсягу морських перевезень. Тому перевезення такої кількості сухих вантажів було б неможливим без використання навалювальних суден, які забезпечують задоволення попиту на даний вид вантажів.

Обсяги вугілля на світовому ринку торгівлі у 2023 році склали 1,2 млрд. т., що є значною часткою (24%) від кількості оброблених навалювальних вантажів. Згідно з вищезазначеною інформацією, існування ринку морських перевезень в сучасних умовах було б неможливим без успішної експлуатації тоннажної групи Panamax.

Метою роботи є виконання аналізу економічних та експлуатаційних показників та місця навалювальних суден у світі морських перевезень.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- визначити місця навалювальних суден в структурі морського флоту;
- виконати класифікацію навалювальних суден за типовими характеристиками;

- визначити особливості перевезень навалювальних вантажів;
- проаналізувати вантажопотоки основних не зернових навалювальних вантажів;

Об'єктом дослідження є процес експлуатації навалювальних суден.

Предмет дослідження – теоретичні аспекти експлуатації навалювальних суден.

Методи дослідження. В основу теоретичної бази дипломної роботи покладено результати розробок вітчизняних і закордонних авторів в області морських перевезень, матеріали періодичних видань, методи статистичної обробки інформації. Особливості об'єкта дослідження визначило необхідність використання таких методів як: угруповання при визначенні структури навалювальних суден; економічного аналізу – при оцінці змін обсягів транзитних перевезень; системного аналізу – при обґрунтуванні комплексу методів задля підвищення комерційних показників роботи навалювальних суден в структурі морських перевезень.

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	«Atalanta»;
2	Тип судна	Double Skin Bulk Carrier with cargo gears;
3	Позивний сигнал судна	CQNF;
4	ІМО №	9726566;
5	MMSI №	255801360;
6	Рік і місце будівництва	2017, Jiangsu New Yangzijiang Shipbuilding Co., Ltd., Китай;
7	Клас реєстру	ABS (American Bureau Shipping);
8	Порт приписки	Мадейра;
9	Судновласник:	Atalanta Schiffahrt;
10	Довжина найбільша, (L):	179,90 м;
11	Довжина між перпендикулярами, ($L_{\perp\perp}$):	171,50 м;
12	Ширина найбільша, (B):	28,40 м;
13	Висота борту до верхньої палу- би, (H):	15,00 м;
14	Осадка (T) в повному вантажу:	10,80 м;

Продовження табл. 1.1

1	2	3
15	Водотоннажність: в повному вантажу Δ : порожнем Δ_0 :	44763,4 тт; 9711,8 т;
16	Повна вантажопідйомність Δ_w :	35052 т;
17	Головний двигун: тип: потужність: частота обертання:	MAN-B&W 5S60ME-C8; M.C.R. 8050 kw; 127 RPM;
18	Режим роботи головного двигуна:	42 – найменший; 68 – малий; 97 – середній; 112 – повний; 127 – найповніший;
19	Швидкість судна:	14,09 вузл.;
20	Гребний гвинт: кількість лопастей: діаметр: напрямок обертання:	4; 5,88 м; вправо, крокове відношення – гвинт фіксованого кроку;
21	Тип руля та площа його пера:	35,86 м ² ;
22	Рульова машина: тип: марка:	електрогідравлічна рульова машина YSR – 730V–2V, Yoowon;

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, ПВ радіостанція з ЦІВ працююча на частоті 2 187,5 кГц, EPIRB – працюючий на частоті 406 МГц, КОСПАС–SARSAT, РПУ NAVTEX 512 кГц, суднова станція INMARSAT – С с РПУ розширеного групового виклику, системи GPS, SART – 9,0 ГГц
24	Валова реєстрова місткість (GT):	36347;
25	Чиста реєстрова місткість (NT):	12013;
26	Добова витрата палива: на ходу: важке паливо на стоянці: дизельне паливо	20,0 т/добу; 0,6 т/добу;
27	Координати центру мас судна порожнем:	X = 10,36 м; Z = 78,45 м.

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна

Схематичний 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.

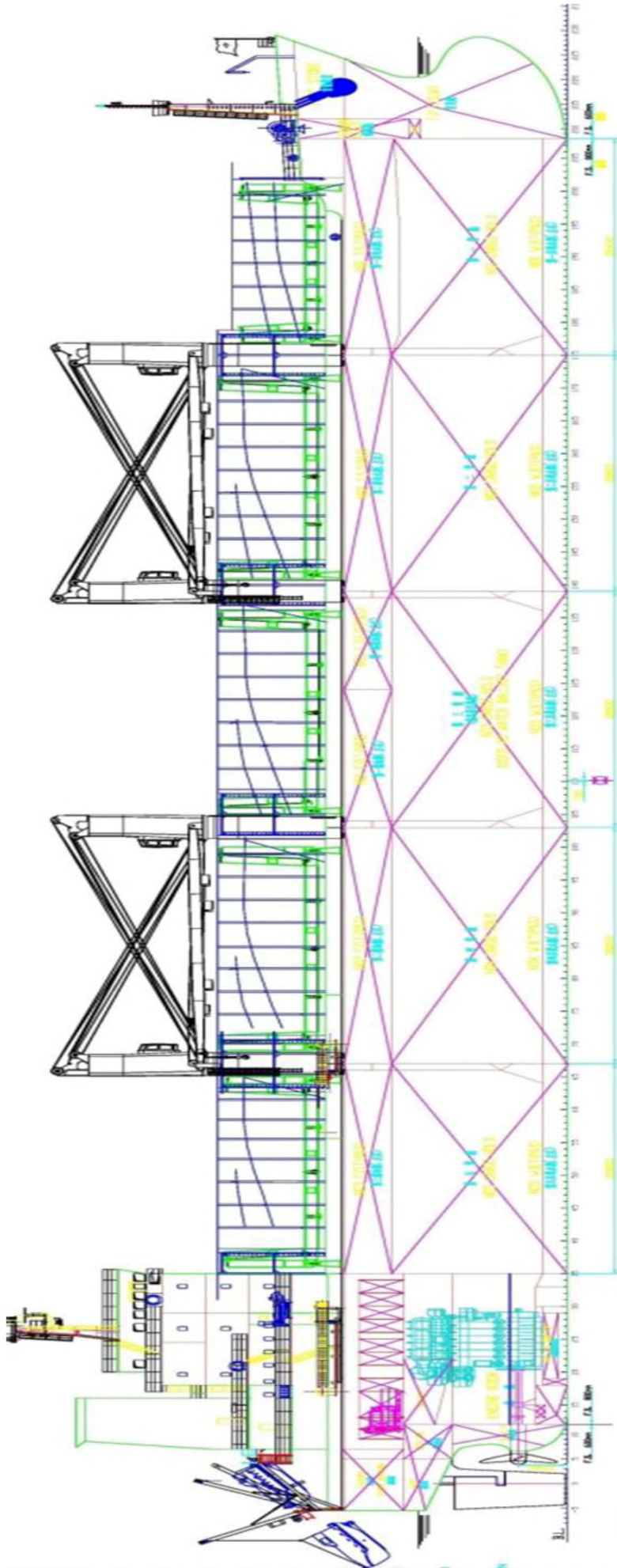


Рис. 1.1. Схематичний план бічного виду судна

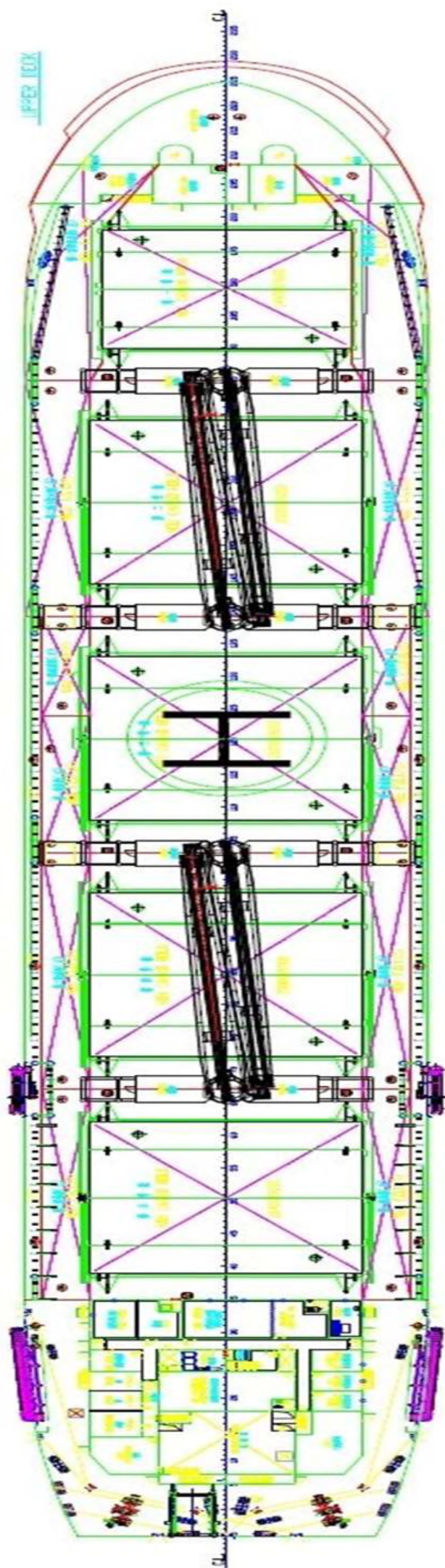


Рис. 1.2. План верхньої палуби

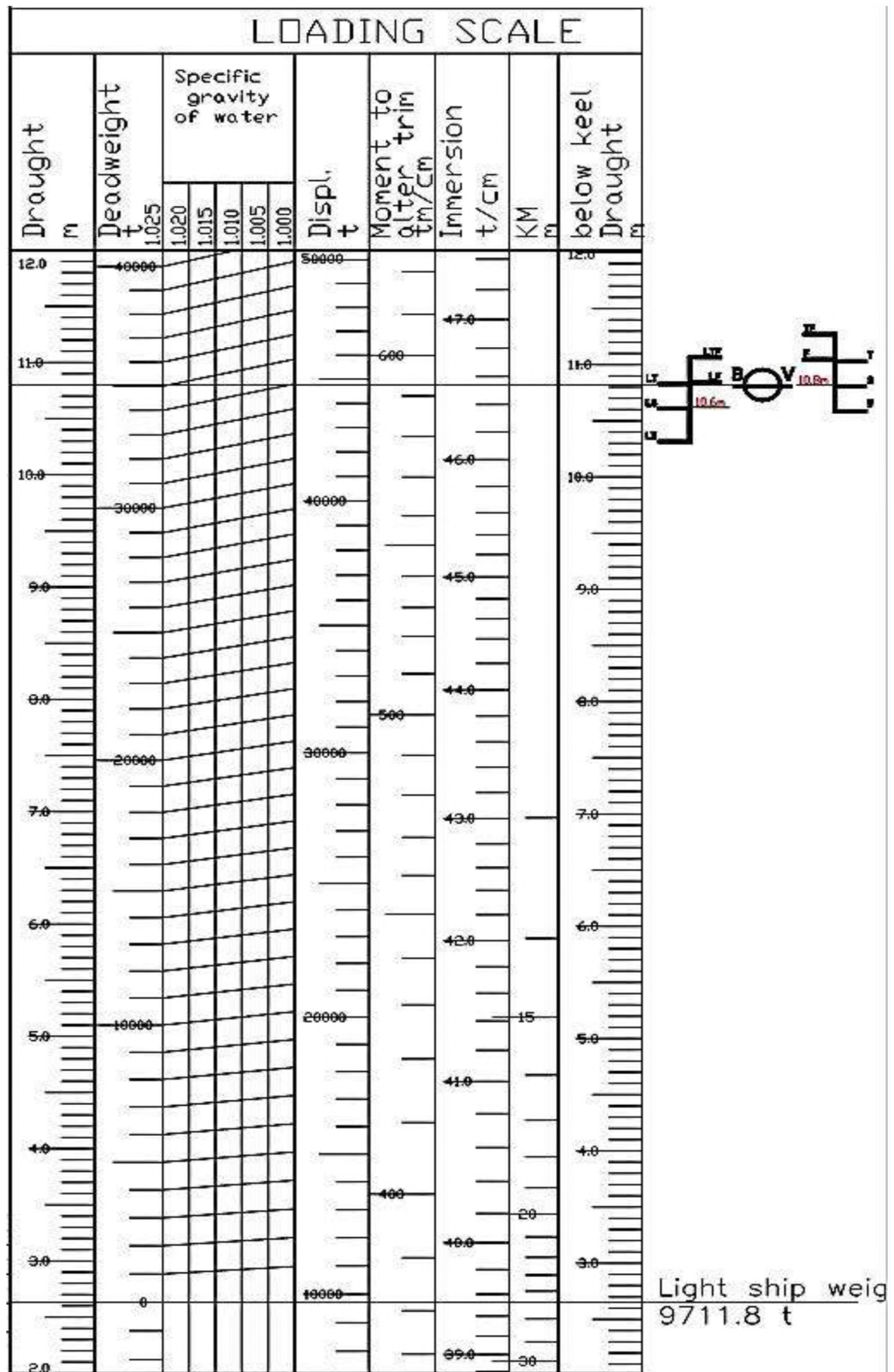


Рис. 1.3. Вантажна шкала

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.

1.4 Навігаційне обладнання

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

Таблиця 1.2

Технічні засоби навігації

Прилад, система	Тип	Марка
1	2	3
Магнітний компас	4054	SPERRY MARINE
Гірокомпас	NAVIGATE X MK 1	SPERRY MARINE
Радіолокатор	FAR – 2827 FAR – 2827S	FURUNO FURUNO
Ехолот	FE – 700	FURUNO
GPS	GP – 150 – DUAL	FURUNO
GPS / LORAN	GP – 150	JRC
AIC	FA-150	FURUNO

Таблиця 1.3

Точностні характеристики ТЗН на судні

Тип і марка приладу	Умови	Вимірювані навігаційні параметри	СКП одного вимірювання
1	2	3	4
NAVIGATE X MK 1 SPERRY MARINE	судно, яке рухається	курс/пеленг	0,078
FAR – 2827 FURUNO	електронний візир	пеленг	0,23
	шкали до 3 миль	дистанція	0,14
	шкали більше 3 миль	дистанція	0,20
FAR – 2827S FURUNO	електронний візир	пеленг	0,093
	шкали до 4 миль	дистанція	0,21
	шкали більше 4 миль	дистанція	0,29
FE – 700 FURUNO	глибини до 2 м	глибина	0,001
	глибини 10 м	глибина	0,05
	глибини більше 20 м	глибина	0,12

1.5 Забезпечення непотоплюваності

Непотоплюваність є одним з найважливіших якостей судна і забезпечується конструктивними і попереджувальними організаційно-технічними заходами.

Конструктивна непотоплюваність забезпечують, розділяючи корпус судна на ряд відсіків за допомогою водонепроникних перегородок, палуб і платформ, а також таких пристроїв і систем на судні як: осушувальних систем, вимірювального труб, водонепроникних закриттів і т.п. Також має значення для забезпечення запасу плавучості, остійності і міцності судна після затоплення відсіків правильний вибір співвідношень головних розмірів судна. Це все забезпечується на стадії проектування судна під наглядом Ллойдоского реєстра і представлено у вигляді буклетів і планів щодо забезпечення непотоплюваності.

Також важливе значення для забезпечення непотоплюваності мають попереджувальні організаційно-технічні заходи. Найбільш важливими з них є: правильна організація особового складу в боротьбі за непотоплюваність; систематична і ретельна підготовка з питань непотоплюваності; підтримання у справному стані всіх водонепроникних закриттів (дверей, люків, горловин, ілюмінаторів); суворе дотримання інструкції по прийому і витрачання рідких вантажів, баластування судна в умовах штормової погоди і усунення вільних поверхонь рідких вантажів; регулярний контроль водонепроникності корпусу судна шляхом замірів рівнів рідини у л'яльних колодязях і танках подвійного дна. Що на даному судні представлено у вигляді інструкцій і планових тренувань екіпажу в (система управління безпекою) СУБ судна підготовлене безпосередньо оператором судна.

Нижче наведені основні витримки, взяті з "Інформації про непотоплюваність судна".

Цей буклет підготовлений відповідно до вимог Міжнародної конвенції про вантажну марку 1966 року переглянутої Протоколом 1988 року, а також MSC / Circ. 919 і MSC / Circ. 434.

Буклет служить для того, щоб дати вказівки капітану і екіпажу в разі пошкодження. Згідно з наведеними у буклеті інструкціями, екіпаж повинен бути здатний оцінити ситуацію і визначити необхідні дії, які необхідно зробити, щоб звести до мінімуму наслідки збитку щодо безпеки людей на борту і захисту морського середовища.

Як правило, майстер повинен проявляти обережність і хорошу майстерність при прийнятті необхідних дій.

Високий рівень підготовки екіпажу забезпечує швидкі і адекватні дії в разі пошкодження.

Кожен член екіпажу повинен бути знайомий з розташуванням судна і необхідними діями в разі пошкодження, такого як розташування водонепроникних дверей і люків, а також непроникних для атмосферних впливів точок відкриття, трубопроводів і розташування насосів, а також розрахунок з завантажувальним комп'ютером та інші.

Крім знань про пристрій судна, повинні бути передбачені чіткі процедури зв'язку, щоб забезпечити бездоганний робочий процес.

Інструкція щодо забезпечення непотоплюваності до початку навігації.

а) Водонепроникний і захищений від негоди люк доступу в трюму № 1-5 повинні бути постійно закриті під час рейсу і в морі. Якщо ці люки доступу, будуть використовуватися під час навігації, то вони повинні бути закриті відразу ж після закінчення діяльності.

б) Інші зовнішні відкриття, такі як двері і люки, повинні бути закриті відразу ж після використання.

с) Клапани баластної системи з гідравлічним управлінням уздовж труби повинні бути закриті під час навігації, якщо вони не використовуються.

д) Вентиляційні отвори і повітроводи зазвичай відкриті.

Для забезпечення відповідності застосовним нормам обмеження остійності (гранична крива GM) повинні дотримуватися при будь-яких умовах навантаження.

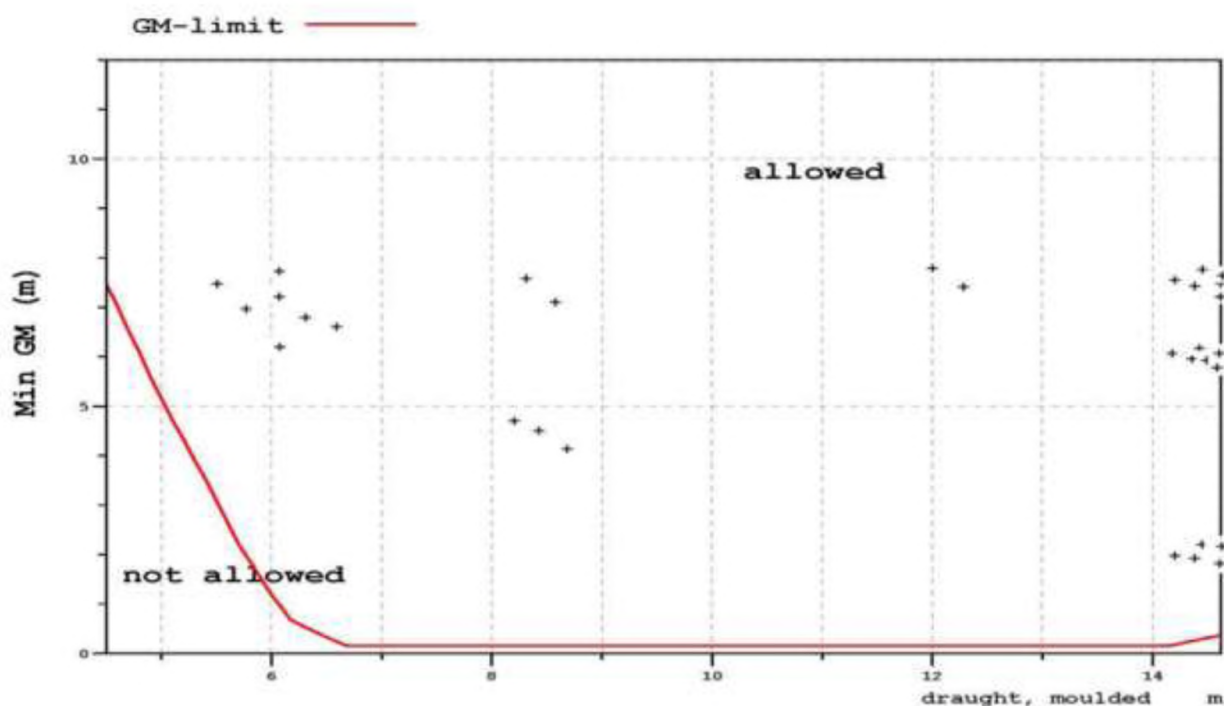


Рис. 1.5. Норма обмеження остійності для судна

Стан рівноваги після затоплення відсіку.

Передбачені наступні стану остійності і їх критерії при пошкодженні корпусу в стані рівноваги після затоплення відсіку:

- остаточна лінія положення ватерлінії після затоплення, в розрахунку на затопленому відсіку, крен і диферент, повинен бути нижче найнижчий кромки будь-якого відкриття, через яке може статися затоплення;

- кут крену через несиметричного затоплення не повинен перевищувати 15 градусів. Якщо ж ні одна частина палуби не заглиблена, кут нахилу може досягати 17 градусів;

- метацентрична висота після затоплення відсіку, має бути позитивна;

- коли будь-яка частина палуби поза передбачуваному затопленого відсіку, у віддаленому від місця пошкодження занурюється, або в разі, коли запас остійності в підтопленому стані може бути сумнівним, залишкову остійність слід перевірити ще раз:

(А) Крива плеча остійності повинна мати мінімальний діапазон 20 градусів за межами положення рівноваги з максимальний плечем остійності не мен-

ше 0,1 м в цьому діапазоні.

(В) Площа під кривою навантаженого плеча в межах цього діапазону повинна бути не менше 0,0175 м-рад.

Схема осушувальної та баластної систем представлені на рис. 1.6.

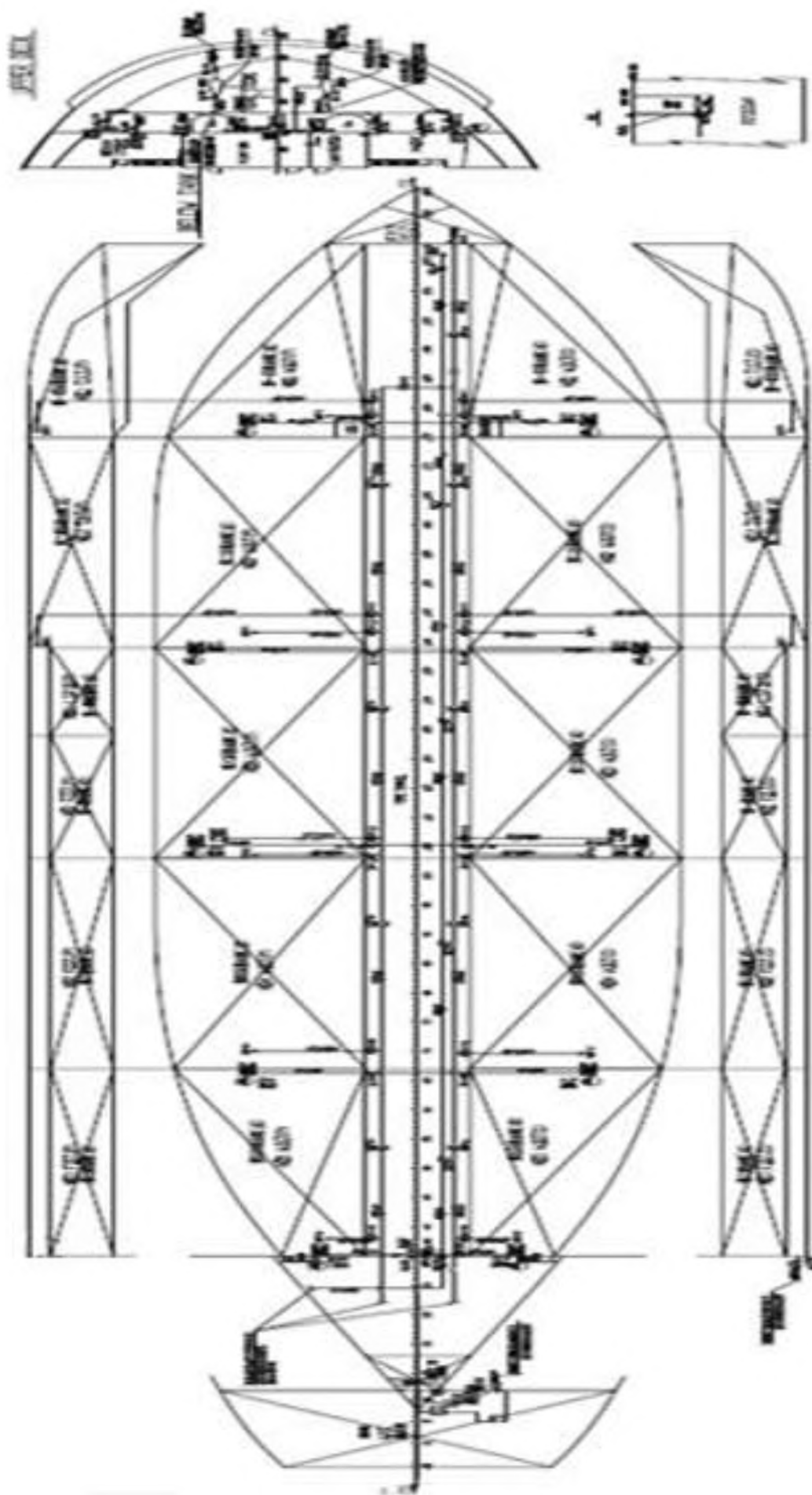


Рис. 1.6. Схема осушувальної та баластної систем

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 приливів (Tide Tables);

Сповіщення 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 узкості;

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 Index of Charts at 1 : 3500000 or comparable scale		
4008	A Planning Chart for The North Pacific Ocean	—
4053	North Pacific Ocean Northwestern Part	07.2021
4050	North Pacific Ocean Northeastern Part	07.2020
4510	Eastern Portion of Japan	—
4522	Mys Lopatka to the Chinook Through	—
4805	Hawaiian Islands to the Aleutian Trench	10.2019
4806	San Francisco and Vancouver Island to Mendocino Fracture Zone	10.2021
Routening Charts and Plans		
JP 1263	Nippon, Seto Naikai, Middle Part of Kanmon Ko	10.2022
JP 1262	Nippon, Seto Naikai, Eastern Part of Kanmon Ko	10.2023
3225	Kanmon Kaikyo to Kusayama Saki	12.2020
JP 1101	Nippon, Seto Naikai, Suo Nada and Approaches	12.2019
JP 151	Kyushu and Shikoku, Bungo Suido	—
1648	Kishika Saki to Shiono Misaki	—
996	Shiono Misaki to Inubo Saki	—
4945	Approaches to Fuca Strait	02.2021
4947	Juan de Fuca Strait	—
4953	Race Rocks to/ a Darcy Island	05.2022
4954	Haro Strait, Boundary Pass and et Satellite Channel	05.2021
4952	Strait of Georgia – Southern Portion	—

Продовження табл. 2.1

1	2	3
4964	Vancouver Harbour – Central Portion	–
Non – Navigational Charts		
D.6083	The World – Load Line Regulations – Zones, Areas and Seasonal Periods	
5006	The World – Time Zone Chart	
5310	The World – General Surface Current Distribution	
Astronomical Charts		
5000	Azimuth Diagram – modified Weir (Lat. 0° to 65°)	
Climatic Charts		
5302	World Climatic Chart	

Таблиця 2.2

Перелік публікацій на перехід

Номер	Назва посібника	Рік видання
1	2	3
Sailing Directions (Pilots)		
NP 42A	Japan Pilot Vol.2	2020
NP 62	Pacific Islands Pilot Vol.3	2020
NP 25	British Columbia Pilot Vol.1	2020
Admiralty List of Lights and Fog Signals(NPs 74–84)		
NP 80	Volume G, Western side of South Atlantic Ocean and East Pacific Ocean	2018
NP 85	Western Side of North Pacific Ocean, East China and Yellow Seas	2018

Продовження табл. 2.2

1	2	3
Admiralty List of Radio Signals(NPs 281–288)		
281(2)	Maritime Radio Stations: The Americas, Far East and Oceania	2013
282	Radio Navigational Aids, Electronic Position Fixing Systems and Radio Time Signals	2011
283(2)	Maritime Safety Information Services : The Americas, Far East and Oceania	2013
284	List of Meteorological Observation Stations	2012
285	Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS)	2012
286(5)	Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations : Americas and Antarctica	2013
286(6)	Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations : Noryh East Asia	2013
Admiralty Tide Tables (ATT)		
204	Pacific Ocean (incl. Tidal Stream Tables)	2012
Distance Table		
350(3)	Admiralty Distance Tables, Pacific Ocean	2011
Astronomical Publications		
314–00	The Nautical Almanac	2024
303	Sight Reduction Forms	–
401	Sight Reduction Tables for Marine Navigation	–
323	Star Finder and Identifier	2015
Miscellaneous Publications		
100	The Mariners Handbook	2013
136	Ocean Passages for the World (5th Edition)	2009
131	Catalogue of Admiralty Charts and Publications	2013

Продовження табл. 2.2

1	2	3
Software		
Fairplay 2020 – World Shipping Encyclopedia		

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 Між-

народної 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).

Складовою ГМССБ є, також, служба NAVTEX.

NAVTEX – міжнародна автоматизована система передачі в режимі вузькосмугового буквопечатання навігаційної, метеорологічної і іншій терміновій інформації, що відноситься до прибережних вод в радіусі до 400 миль від берега. NAVTEX забезпечує передачу метеорологічних прогнозів і усіх штормових попереджень.

Служба NAVTEX використовує спеціально призначену для цих цілей частоту 518 кГц, на якій БС передають інформацію англійською мовою.

Для заданого переходу з посібника ALRS 283 вибираємо інформацію, потрібну для отримання факсимільних карт погоди по маршруту переходу, зводимо її в табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

№	Радіостанція	Позначення і межа карти	Зміст передачі	Час передачі
1	2	3	4	5
1	Tokio (JMH)	X 47°N 116°E 45°N 149°E 22°N 122°E 22°N 141°E	X 24 hour Surface Analysis Wave prognosis	1930(12) 0440(00) 1719(12)

Продовження табл. 2.3

1	2	3	4	5
2	Camspac Point Reyes (US)	1. 20°N – 70°N 115°W – 135°E	1. 500hPa Analysis	0245(00)
				1445(12)
			Sea State Analysis	0255(00)
				1445(12)
			48 hour Surface	0838(00)
			Prognosis	2003(12)
			96 hour Wind/Wave	2053(12)
			Forecast	
		2. 20°N – 70°N 115°W – 175°W	2. Surface Analysis	0305(00)
				0919(06)
		5. 5°N – 55°N 110°E – 180°W	5. Pacific GOES infra – red satellite image	0154(00)
				1414(12)
		8. 25°N – 60°N 90°E – 155°W	8. Sea State Analysis	0255(00)
				1445(12)
			24 hour Wind/Wave	0818(00)
			Forecast	1943(12)
		10. 0°N – 40°N 80°W – 180°W AUAS/ASAS 43°N 38°E 38°N 157°W 6°S 84°E 8°S 158°E	10. Tropical cyclone danger area	0357(03)
				1557(15)
			ASAS Surface Analysis	0350(00)
				0950(06)
				1550(12)
				1700(15)

Для прийому текстової інформації про погоду – прогноз, аналіз, метеопередбачення, – 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	Japan	XI	Yokohama [I] Yenliaoken [P][X]	Japan
2	United States of America (Pacific Coast)	XII	CAMSPAC, Point Reyes [C]	USA

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	Kanmon Kaiko Pilots Traffic Advisory Service (TAS)	VHF	13; 16 14; 22	Reporting System, Radar Service Area

Продовження табл. 2.5

1	2	3	4	5
2	Vancouver Vessel Traffic Service	VHF	12; 16; 14; 13	Reporting Point, Call sign, name of ship, IMO number, Next port of Call, VTS

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

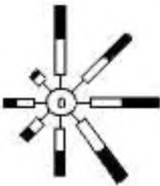
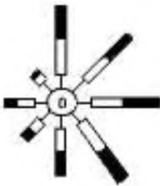
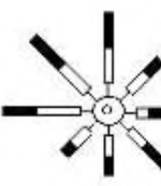
Атмосферний тиск і розшифровка «роз вітрів»

Характерис- тики за ділянками	Хіагарі	Тихий океан	Ванкувер
1	2	3	4
Атмосфер- ний тиск, гПа	1010	1020	1016

Продовження табл. 2.6

1	2			3			4		
Вітер	Роза вітрів № 1			Роза вітрів № 2			Роза вітрів № 3		
Направлення вітру	Повторюваність вітру, %			Повторюваність вітру, %			Повторюваність вітру, %		
	сумарна	11-15 м/с	>16 м/с	сумарна	11-15 м/с	>16 м/с	сумарна	11-15 м/с	>16 м/с
N	28	—	—	17	—	—	2	—	—
NE	22	—	—	15	—	—	12	—	—
E	8	—	—	12	—	—	9	—	—
SE	15	—	—	7	—	—	13	—	—
S	14	—	—	10	—	—	3	—	—
SW	5	—	—	13	—	—	10	—	—
W	4	—	—	8	—	—	25	—	—
NW	5	—	—	18	—	—	26	—	—
Результуючий вітер	направлення, у румбах		SW	направлення, у румбах		NE	направлення, у румбах		NW
	швидкість, м/с		5-7	швидкість, м/с		5-7	швидкість, м/с		3-5
Максимальна швидкість вітру, м/с	спостережена		20	спостережена		34	спостережена		35
	розрахункова		—	розрахункова		—	розрахункова		—
Повторюваність штилів, %	0			0			0		

Продовження табл. 2.6

1	2	3	4
Схема «рози вітрів»			

Таблиця 2.7

Видимість, водний і тепловий режими атмосфери, гідрологічні характеристики

Характеристики за ділянками		Хіагарі	Тихий океан	Ванкувер
1		2	3	4
Температура повітря, °C		20	12	5
Температура води, °C		20	15	7
Відносна вологість, %		80	75	75
Повторюваність туманів, %		—	1	1
Видимість менше 2 миль, %		< 10	< 10	< 10
Хмарність, бали		2	5	5
Солоність води, ‰		35,0	34,5	35,5
Щільність води, кг/м ³		1,0250	1,0240	1,025
Постійні течії	назва	Куросіо	Північно–тихоокеанська	Каліфорнійська
	термодинамічна характеристика	тепла	тепла	холодна
	направлення	N	E	N
	швидкість, вузл.	1,0-1,5	0,5-1,0	0,5-1,0
	стійкість	50-75	50-75	50-75
Швидкість припливних течій, вузл.		—	—	—

Продовження табл. 2.7

1		2	3	4
Висота хвиль, м	середня	2	< 5,0	< 5,0
	максимальна	3	5,0-10,0	5,0-10,0
Період хвиль, с		5	10	3

2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні

Порт Хіагарі розташований на північному узбережжі Кюсю в протоці Канмон, яка розділяє острови Кюсю і Хонсю. Порт є частиною величезного портового терміналу Китакоюсю. Порт обробляє усі види вантажів.

Вантажна марка в порту Хіагарі – літня.

Орієнтовний час прибуття в порт повинен докладатися за 10, 2 і 1 день до підходу в порт.

Зв'язок з портом підтримується по УКВ зв'язку на каналах 16 і 12.

Граничне осідання для входу в порт складає 10 метрів. Вхід в порт здійснюється через протоку Канмун по поглибленому вхідному каналу. Лоцманська проводка в порт обов'язкова.

Якірна стоянка обмежена екстренними випадками і вказана на картах. Звичайна якірна стоянка розташована перед входом в протоку Канмун.

Висота припливної хвилі складає від 0,34 до 2,5 метрів. Щільність води складає 1,025. Вхід і вихід з порту здійснюється тільки в денний час.

У порту є 2 буксири: 1 x 2,500 hp and 1 x 1,300 hp, використання яких обов'язкове при швартовках.

Довжина причальної лінії складає близько 3000 метрів. Порт має в розпорядженні плавучі крани: 1 x 500 т, 1 x 300 т, 1 x 100 т, 1 x 60 т, 1 x 8 т.

У порту можна здійснити мінімальний ремонт суднових механізмів, поповнити запаси прісної води і постачання, а також прийняти бункер.

Необхідні документи на прихід\відхід:

General Declaration CF 1301 – 3 шт.

Cargo Declaration CF1302 – 3 шт.

Ships Stores Declaration CF 1303 – 3 шт.

Crews Effects Declaration CF 1304 – 3 шт.

Crew List 1–418 – 3 шт.

Clearance from last port

Порт Ванкувер (шир. 49°17' N, довг. 123°07' W) розташований у бухті Беррард-Інлет (Burrard inlet), що глибоко вдається а північно-східний берег протоки Джорджія між мисами Аткінсон і Грей. Бухта Беррард-Інлет полягає аз трьох частин: західною, середньою і східною, сполучених між собою проходами Ферст-Нарроус і Секонд-Нарроус. Середня частина бухти називається бухтою Ванкувер-Харбор, а східна бухтою Беррард, яка має дві вершини: східною вершиною є бухта Порт-Муди, а північно-східною рукав Індіан-Арм.

Порт Ванкувер є основним портом Канади на тихоокеанському узбережжі. Навігація в порту триває круглий рік. Через нього здійснюється вивезення лісу і зерна. Порт грає велику роль в торгових зв'язках Канади з країнами Далекого Сходу та Австралією.

Основні причальні спорудження порту Ванкувер розташовані біля берегів бухти Ванкувер-Харбор, особливо біля її південного берега. На південному березі бухти Беррард і на берегах бухти Порт-Муді знаходяться лісопильні і нафтопереробні заводи.

Порт доступний для великотоннажних судів. Глибина на підхідному фарватері в малу воду 11,9 м. При повній воді в порт можуть заходити судна з осіданням 13,7 м. Вантажообіг порту складає щорічно близько 15 млн. т. За портом розкинулося місто Ванкувер.

Межі порту. У межі порту Ванкувер входить акваторія бухти Беррард-Інлет до Е від лінії, що сполучає її вхідні миси.

Примітні пункти. При підході до порту Ванкувер з S хорошими орієнтирами є будівлі університету Британської Колумбії, розташовані на високій місцевості.

вості і на схід від мису Грей.

При підході до проходу Ферст-Нарроус примітна скеля Сайуош що знаходиться біля північно-західного берега півострова Стенлі-парк (шир. $49^{\circ}18' N$, довг. $123^{\circ}09' W$).

Припливо-відливні течії. У проході Ферст-Нарроус швидкість припливо-відливних течій іноді досягає 5 вузлів. Тривалість стояння води непостійна.

У бухті Ванкувер-Харбор припливо-відливні течії мають складний характер. Основний струмінь припливної течії, вийшовши з проходу Ферст-Нарроус, перетинає бухту Ванкувер-Харбор по прямій лінії і входить у бухту, що знаходиться перед входом в прохід Секонд-Нарроус. У проході Секонд-Нарроус і на відстані 5 кбт у обидві сторони від входу в нього швидкість припливо-відливних течій досягає 6-7 вузлів в сизигій. Під час повеней течія, що виходить з річки Симор, зазвичай спрямовується до південного берега проходу. Вплив цієї течії різко позначається під час відливу і ледве помітний в повну воду.

Лоцман. Лоцманська проводка в порт Ванкувер обов'язкова. Заявка на лоцманів подається начальникові лоцманської служби порту мінімум за 6 годин до прибуття.

Портові засоби і обладнання. У порту є буксири. На пірсах і причалах порту знаходяться навантажувально-розвантажувальні засоби вантажопідйомністю від 3 до 50 т. Є елеватори, склади для генеральних вантажів і зерна, а також місткості для рідкого вантажу.

Ремонт. Порт Ванкувер має у розпорядженні кошти для ремонту судів різного виду. Є три плавучі доки для судів водотоннажністю 2000, 12 000 і 15 000 т; і два стапеля для судів водотоннажністю 1200 т.

Постачання. У порту Ванкувер є усі види суднового постачання. До основних пірсів підведений водопровід. Захаси рідкого палива можна поповнити у пірсів нафтових компаній.

Митниця. У порту Ванкувер є митниця. Сигнальна станція порту Ванкувер знаходиться на середині прольоту моста Лайонс-Гейт-бридж. При ній є радіо-

телефонна і радарна станції.

Необхідні документи на прихід:

General Declaration CF 1301 – 3 шт.

Cargo Declaration CF1302 – 3 шт.

Ships Stores Declaration CF 1303 – 3 шт.

Crews Effects Declaration CF 1304 – 3 шт.

Crew List 1–418 – 3 шт.

Passenger List 1–418 – 3 шт.

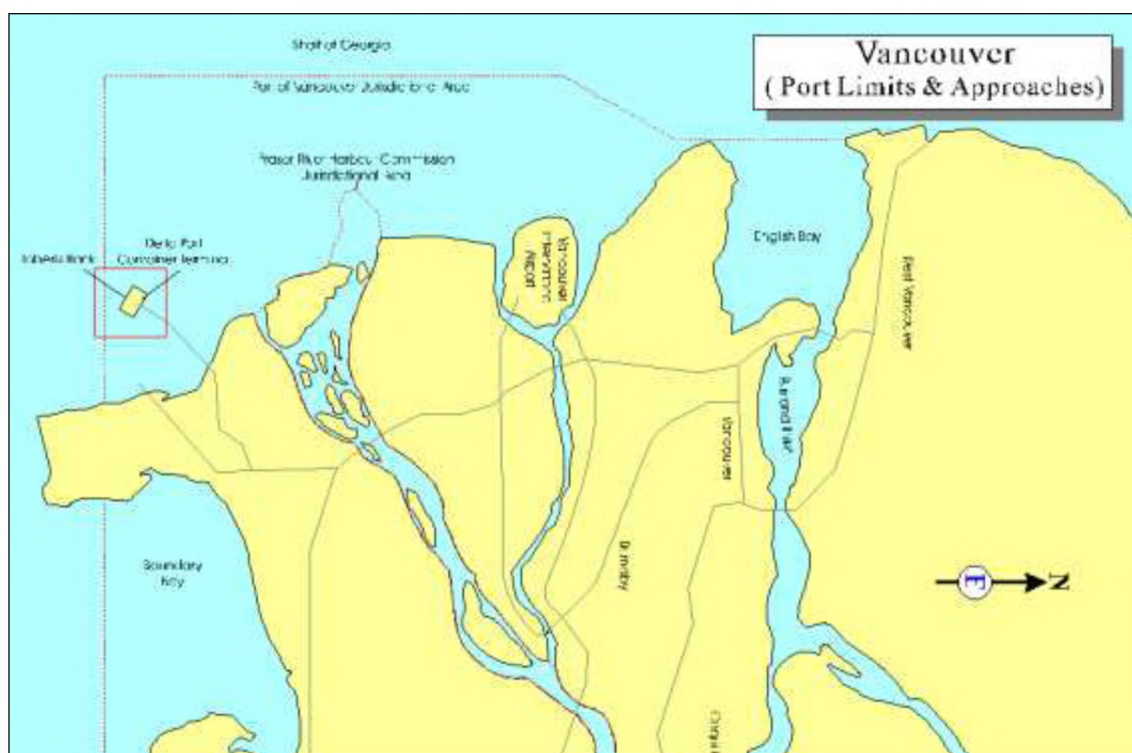


Рис. 2.1. План порту Ванкувер

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

Таблиця 2.8

Засоби навігаційного обладнання

№	Назва	Координати $\phi(N;S) \lambda(W;E)$	Дальність види- мості, милі	Харак- тери- стики	Траверз	
					Істинний пеленг	Найко- ротша відстань
1	2	3	4	5	6	7
1	Tobata	33°54,7' N 130°54,6' E	7	Fl5s	213°	0,3'
2	Kanenotsuru Misaki	33°54,7' N 130°54,6' E	13	Iso. 6s	014°	0,3'
3	He Saki	33°57,6' N 131°01,4' E	21	Fl 15s	226°	0,5'
4	Hime Shima	33°43,8' N 131°42,0' E	20	Fl(4) 13s	192°	2,8'
5	Sada Misaki	33°20,6' N 132°00,9' E	17	Fl(3) 20s	077°	2,3'
6	Kushiga Hana	32°42,3' N 132°32,7' E	23	Fl(2) 30s	031°	13,4'
7	Race	48°17,9' N 123°31,8' W	20	Fl30s	289°	3,9'
8	Trial Isl	48°23,9' N 123°18,3' W	11	Fl(2) 6 s	342°	1,3'

Продовження табл. 2.8

1	2	3	4	5	6	7
9	East Pt	48°47,0' N 123°02,8' W	13	Iso. 4s	294°	2,1'
10	Sand Heads	49°06,4' N 123°18,2' W	20	Fl(2) 6 s	100	1,5'
11	Atkinson	49°19,8' N 123°15,9' W	24	Fl(2) s	348°	1,4'

2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1 Розрахунок ортодромії

Рейс є фактичним і містить трансокеанський перехід через Північну частину Тихого океану. Виконаємо розрахунок локсодромії і ортодромії і різниці між ними. Задамося відповідними координатами:

$$\begin{aligned}\varphi_{\text{н}} &= 33^{\circ}53,0' \text{ N}; & \varphi_{\text{к}} &= 48^{\circ}28,0' \text{ N} \\ \lambda_{\text{н}} &= 142^{\circ}00,0' \text{ E}; & \lambda_{\text{к}} &= 126^{\circ}00,0' \text{ W}\end{aligned}$$

Розраховую локсодромічний курс:

$$\operatorname{tg} k_{\text{л}} = \frac{PД}{PМЧ} \quad (2.1)$$

Обчислюють довжину локсодромії:

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

Таблиця 2.9

Розрахунок локсодромії

φ_K	48°28,0' N	λ_K	126°00,0' W	РМЧ	1171
φ_H	33°53,0' N	λ_H	142°00,0' E	К	78°
РШ	875	РД	5520	S	4218

Визначити довжину ортодромії:

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

$$D = 3992 \text{ милі}$$

Доцільність плавання по ортодромії рівна:

$$\Delta S = S_n - D = 4218 - 3992 = 226 \text{ милі або при } V_c = 12 \text{ вузл.} \Rightarrow \Delta t = 18,8 \text{ годин.}$$

Плавання по ортодромії вигідно. Проте вигнутість (опуклість) ортодромії до полюсів даватиме шлях проходження судна по території поверхні землі, що практично для нас неможливе. А плавання поблизу Алеутських островів викликати великі утруднення в гідрометеорологічних умовах. Тому в моєму переході плавання проходити будемо по локсодромії.

2.3.2 Складання маршрутних листів

Відповідно до рекомендацій ІМО, при плануванні рейсу необхідно скласти маршрутні листи. Маршрутний лист приведений на рис. 2.2.

2.3.3 Графічний план переходу

Результати навігаційного планування переходу оформляють у вигляді графічного плану переходу, який представлений на рис. 2.3. На графічному плані

PASSAGE PLANROUTE **01**VOYAGE No. **1**

DATE :

From the port :

Hiagari

To the port :

Vancouver

No	WP	Latitude	Longitude	Course	WP Distance	MTGO	PASS Distance	NAV.AIDS
02/12 07:40 Pilot boards the ship. Check all systems. Unmooring from the pier and proceed to the Kanmon Strait. VTS CH 16, 12, 14. BACH # JP1262, JP1263, 3225								
0	1	33°55,3'N	130°51,8'E	-	-	5056,4	0,0	Tobata
1	2	33°56,1'N	130°52,4'E	32	1	5055,4	1,0	Nishiyama
2	3	33°56,0'N	130°53,0'E	108	0,5	5054,9	1,5	Nishiyama
02/12 08:30 After pilot disembarcation Main Engine changed status from Man. to FSA and proceed to Inner Japan Sea. Sea passage for 1 day. Astronomical position observations as alternative ship position fixing. BACH# JP1101, JP151, 1648, 996								
3	4	33°54,4'N	130°54,2'E	147	1,8	5053,1	3,3	Kanenotsuru Misaki
4	5	33°54,3'N	130°54,9'E	104	0,6	5052,5	3,9	Kanenotsuru Misaki
5	6	33°54,7'N	130°55,7'E	58	0,8	5051,7	4,7	Yamasokono Hana
6	7	33°56,6'N	130°56,5'E	18	2	5049,7	6,7	Hanano machi
7	8	33°57,8'N	130°57,6'E	40	1,5	5048,2	8,2	Moji Saki
8	9	33°58,5'N	130°59,3'E	62	1,5	5046,7	9,7	Moji Saki
9	10	33°58,5'N	131°00,2'E	89	0,7	5046,0	10,4	He Saki
10	11	33°58,0'N	131°01,6'E	113	1,3	5044,7	11,7	He Saki
11	12	33°56,8'N	131°03,0'E	136	1,7	5043,0	13,4	He Saki
12	13	33°52,0'N	131°11,9'E	123	8,8	5034,2	22,2	Motoyama
13	14	33°46,1'N	131°45,0'E	102	28,1	5006,1	50,3	Hime Shima
14	15	33°29,2'N	131°55,7'E	152	19,1	4987,0	69,4	Sada Misaki
15	16	33°19,0'N	131°58,5'E	167	10,5	4976,5	79,9	Sada Misaki
16	17	33°05,1'N	132°15,2'E	135	19,7	4956,8	99,6	Hiburi Shima
17	18	32°34,5'N	132°17,1'E	177	30,6	4926,2	130,2	GPS
18	19	32°15,9'N	132°53,2'E	121	35,7	4890,5	165,9	GPS
03/12 03:30 Begin of Ocean Passage/ Keep sharp look out. Astronomical observations. Passage for 16,5 days. BACH # 4053, 4050, 4510, 4522, 4805, 4806, 4008								
19	20	48°27,9'N	125°29,5'W	78	4712,9	177,6	4878,8	GPS
20	21	48°28,6'N	124°47,0'W	89	28,1	149,5	4906,9	Dunkan Pt
18/12 15:00 End of Ocean Passage. Proceeding through the channel system. Keep sharp look out. VTS VHF CH: 16; 12 BACH # 4945, 4947, 4953, 4954								
21	22	48°12,8'N	123°56,9'W	115	36,9	112,6	4943,8	Pillar Pt
22	23	48°13,3'N	123°27,8'W	89	19,4	93,2	4963,2	Race
23	24	48°21,3'N	123°23,8'W	18	8,5	84,7	4971,7	Trial Pt
24	25	48°24,2'N	123°08,8'W	74	10,4	74,3	4982,1	Discovery
25	26	48°31,3'N	123°11,9'W	344	7,4	66,9	4989,5	Lime Kiln
26	27	48°41,6'N	123°15,4'W	347	10,6	56,3	5000,1	Turn Pt
27	28	48°45,2'N	123°00,3'W	70	10,6	45,7	5010,7	East Pt
28	29	48°49,2'N	122°57,8'W	22	4,3	41,4	5015,0	Alden Pt
29	30	49°04,5'N	123°20,8'W	315	21,5	19,9	5036,5	Sand Heads
30	31	49°15,7'N	123°18,9'W	7	11,3	8,6	5047,8	Atkison
19/12 04:00 End of Channel Passage. Pilot boarding & proceeding to the port. Pilotage. BACH# 4952, 4964								
31	32	49°18,0'N	123°16,7'W	31	2,7	5,9	5050,5	Atkison
32	33	49°19,2'N	123°09,3'W	77	5	0,9	5055,5	Prospect Pt
33	34	49°18,8'N	123°08,0'W	117	0,9	0,0	5056,4	Prospect Pt

Distance Berth to Berth : **5056,4**Pilot Distance Departure : **2,0**Pilot Distance Arrival : **7,0**Distance Pilot to Pilot : **5047,4**Departure port local time : **GMT + 9 hrs**

Destination port LT :

GMT - 8 hrs

All charts and publications corrected up to No.

PUBLICATIONS :

NP 281(2), 282, 283(2), 284, 285, 286(5,6), 80, 85, 25, 62, 42A, 204**Guide to Port Entry .**Weather and navigation warning : **1) INMARSAT-C; 2) NAVTEX**

Navigating Officers :

MASTER:

Рис. 2.2. Маршрутный лист

наноситься наступна інформація: курс судна (ортодромія чи локсодромія), назви портів відходу/заходу, основні течії, рози вітрів.

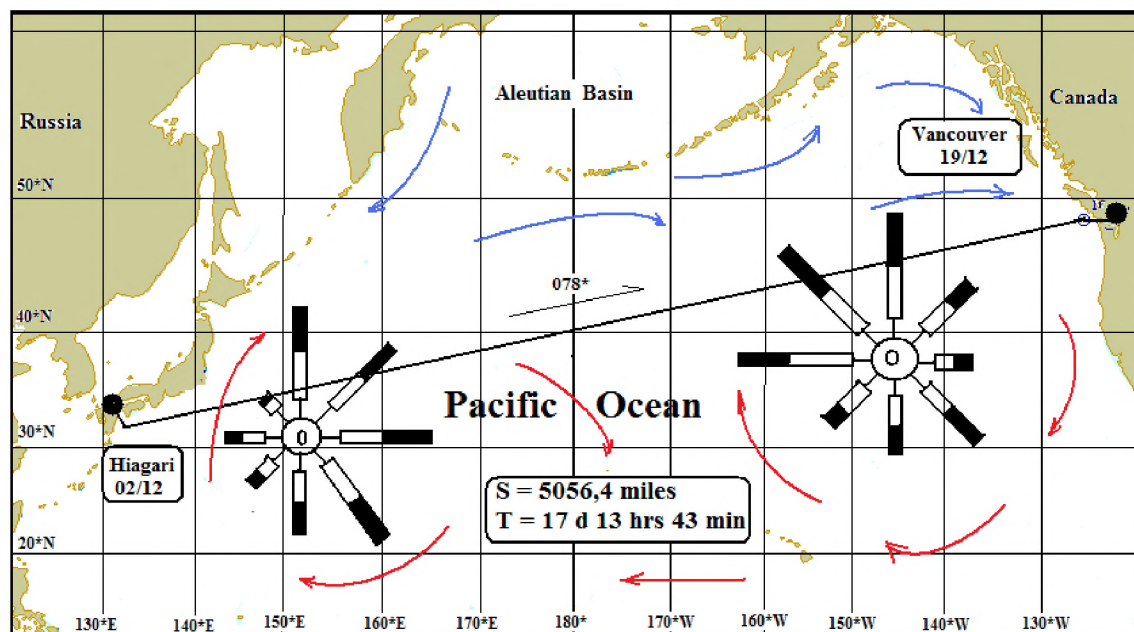


Рис. 2.3. Графічний план переходу

2.3.4 Розрахунок природної освітленості

Розрахунки освітленості виконують двома послідовними наближеннями:

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

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

По широті місця судна φ і схиленню Сонця δ на моменти його сходу і заходу по формулі $\tan A$ 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 навигац. сутінків	Сонце				Кінець навигац. сутінок	Місяць		
		Схід		Захід			Схід, Тс	Вік, дні	Захід, Тс
		Тс	А	Тс	А				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
02.12	06:06	07:04	117	17:00	243	17:57	04:18	27	15:31
03.12	05:49	06:47	118	16:36	242	17:34	05:13	28	15:46
04.12	05:30	06:28	119	16:12	241	17:11	06:05	29	16:02
05.12	06:10	07:10	120	16:48	240	17:48	07:56	0	17:30
06.12	05:51	06:52	120	16:23	240	17:24	08:42	2	18:00
07.12	06:30	07:31	121	16:59	239	18:00	10:20	3	19:36
08.12	06:10	07:12	121	16:34	239	17:36	10:48	4	20:14
09.12	05:50	06:53	122	16:08	238	17:12	11:05	5	20:52
10.12	06:29	07:33	122	16:43	238	17:47	12:15	6	22:29
10.12	06:08	07:13	123	16:17	237	17:22	12:19	7	23:05
11.12	06:47	07:53	123	16:50	237	17:57	13:18	8	00:05
12.12	06:25	07:32	124	16:23	236	17:31	13:14	8	00:29
13.12	06:03	07:12	124	15:56	236	17:05	13:08	9	01:13
14.12	06:41	07:51	125	16:28	235	17:38	14:01	10	02:48
15.12	06:19	07:30	125	16:00	235	17:12	13:54	11	03:24
16.12	06:56	08:08	126	16:31	234	17:44	14:48	11	05:04

Продовження табл. 2.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17.12	06:32	07:47	126	16:02	234	17:17	14:44	12	05:46
18.12	06:09	07:26	127	15:32	233	16:48	14:45	13	06:29
19.12	06:42	07:53	127	16:17	233	17:16	15:29	14	07:32

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 урівненого поста).

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

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

У будь-якому пункті Землі рівень моря постійно змінюється. 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 приливних 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

Хіагарі	02.12 HW		02.12 LW		Ванкувер	19.12 HW		19.12 LW	
	T	h	T	h		T	h	T	H
	03:04	1, 4	08:4 1	0,9		07:02	4,1	01:40	2,7
	14:56	1, 7	21:4 3	0,5		20:51	4,2	13:57	1,2

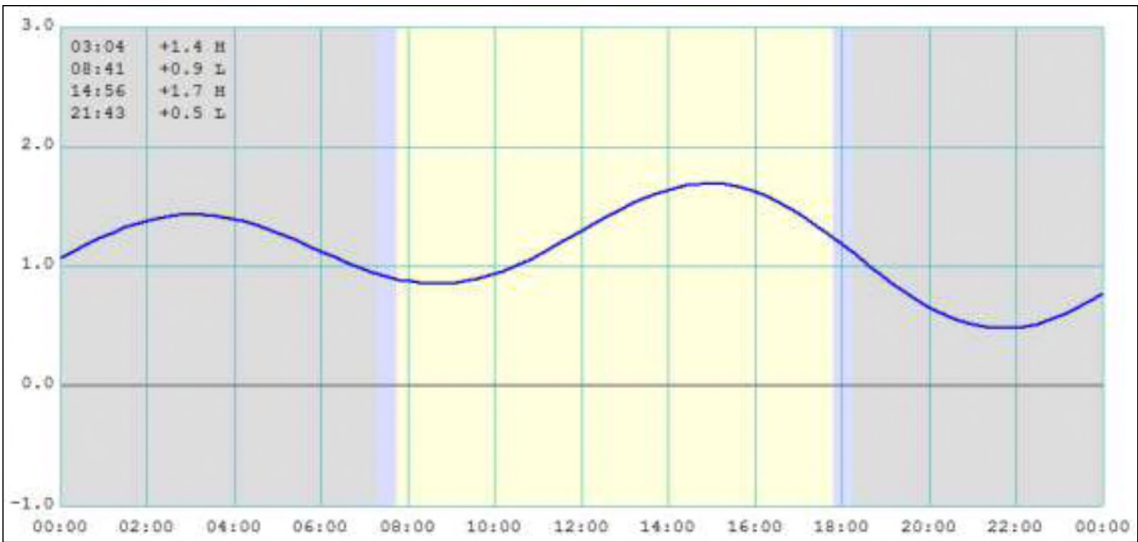


Рис. 2.4. Графіки приливів в порту Хіагарі

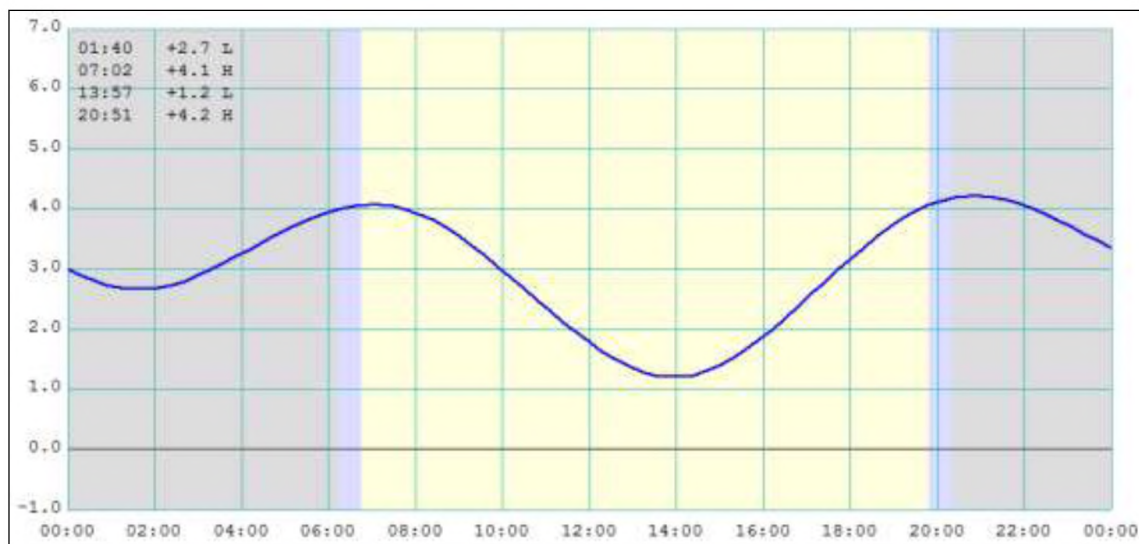


Рис. 2.5. Графіки приливів в порту Ванкувер

РОЗДІЛ 3

ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ

3.1 Транспортні характеристики вантажів

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

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

Перевезення цементу регламентується міжнародними документами:

- International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 74/78), Chapters VI, VII [6];
- International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78) [8];
- Code of Practice for the Safe Loading and Unloading of Bulk (BLU Code) [9];
- International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.axelzone.ro/storage/ttm/_lessons/bulk_carriers/IMSBC%20CODE.pdf [10].

Дрібний порошок сірого кольору. Максимальний розмір часток 0,1 мм. Як питома вага, так і кут природного укосу залежать від кількості повітря у вантажі. При переході з аерованого стану в неаерованное цемент дає усадку приблизно на 12%. Штивку проводять за допомогою спеціального обладнання. Капітанам суден, не пристосованих спеціально для перевезення цементу, слід консультуватися з місцевою владою.

Вантаж слід расштівувати так, щоб він був розрівняний в розумних межах; слід передбачити або подальшу стоянку судна біля причалу протягом 12 год з тим, щоб дозволити вийти захопленому при по грузке повітря, або установку розбірних поздовжніх перегородок / живильників. Після осідання вантаж, як правило, не повинен зміщуватися, якщо кут між поверхнею вантажу і горизонтальною площиною не перевищує 30 °. Перед завантаженням вантаж слід тримати сухим, льяла повинні бути закриті, щоб не допустити просіювання в них вантажу, а вантажні приміщення ретельно зачищені.

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

Таблиця 3.1

Об'ємно-масова характеристика вантажу

Назва вантажу	IMSBC Code			Норми вантажних робіт, т/добу	
	Група	Питомний навантажувальний об'єм, м ³ /т	Кут природного укосу, °	Порт навантаження	Порт вивантаження
1	2	3	4	5	6
цемент	C	0,9911	> 45	28800	12000

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

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

Усі вантажні облаштування судна мають 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 облаштування судна і причал порту до вантажних операцій.

У попередній інформації Капітан повинен повідомити відомості про осідання судна, кількість вантажу і розподіл його по трюмах або танкам, наявності палубного вантажу або важкоатлетів з вказанням їх маси, найменування вантажоодержувачів, справності судових перевантажувальних засобів, а також про усі потреби судна в паливі, воді, продуктах, необхідному ремонті і інших потребах судна, задоволення яких входить в обов'язки порту.

Приведення трюмів, в стан, що відповідає для цього вантажу розпочинається з очищення залишків вантажу, що раніше перевозиться, видалення сепарації і прокладення матеріалів, прибирання сміття. Далі підготовка ведеться залежно від особливостей вантажу, підготовленого до перевезення.

Трюмні льяла необхідно розкривати і очищати після кожного вивантаження, оскільки в них скупчується вода, що стікає з трюмів і містить домішки вантажів, які можуть розкладатися.

До огляду і перевірки вантажних приміщень палубна команда судна робить відповідні роботи залежно від роду вантажу і його особливих властивостей.

Особлива увага при підготовці до прийому будь-якого роду вантажу необхідно приділяти надійності водовідливної і протипожежної систем, які слід перевіряти у дії.

Нещільно закриті кришки горловини подвійного дна нерідко були причиною псування або повної втрати вантажів. Якщо при підготовці трюму виникла необхідність розкриття горловини паливної, баластних танків або танків з прісною водою, слід після закінчення робіт задраїти їх і оглянути щільність прилягання кришок до горловини, переконатися в правильній установці прокладень і наявності гайок.

Перед початком вантажних операцій верхня палуба має бути звільнена від всяких сторонніх предметів, що перешкоджають грузовим роботам або роз-

міщенню вантажу на палубі; стріли, крани, лебідки мають бути перевірені і приведені в робочий стан; вантажні люки відкривають, якщо немає атмосферних опадів; верхня палуба, трюми і місця вантажних робіт мають бути добре освічені палубними і переносними вогнями (люстрами)

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. У Сповідненні капітана повідомляють про дату, часу готовності судна до прийому (здачі) вантажу через відповідні люки трюмів, вантажопідйомності суднових вантажних засобів, часі прийому палива і води і інших потребах судна.

До початку вантаження факт готовності вантажних приміщень оформляють актом. Також оформлюються наступні документи.

Коносамент – один з головних інструментів в угодах, пов'язаних з використанням морських суден. З юридичного боку коносамент є:

- 1) розписка перевізника про прийом вантажу вказаного роду, у вказаній кількості і стані;
- 2) доказ договору перевезення;
- 3) товаророзпорядчий документ, що дозволяє його власникові розпоряджатися вантажем.

Видача коносамента допускається тільки після прийому вантажу до перевезення. Він видається один раз для перевезення цієї партії вантажу. Вторинна видача коносамента по одному і тому ж вантажу допустима тільки за умови повернення перевізникові раніше виданих посилачеві екземплярів. Недотримання цього правила призводить до майнової відповідальності перевізника. Коносамент виписується на кожну окрему партію вантажу, прийнятого на судно. Застосовуються два види коносаментів залежно від часу їх видачі посилачеві: для вантажу, прийнятого до перевезення (*received for shipment*), і для вантажу, прийнятого на борт (*on board* або *shipped on board*). Перший вид практикується за базисної умови ФАС і при лінійних перевезеннях, коли вантаж приймається на склад для подальшої його відправки на черговому судні за розкладом. В ре-

зультаті, вантажовідправник дістає можливість мати на руках товаророзпорядчий документ і розпоряджатися їм на власний розсуд. Бортовий коносамент видається на занурений, на борт товар. У ряді випадків умови контракту вимагають, щоб на коносаменті був ще додатковий напис: "на борту" ("on board").

Штурманська розписка (Mait Receipt) є посвідченням судновласника в прийнятті товару до перевезення. Випишує цей документ помічник капітана на підтвердження отримання конкретної партії на борт судна. Розписка описує видимий стан товарів і дозволяє перевізникові видати коносамент. У ній відбиваються результати перевірки, що проводиться контролерами судновласника при прийомі товару для вантаження або під час вантаження. Це не товаророзпорядчий документ. На прохання відправника він може бути замінений коносаментом.

Таймшит – документ – відомість обліку часу стоянки судна (сталійного часу), передбаченого чартером на виробництво вантажних операцій. Він складається в кожному порту вантаження і вивантаження судна, підписується капітаном і представником фрахтувальника. Служить підставою для розрахунку по диспачу і демереджу. У таймшиті фіксуються усі виробничі операції і непродуктивні простой за час стоянки судна в порту. У ній вказуються: найменування порту і судна; дата і час прибуття судна і вручення нотіса про готовність до вантаження (вивантаженню); дата і час фактичного початку і закінчення вантажних робіт; тривалість і причини перерв в роботі; норма вантажних робіт по чартеру.

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

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

Повна розрахункова водотоннажність судна (Δ_p), яке служить початковою

величиною при визначенні його чистої вантажопідйомності (Δ_u) на рейс, залежить від вантажних марок в портах вантаження і вивантаження і вантажних марок і обмежень опаді на трасі переходу.

Для визначення Δ_p по карті зон і сезонних районів визначаються діючі вантажні марки відповідно до часу рейсу.

У порту Хіагарі діє літня вантажна марка, в порту Ванкувер – діє літня вантажна марка і обмежень осідання в портах для цього судна відсутні, тому розрахункова водотоннажність відповідатиме водотоннажності по літню вантажну марку.

Повна водотоннажність по літню вантажну марку (з ТЕХ судна):

$$\Delta_p = 44763,4 \text{ т}$$

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.

$$\Delta_w = 44763,4 - 9711,8 = 35051,6 \text{ т}$$

Ходовий час визначається по формулі:

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

де L – протяжність траси переходу, милі;

V – планова технічна швидкість, вузл.,

t_{zn} – час затримок судна в дорозі (враховується час на проходження вузькостей та каналів), діб.

$$5056$$

$$t_x = \frac{\quad}{24 \cdot 12,0} + 0,01 = 17,57 \text{ діб.}$$

$$24 \cdot 12,0$$

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 цих портах можливе їх отримання).

Тому загальна кількість рейсових запасів $P_{зан}$ дорівнює сумі ходових запасів $P_{зан}^x$.

Кількість ходових запасів складає суму:

$$P_{зан}^x = P_{м}^x + P_{д}^x + P_{в}^x + P_{мо}^x; \quad (3.3)$$

де $P_{м}^x$, $P_{д}^x$, $P_{в}^x$, $P_{мо}^x$ – відповідно кількість моторного та дизельного палива, води і мастильної олії, необхідна на перехід від порту вантаження до порту вивантаження з урахуванням коефіцієнта штормового запасу $k_{шт}$.

Детальніше:

$$P_{м}^x = q_{м}^x \cdot t_x \cdot k_{шт}; \quad (3.4)$$

$$P_{м}^x = 20,0 \cdot 17,57 \cdot 1,2 = 421,7 \text{ т}$$

$$P_{д}^x = q_{д}^x \cdot t_x \cdot k_{шт}; \quad (3.5)$$

$$P_{д}^x = 0 \text{ т}$$

$$P_{в}^x = q_{в}^x \cdot t_x \cdot k_{шт}; \quad (3.6)$$

$$P_{в}^x = 5,0 \cdot 17,57 \cdot 1,2 = 105,4 \text{ т}$$

$$P_{мо}^x = q_{мо}^x \cdot t_x \cdot k_{шт}; \quad (3.7)$$

$$P_{мо}^x = 0,18 \cdot 17,57 \cdot 1,2 = 3,8 \text{ т}$$

$$P_{zan}^x = 421,7 + 3,8 + 105,4 = 530,9 \text{ т}$$

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

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

Моторне паливо $P_{\text{м}} = 444,2 \text{ т}$.

Дизельне паливо $P_{\text{д}} = 47,3 \text{ т}$.

Запас мастильної олії $P_{\text{мо}} = 87,1 \text{ т}$.

Запас прісної води $P_{\text{в}} = 200,0 \text{ т}$.

Всього запасів $P_{\text{зан}} = 778,6 \text{ т}$.

Константа $const = 270,0 \text{ т}$.

Баласт $P_{\text{бал}} = 0 \text{ т}$.

Кінець рейсу: моторне паливо 92,2 т; дизельне паливо 47,3 т; мастило 83,9 т; вода 112,0 т.

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

$$\Delta_{\text{ч}} = \Delta_{\text{в}} - P_{\text{зан}} - P_{\text{бал}} - const \quad (3.8)$$

$$\Delta_{\text{ч}} = 35051,6 - 778,6 - 0 - 270,0 = 34003,0 \text{ т}$$

Оскільки вантажний план складався по реальному рейсу, та фактична кількість вантажу, прийнятого до перевезення склала 33253,0, 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 неминуче призводить до перенапружень корпусу, а в окремих випадках до ушкоджень і навіть аварії судна. Тому судно має бути завантажене так, щоб не з'явилося крену, були належний диферент і достатня остійність, не були порушені умови місцевої і загальної міцності. Це досягається відповідним розподілом вагового навантаження по вантажних приміщеннях судна.

При перевезенні різнорідних вантажів в практиці використовується принцип розподілу вагового навантаження по довжині судна пропорційно кубатурі вантажних приміщень за допомогою коефіцієнта порівняння 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 твір коефіцієнта порівняння вантажомісткості i –го вантажного приміщення на розраховану загальну масу вантажів ($Q_{\text{повн}}$):

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

Розрахунок розподіленої маси вантажних приміщень проводиться в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Розподіл вагового навантаження по вантажних приміщень судна

Найменування вантажного приміщення	Вантажомісткість вантажного приміщення, $W_i, \text{м}^3$	Коефіцієнт порівняння, K_i	Допустима максимальна вагова навантаження вантажного приміщення $Q_i, \text{т}$
1	2	3	4
Трюм № 1	6918,9	0,1563	5196,8
Трюм № 2	10001,3	0,2259	7512,0
Трюм № 3	9382,7	0,2119	7047,4
Трюм № 4	9994,0	0,2257	7506,5
Трюм № 5	7975,5	0,1801	5990,4
Разом	44272,3	1,0	33253,0

За результатами розподілу вантажів складається зведена табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Розміщення вантажів на судні

Найменування приміщення	Об'єм вантажу, м^3	Маса вантажу, т
Трюм № 1	4850	4806,8
Трюм № 2	7400	7334,1
Трюм № 3	7500	7433,3
Трюм № 4	7903	7832,7
Трюм № 5	5600	5550,2
Разом	33253	32957,1

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

Рейс здійснювався з порту Хіагарі в порт Ванкувер в грудні. Протяжність переходу 5056 миль.

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: Хіагарі (щільність води $\rho = 1,025 \text{ т/м}^3$)

У порту відходу діє літня вантажна марка.

Порт є частиною величезного портового терміналу Кітакюсю. Порт обробляє усі види вантажів.

Орієнтовний час прибуття в порт повинен докладатися за 10, 2 і 1 день до підходу до порту.

Зв'язок з портом підтримується по УКВ зв'язку на каналах 16 і 12.

Граничне осідання для входу в порт складає 10 метрів. Вхід в порт здійснюється через протоку Канмун по поглибленому вхідному каналу. Лоцманська проводка в порт обов'язкова.

Висота припливної хвилі складає від 0,34 до 2,5 метрів. Вхід і вихід з порту здійснюється тільки в денний час.

У порту є 2 буксири: 1 x 2,500 hp and 1 x 1,300 hp, використання яких обов'язкове при швартовках.

Довжина причальної лінії складає близько 3000 метрів. Порт має в розпорядженні плавучі крани: 1 x 500 т, 1 x 300 т, 1 x 100 т, 1 x 60 т, 1 x 8 т.

У порту можна здійснити мінімальний ремонт суднових механізмів, поповнити запаси прісної води і постачання, а також прийняти бункер.

Порт приходу: Ванкувер (щільність води $\rho = 1,025 \text{ т/м}^3$)

У приходу діє літня вантажна марка.

Порт доступний для великотоннажних судів. Глибина на підхідному фарватері в малу воду 11,9 м. При повній воді в порт можуть заходити судна з осіданням 13,7 м. Вантажообіг порту складає щорічно близько 15 млн. т. За пор-

том розкинулося місто Ванкувер.

Лоцман. Лоцманська проводка в порт Ванкувер обов'язкова. Заявка на лоцманів подається начальникові лоцманської служби порту мінімум за 6 годин до прибуття.

Портові засоби і обладнання. У порту є буксири. На пірсах і причалах порту знаходяться навантажувально–розвантажувальні засоби вантажопідйомністю від 3 до 50 т. Є елеватори, склади для генеральних вантажів і зерна, а також місткості для рідкого вантажу.

Ремонт. Порт Ванкувер має у розпорядженні кошти для ремонту судів різного виду. Є три плавучі доки для судів водотоннажністю 2000, 12 000 і 15 000 т; і два стапеля для суднів водотоннажністю 1200 т.

Постачання. У порту Ванкувер є усі види суднового постачання. До основних пірсів підведений водопровід. Запаси рідкого палива можна поповнити у пірсів нафтових компаній.

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	Місткість, 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
<i>Моторне паливо</i>								
№1 F.O.T (P)	138,8	125,0	88,400	-12,57	13,754	11050	-1571	1719
№1 F.O.T (S)	138,8	125,0	88,400	12,57	13,754	11050	1571	1719
№2 F.O.T (P)	237,9	70,5	65,600	-12,60	13,754	4625	-888	970
№2 F.O.T (S)	237,9	68,5	65,600	12,60	13,754	4494	863	942
H.F.O SERV. TK	29,7	25,8	22,403	9,96	12,732	578	257	328
H.F.O SETT. TK.	30,2	29,4	24,002	10,05	12,725	706	295	374
Всього моторного палива		444,2				32503	527	6052
<i>Дизельне паливо</i>								
№1 M.D.O. TK.	53,6	20,9	12,913	7,63	9,742	270	159	204
№2 M.D.O. TK.(P)	24,7	0,4	20,606	-2,28	1,291	8	-1	1
M.D.O. SERV. TK.	23,8	15,1	16,805	9,73	12,769	254	147	193
M.D.O. SETT. TK	22,5	10,9	15,209	9,54	12,774	166	104	139
Всього дизельного палива		47,3				698	409	537
<i>Масило</i>								
L.S.F.O SERV. TK.	29,08	21,6	20,803	10,01	12,742	449	216	275
L.S.F.O SETT. TK.	28,3	20,9	19,204	9,93	12,754	401	208	267
№1 L.S.F.O. TK.(P)	99,1	22,3	102,800	-12,10	13,754	2292	-270	307
№1 L.S.F.O. TK.(S)	99,1	22,3	102,800	12,11	13,754	2292	270	307
Всього мастила		87,1				5434	424	1156

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Вода</i>								
F.W.TK.(P)	173,7	60,0	0,708	-7,24	13,304	42	-434	798
DRI. W. TK.(S)	173,7	140,0	0,708	7,58	13,304	99	1061	1863
Всього води		200,0				141	627	2661
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:		778,6	49,8	2,55	13,37	38776	1987	10406

Таблиця 4.2

Розподіл запасів на прихід

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
<i>Моторне паливо</i>								
№2 F.O.T (P)	237,9	18,5	65,600	-12,60	13,754	1214	-233	254
№2 F.O.T (S)	237,9	18,5	65,600	12,60	13,754	1214	233	254
H.F.O SERV. TK	29,7	25,8	22,403	9,96	12,732	578	257	328
H.F.O SETT. TK.	30,2	29,4	24,002	10,05	12,725	706	295	374
Всього моторного палива		92,2				3712	552	1210
<i>Дизельне паливо</i>								
№1 M.D.O. TK.	53,6	20,9	12,913	7,63	9,742	270	159	204
№2 M.D.O. TK.(P)	24,7	0,4	20,606	-2,28	1,291	8	-1	1
M.D.O. SERV.TK.	23,8	15,1	16,805	9,73	12,769	254	147	193
M.D.O. SETT.TK	22,5	10,9	15,209	9,54	12,774	166	104	139
Всього дизельного палива		47,3				698	409	537
<i>Масило</i>								
L.S.F.O SERV. TK.	29,08	21,0	20,803	10,01	12,742	437	210	268
L.S.F.O SETT. TK.	28,3	20,3	19,204	9,93	12,754	390	202	259
№1 L.S.F.O. TK.(P)	99,1	21,3	102,800	-12,10	13,754	2190	-258	293
№1 L.S.F.O. TK.(S)	99,1	21,3	102,800	12,11	13,754	2190	258	293
Всього мастила		83,9				5207	412	1113
<i>Вода</i>								
F.W.TK.(P)	173,7	40,0	0,708	-7,24	13,304	28	-290	532

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
DRI. W. TK.(S)	173,7	72,0	0,708	7,58	13,304	51	546	958
Всього води		112				79	256	1490
РАЗОМ ЗАПАСІВ:		335,4	28,91	4,86	12,97	9696	1630	4350

Розподіл вантажів представлений в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Розподіл вантажів по приміщенням

Найменування цистерн	Місткість, 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
Трюм №1	4850	4806,8	149,432	0,00	6,82	724745	0	33077
Трюм №2	7400	7334,1	123,128	0,00	6,78	911147	0	50172
Трюм №3	7500	7433,3	94,356	0,00	7,30	707670	0	54750
Трюм №4	7903	7832,7	65,569	0,00	7,13	518192	0	56348
Трюм №5	5600	5550,2	38,497	0,00	6,99	215583	0	39144
Всього баласту		32957,1	92,54	0,00	7,02	3077337	0	233491

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

Таблиця 4.4

Зведені дані і розрахунок водотоннажності на відхід

Найменування статей навантаження	На відхід						
	Маса, т	Плечі, м			Моменти, тм		
		x	y	z	M_x	M_y	M_z
Судно порожнем	9711,8	78,45	0,00	10,36	761891	0	100614
Константа	270,0	63,04	0,00	10,36	17021	0	2797
Суднові запаси	778,6	49,80	2,55	13,37	38776	1987	10406
Вантаж	33253	92,54	0,00	7,02	3077337	0	233491
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНІСТЬ	44013,4	88,50	0,05	7,89	3895025	1987	347308
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТІВ M_x константи					17021		

Таблиця 4.5

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	9711,8	78,45	0	10,36	761891	0	100614
Константа	270,0	63,04	0	10,36	17021	0	2797
Суднові запаси	335,4	28,91	4,86	12,97	9696	1630	4350
Вантаж	33253	92,54	0	7,02	3077337	0	233491
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНІСТЬ	43570,2	88,73	0,04	7,83	3865945	1630	341252
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТІВ M_x константи					17021		

Схематично вантажний план представлений на рис. 4.1.

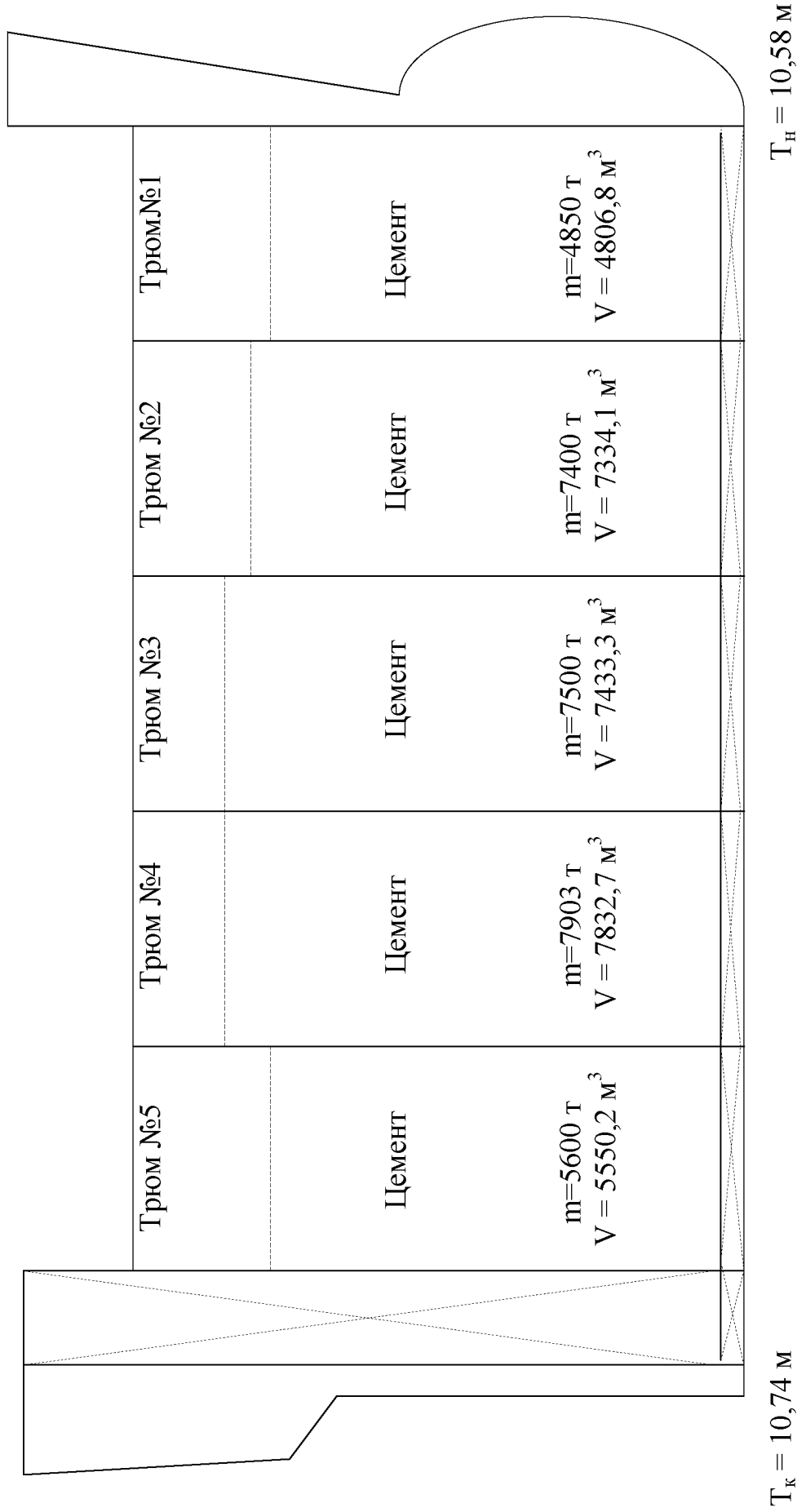


Рис. 4.1. Схема вантажного плану судна

4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності

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

Таблиця 4.6

Розрахунок посадки судна на відхід і на прихід

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
Водотоннажність масова, т	Δ	44013,4	43570,2
Абсциса центра ваги судна, м	x_g	88,50	88,73
Водотоннажність об'ємна, м ³	$V = \Delta / \rho$	42940	42508
Густина води, т/м ³	ρ	1,025	1,025
Осадка судна, м	T	10,66	10,56
Момент диферентуючий на 1 см, тм/см	M_I	588,1	585,9
Абсциса центру величини судна, м	x_c	88,71	88,74
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	x_f	83,21	83,32
Апліката поперечного метacentра, м	z_m	12,05	12,05
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,827	0,826
Диферент судна, м	$d = \Delta (x_g - x_c) / M_I$	-0,16	-0,01
Осадка судна носом, м	$T_n = T - (L - x_f) d / L$	10,58	10,55
Осадка судна кормою, м	$T_k = T_n + d$	10,74	10,56

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 4.7

Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h , тм
1	2
NO. 1 F.O.T (P)	53,9
NO. 1 F.O.T (S)	53,9
NO. 2 F.O.T (P)	92,4
NO. 2 F.O.T (S)	92,4
H.F.O SERV. TK	29,5
H.F.O SETT. TK.	30,6
NO.1 M.D.O. TK.	57,5
NO.2 M.D.O. TK.(P)	40,1
M.D.O. SERV.TK.	26,0
M.D.O. SETT.TK	23,3
L.S.F.O SERV. TK.	28,5
L.S.F.O SETT. TK.	27,5
NO. 1 L.S.F.O. TK.(P)	38,5
NO. 1 L.S.F.O. TK.(S)	38,5
F.W.TK.(P)	197,5
DRI. W. TK.(S)	197,5
Сума: $\Sigma \Delta m_h$	1027,6

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний в табл. 4.8.

Таблиця 4.8

Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	Δ	44013,4	43570,2
Невиправлена апліката Ц.В.судна, м	z'_g	7,89	7,83
Апліката поперечного метацентру, м	z_m	12,05	12,05
Невиправлена МТЦ висота, м	$h_o = z_m - z'_g$	4,16	4,22
Поправка до МТЦ висоти, м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / \Delta$	0,02	0,02
Виправлена МТЦ висота, м	$h = h_o - \Delta h$	4,14	4,20
Виправлена апліката Ц.В. судна, м	$z_g = z'_g + \Delta h$	7,91	7,85

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 допустимій метацентричній висоті.

Таблиця 4.9

Перевірка остійності по допустимій метацентричній висоті

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Осідання судна, м	T	10,66	10,56
Виправлена МТЦ висота, м	h	4,14	4,20
Максимальна гранична апліката Ц.В., м	$h_{\min}$	1,21	1,12

Оскільки $h > h_{\min}$, 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:

$$l_e = z_g \sin \theta,$$

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

$$l = l_{\phi} - l_e.$$

Розрахуємо значення плеч діаграми статичної остійності.

Таблиця 4.10

Розрахунок плечей статичної остійності на відхід

Водотоннажність Δ , т								44013,4
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м								7,89
Апліката умовного центра мас z_m , м (поліус – точка «О»)								0,00
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м								7,91
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плеche форми, l_ϕ , м	$\sin \theta$	$z_g^n \cdot \sin \theta$	Плеche 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	2,106	0,1736	1,374	0,732	4	2,930	3	2,197
20	4,211	0,3420	2,705	1,506	2	3,011	3	4,517
30	5,943	0,5000	3,955	1,988	4	7,952	1	1,988
40	7,431	0,6428	5,084	2,347	1	2,347	$\sum_{30}$	8,702
50	8,468	0,7660	6,059	2,409	$\sum_{40}$	16,240	$a_{0-30} =$	0,569
60	9,035	0,8660	6,850	2,185	$a_{0-40} =$	0,945	$a_{30-40} =$	0,375

Таблиця 4.11

Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність Δ , т								43570,2
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м								7,83
Апліката умовного центра мас z_m , м (поліус – точка «О»)								0,00
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м								7,85
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плеche форми, l_ϕ , м	$\sin \theta$	$z_g^n \cdot \sin \theta$	Плеche 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	2,107	0,1736	1,363	0,744	4	2,975	3	2,232
20	4,216	0,3420	2,685	1,531	2	3,062	3	4,593

Таблиця 4.10

Розрахунок плечей статичної остійності на відхід

Водотоннажність Δ , т								44013,4
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м								7,89
Апліката умовного центра мас z_m , м (поліус – точка «О»)								0,00
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м								7,91
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плеце форми, l_ϕ , м	$\sin \theta$	$z_g^n \cdot \sin \theta$	Плеце 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	2,106	0,1736	1,374	0,732	4	2,930	3	2,197
20	4,211	0,3420	2,705	1,506	2	3,011	3	4,517
30	5,943	0,5000	3,955	1,988	4	7,952	1	1,988
40	7,431	0,6428	5,084	2,347	1	2,347	$\sum_{30}$	8,702
50	8,468	0,7660	6,059	2,409	$\sum_{40}$	16,240	$a_{0-30} =$	0,569
60	9,035	0,8660	6,850	2,185	$a_{0-40} =$	0,945	$a_{30-40} =$	0,375

Таблиця 4.11

Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність Δ , т								43570,2
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м								7,83
Апліката умовного центра мас z_m , м (поліус – точка «О»)								0,00
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м								7,85
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плеце форми, l_ϕ , м	$\sin \theta$	$z_g^n \cdot \sin \theta$	Плеце 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	2,107	0,1736	1,363	0,744	4	2,975	3	2,232
20	4,216	0,3420	2,685	1,531	2	3,062	3	4,593

Продовження табл. 4.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	5,955	0,5000	3,925	2,030	4	8,120	1	2,030
40	7,448	0,6428	5,046	2,402	1	2,402	Σ_{30}	8,855
50	8,484	0,7660	6,013	2,471	Σ_{40}	16,560	$a_{0-30} =$	0,579
60	9,055	0,8660	6,798	2,257	$a_{0-40} =$	0,963	$a_{30-40} =$	0,384

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. 4.12.

Таблиця 4.12

Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	Δ	44013,4	43570,2
Осадка судна, м	T	10,66	10,56
Виправлена МТЦ висота, м	h	4,14	4,20

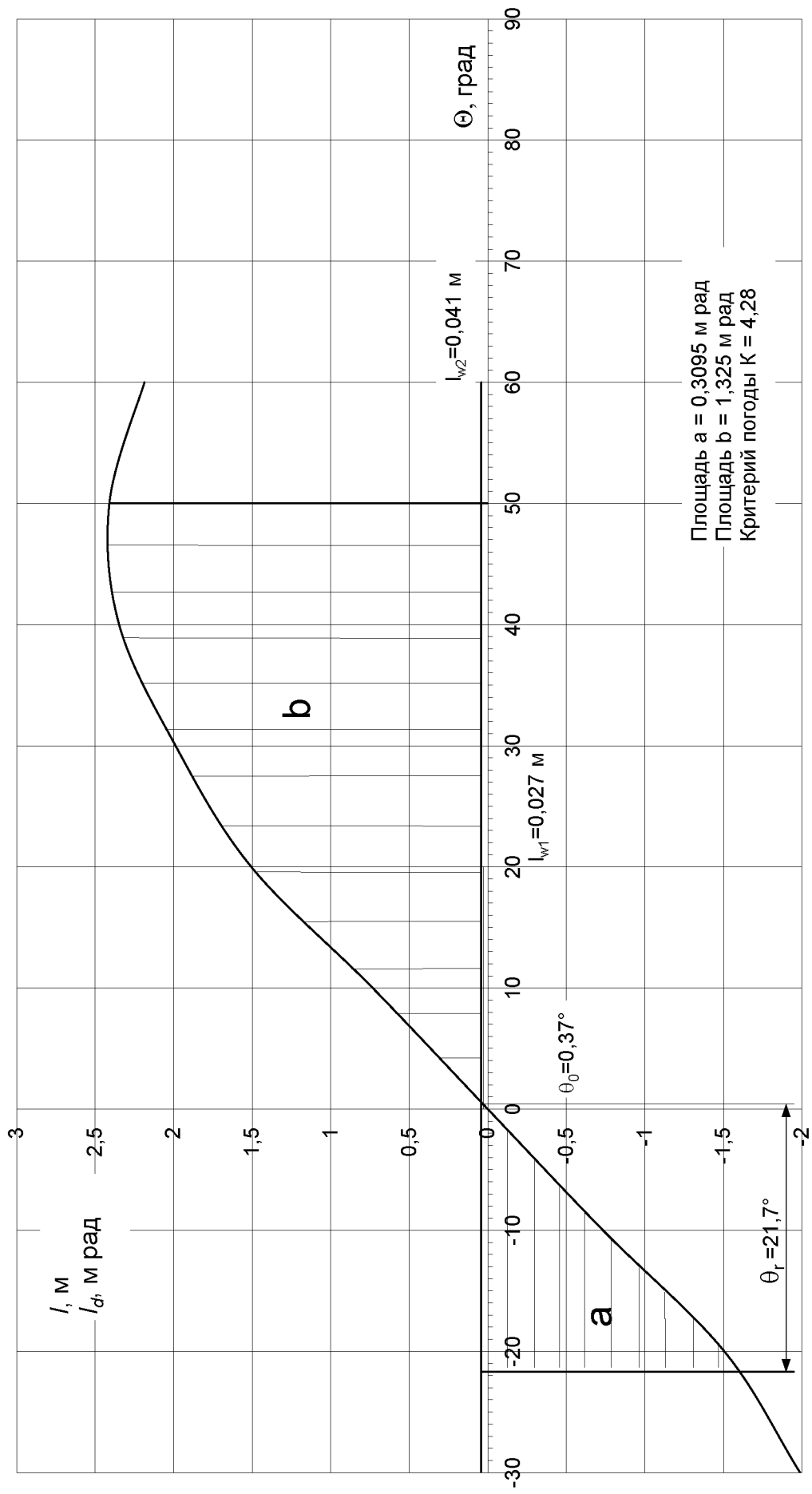


Рис. 4.2. Діаграма статичної остійності на відхід і визначення критерію погоди

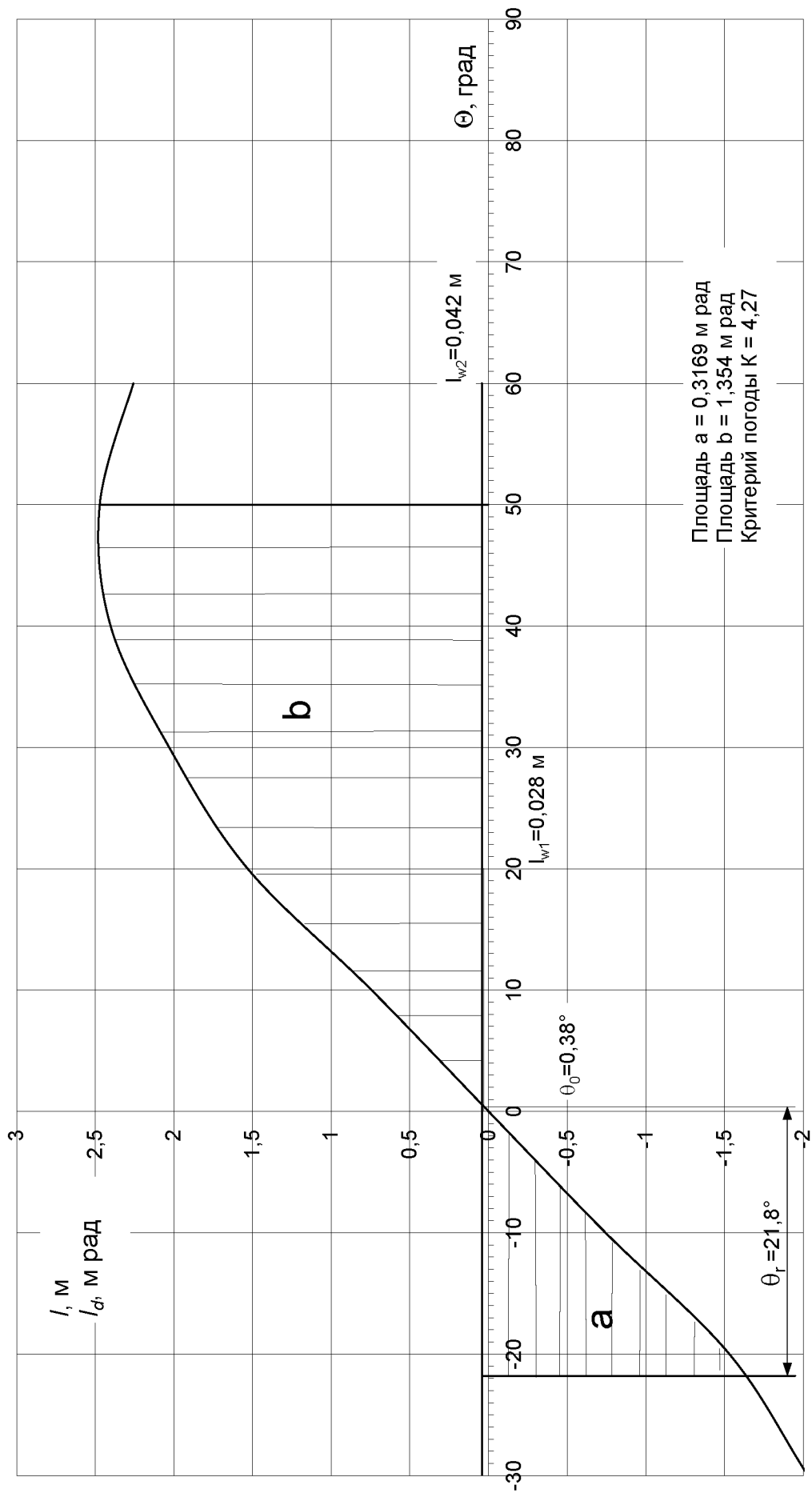


Рис. 4.3. Діаграма статичної остійності на прихід і визначення критерію погоди

Продовження табл. 4.12

1	2	3	4
Площа парусності, м ²	A_v	1799	1816
Апліката центра парусності (ЦП), м	z	7,69	7,74
Плече парусності при постійному вітрі, м	$z_v = z + T/2$	13,02	13,02
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	$l_{w1} = 0,504 A_v z_v / (g \Delta)$	0,027	0,028
Плече кренувального моменту від пориву вітру, м	$l_{w2} = 1,5 l_{w1}$	0,041	0,042
Відносна площа скулових кілів, %	$100 A_k / (L B)$	0,77	
Коефіцієнт	k	0,985	
Аргумент	$\sqrt{h_0} / B$	0,072	0,072
Відносна ширина	B/T	2,66	2,69
Безрозмірний множник	X_1	0,954	0,951
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,827	0,826
Безрозмірний множник	X_2	1,000	1,000
Інерційний коефіцієнт	$c = 0,373 + 0,023B/T - 0,043L/100$	0,361	0,361
Період хитавиці, с	$T_\theta = 2 c B / \sqrt{h_0}$	10,1	10,0
Коефіцієнт	s	0,0783	0,0790
Коефіцієнт	$r = 0,73 + 0,6(z_g - T)/T$	0,575	0,576
Амплітуда хитавиці, °	$\theta_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{r s}$	21,7	21,8
Кут заливання, °	θ_f	>60	>60
Кут входу палуби у воду, °	$\theta_d = \arctg(2(H - T)/B)$	17,0	17,4
Кут крену від постійного вітру, °	θ_o	0,37	0,38
Кут крену при хитав. назустріч вітру, °	$\theta_l = \theta_{r\text{ IMO}} - \theta_o$	21,3	21,4
Кут статич. крену, відпов. плечу l_{w2} , °	θ_2	0,6	0,6

Продовження табл. 4.12

1	2	3	4
Кут 2-ої точки перетину l_{w2} з ДСО, °	θ_{w2}	>50	>50
Межа площі "b" діаграми справа, °	θ_b	50	50
Площа "a" діаграми, м·рад	a	0,3095	0,3169
Площа "b" діаграми, м·рад	b	1,325	1,354
Критерій погоди	$K = b / a$	4,28	4,27
Невиправлена метацентрич. висота, м	h_o	4,16	4,22

4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

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

Таблиця 4.13

Перевірка виконання рекомендацій ІМО

Найменування величин	Позначення	Значення величин			Викон. (YES/NO)
		нормативні	відхід	прихід	
1	2	3	4	5	6
Загальні критерії:					
Площа під ДСО до кута крену 30°, м·рад	A_{30}	$\geq 0,055$	0,569	0,579	YES
Площа під ДСО до кута крену 40°, м·рад	A_{40}	$\geq 0,09$	0,945	0,963	YES
Площа під ДСО між кутами крену 30° і 40°, м·рад	A_{30-40}	$\geq 0,03$	0,375	0,384	YES

Продовження табл. 4.13

1	2	3	4	5	6
Плече ДСО при куті крену 30 ° або більше, м	l_{30}	$\geq 0,20$	1,988	2,030	YES
Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, °	θ_m	≥ 25	46	47,5	YES
Виправлена метацентрична висота, м	h	$> 0,15$	4,14	4,20	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	4,28	4,27	YES
Кут крену від постійного вітру, °	θ_o	$\leq 13,6$	0,37	0,38	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. 4.14.

Таблиця 4.14

Перевірка поздовжньої міцності на відхід

Пере- різ	X, м	SF, т	SFsea, %	Доп.SF, т	BM, тм	BMsea, %	Доп.BM, тм
35	25,60	-639	22	-2970	14	0	40265
67	51,20	-560	10	-5630	-14558	17	-84451
103	80,00	-132	2	-6766	-23028	27	-86646
139	108,80	452	8	5962	-17980	21	-86646
175	137,60	277	5	5464	-6337	10	-63525
208	164,00	180	5	3629	-765	6	-13775

Максимальна перерізуюча сила -639 т на 35 шпангоуті.

Максимальний момент, що вигинає, -23028 тм на 103 шпангоуті.

На рис. 4.4 представлена епюра міцності на відхід.

Протягом всього рейсу загальна поздовжня міцність забезпечена.

Long. Strength Curves

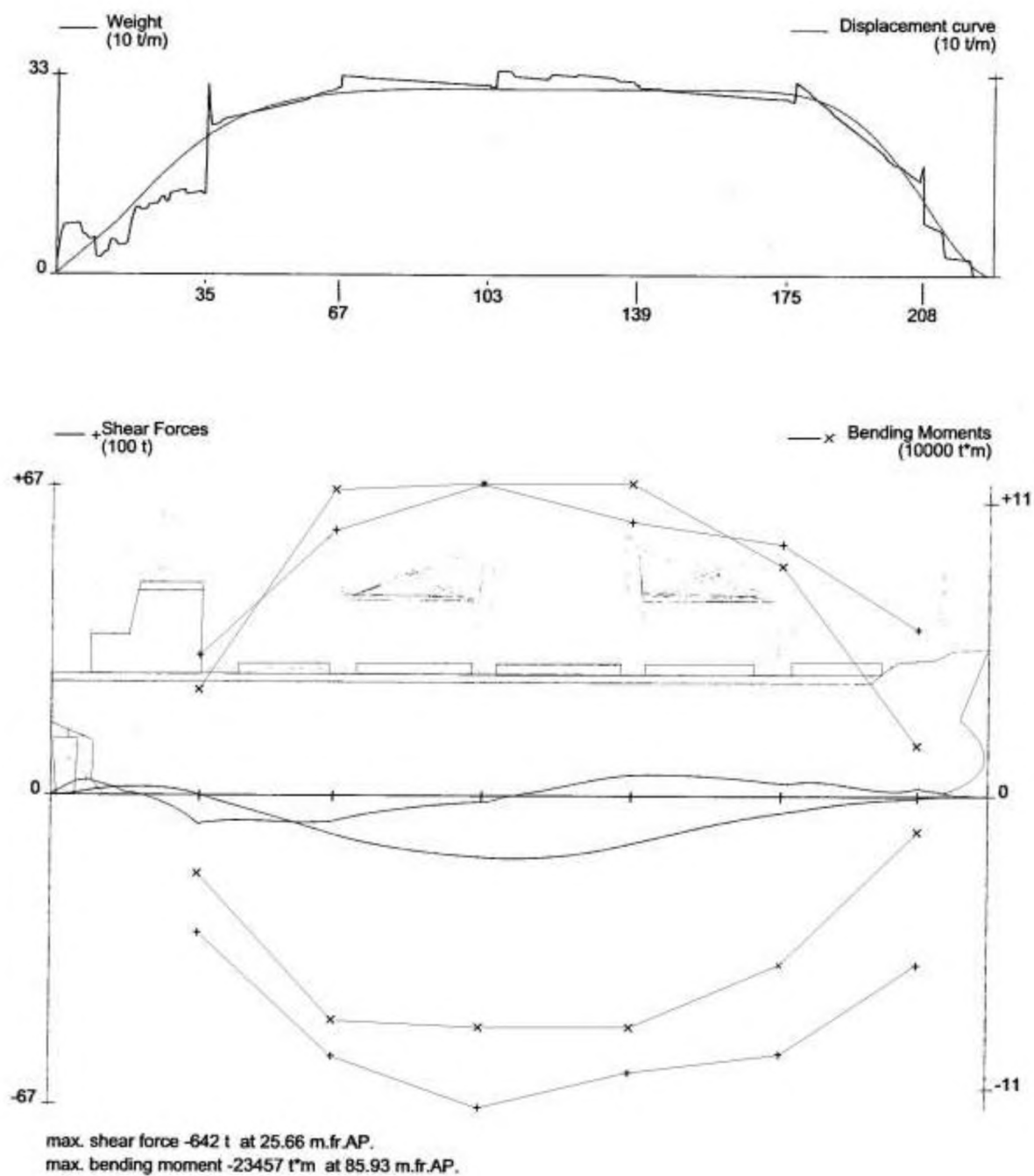


Рис. 4.4. Епюра перерізуючих сил і моментів, що вигинають, на відхід

РОЗДІЛ 5

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НАВАЛЮВАЛЬНИХ СУДЕН

5.1 Місце навалювальних суден у структурі морського флоту

Зі збільшенням масштабів світового промислового і сільськогосподарського виробництва, при вкрай нерівномірному розподілі на земній кулі природних ресурсів і населення, роль морських суден як основних транспортних засобів в світовому товарообміні в майбутньому не тільки не зменшиться, але і помітно зросте. На абсолютне значення обсягів перевезень вантажів морем і необхідного для їх здійснення тоннажу флоту, а отже, і обсягів будівництва суден впливає кон'юнктура товарних ринків, яка залежить від економічних, політичних та інших факторів. Важливу роль у структурі світового морського флоту займають навалювальні судна. Для того щоб зрозуміти їх внесок у розвиток міжнародних морських перевезень, необхідно ознайомитись з історією та закономірностями розвитку ринку морських перевезень навалювальних вантажів.

З 1950 року почалися процеси збільшення обсягів торгівлі, а також великі технічні зміни в галузі судноплавства. Швидке зростання торгівлі навалювальними вантажами призвело до суттєвого розвитку перевезень навалювальних вантажів з 1950 року, коли було побудовано перші навалювальні судна, в наслідок чого почалось безперервне та тривале зростання флоту спеціалізованих навалювальних суден.

Відновлення та швидке зростання економіки в Європейських країнах та Японії, за цей період, підвищив попит на перевезення сухих вантажів. У 1951 році корейська війна спричинила потребу у накопиченні стратегічних та дефіцитних товарів в індустріалізованих країнах, що призвело до приросту

морської торгівлі на 16%. Політичні події призвели до зростання цін. Тим часом, зростання цін на паливо підтримувало тиск на ціни. Зростання цін на судна було підтримано сильним фрахтовим ринком. Сталі ціни на нові судна на початку 1950 років призвели до збільшення у постачанні новобудов і скороченні здачі суден на металобрухт.

На жаль, зростання ринку навалювальних вантажів тривало лише один рік. По закінченню Корейської кризи попит значно скоротився. Ціни на товари та навалювальні судна стрімко знизились через малий попит та надлишкове постачання. Станом на 1953 рік, тоннаж, який був виведений з ладу, значно зріс. Економічна ситуація почала покращуватися у другій половині 1954 та 1955 роках. Коли у листопаді 1956 року було зачинено Суецький канал, перевізні тарифи навалювальних суден зростали та перевищили їхні показники під час Корейської кризи.

У 1957 році відбулася несподівана економічна депресія. Велике падіння темпів економічного зростання у світі відіграло важливу роль. Промислове виробництво організації економічного співробітництва та розвитку зменшилося на 4%, що призвело до скорочення морської торгівлі вперше з 1950 року, така ситуація не повторювалась до 1975 року. Крім того, у березні 1957 року відновлення роботи Суецького каналу скоротило коефіцієнт пробігу в тонно-милях. Проте найгіршим чинником, який сприяв подальшому погіршенню економічної ситуації, була рекордна здача в експлуатацію нових суден у 1958 та 1959 роках, кількість яких становила 15% від існуючого флоту, водночас зі зменшенням попиту були основними факторами зниження цін на вантажі та перевізні тарифи. Внаслідок депресії ціни на навалювальні судна знизилися на 70%, а перевізні тарифи на 75% від пікового показника, при цьому обсяг суден, зданих на металобрухт, значно збільшився, а число суден виведених з ладу складало 7% від існуючого флоту [15, с.11].

Зі зростанням попиту ринок навалювальних вантажів почав відновлюватися в 1963 році, у якому відсоток суден виведених з експлуатації

скоротився до 2% від існуючого флоту. Ціни та суднобудування відреагували позитивно, та обсяги суден, які здавали на металобрухт, скоротився. Хоча ринок навалювальних вантажів почав зростати з 1963 року, але існував негативний наслідок зданої в експлуатацію кількості нових суден у період з 1958 по 1959 роки.

За тривалою депресією пішли подальші, більш процвітаючі періоди. Влітку 1967 року, Суецький канал було зачинено через війну між Ізраїлем та Єгиптом, саме з цього часу почався бурхливий економічний розвиток. Зі зростанням попиту на ринку танкерів, більшість суден, призначених для перевезень вантажів різних типів, були поглинені перевезенням нафти. Це помітно вплинуло на ринок навалювальних вантажів. Закриття каналу з 1967 по 1975 роки, і, по суті, значне зростання морської торгівлі, багато в чому сприяло пожвавленню розвитку ринку. З боку пропозиції, замовлення навалювальних суден в ці роки зберігалося на відносно низькому рівні.

Здача нових навалювальних суден також мала тенденцію до зниження, і вона продовжувалась до 1975 року, незважаючи на сильний ринок. Серйозний дисбаланс між пропозицією і попитом, нарешті, призвів до тривалого процвітання.

Процвітання, що відбулося в кінці 1960 років, тривало до початку 1970 років. Незалежно від короткочасної рецесії в 1971 році, морська торгівля значно зросла і досягла рекордного рівня в 1974 році, з 1165 млн. т у 1970 році до 1472 млн. т у 1974 році. Тим часом, ринок навалювальних вантажів, непрямым чином, отримав перевагу від покращених показників рудовозів та комбінованих суден, які перейшли на торгівлю нафтою через бурхливий розвиток на ринку нафтоперевезень. За розглянутий період вартість навалювальних суден досягла значного зросту разом з різким зниженням кількості суден, виведених з експлуатації та суден, зданих на металобрухт. Однак до 1975 року поставки нових навалювальних суден продовжували зменшуватися, що пояснюється тим, що більшість суднобудівних заводів займалися будівництвом нових танкерів у розглянутий період. Фактично, між

1971 та 1976 роками будівництво танкерів поглинуло 52% фактичної світової суднобудівної потужності.

На жаль, ринок танкерів зазнав значного удару під час нафтової кризи, яка почалася 17 жовтня 1973 року. У той час, коли вартість нафти зросла у чотири рази, бурхливий економічний розвиток зупинився. Значне зниження перевізних тарифів та вартості танкерів відбулося після масових замовлень нових танкерів у 1973 році, також відбулося зниження попиту. Повільний розвиток попиту на танкери був важливим для пояснення подальшої депресії ринку навалювальних вантажів.

Ринок навалювальних вантажів тримався на сталому рівні у 1974 році, що підтримувалось твердим зростанням попиту та феноменальним збільшенням цін на паливо. Однак через занепад танкерного ринку, який постраждав через нафтову кризу, з плином часу ринок навалювальних вантажів стає слабким. Попит на ринку навалювальних вантажів зменшився у 1975 році і залишився у занепаді до 1978 року.

У період з 1978 по 1980 роки попит на навалювальні вантажі зростав швидше ніж флот і поглинув значну кількість надлишкового тоннажу. У 1979 році ринок навалювальних вантажів зазнав часткове відновлення, так як торгівля основними видами навалювальних вантажів зросла на 7,5%, у той час як поставка нового флоту зросла лише на 2,5% через низький рівень замовлень нових суден протягом попереднього періоду спаду. У 1979 році ціна на нафту досягла максимального, порогового значення. Світові електростанції стали використовувати вугілля замість нафти, що викликало значний приріст торгівлі енергетичним вугіллям. Цей ефект посилив затори у портах завантаження та розвантаження [15, с.11].

Через винятково міцний фрахтовий ринок, для забезпечення очікуваного зростання попиту, необхідні були нові, навалювальні судна. Вартість суден зросла до нового післявоєнного максимуму та книга замовлень на суднобудівних заводах збільшилась. Ставки перевізних тарифів зросли утричі. У 1981 році зростання ринку навалювальних вантажів

продовжилося, вартість нових одиниць флоту підвищилась та книга замовлень розширювалась.

Друга нафтова криза почала новий етап важкої рецесії у світовій економіці, що спричинила падіння попиту на морські перевезення. У 1982 та 1983 роках світова морська торгівля навалювальними вантажами знизилася протягом двох років поспіль та склала 1793 та 1770 млн. т відповідно, порівняно з 1833 млн. т у 1981 році.

Незважаючи на низькі перевізні тарифи у 1983 та 1984 роках, було розміщено велику кількість замовлень для навалювальних суден. Цей процес був ініційований японською судноплавною компанією “Sanko Steamship”, яка таємно розмістила замовлення на 120 суден. Проте їхнім прикладом незабаром скористалися міжнародні судновласники з Греції та Норвегії, які зробили безліч заявок на будівництво нових суден. Великі грошові резерви, накопичені під час етапів економічного розвитку, дешеві ціни на нові судна через надлишкову кількість замовлень на суднобудівних заводах, нові паливно-економічні навалювальні судна та очікування майбутнього розвитку ринку у наступні роки можуть нести відповідальність за протициклічне замовлення нових суден.

У 1984 році спостерігалось значне збільшення обсягів світової морської торгівлі, що виявилась на 6,55% більше, ніж у 1983 році. Однак, значна кількість замовлень нових одиниць навалювальних суден та невелике використання комбінованих суден, які також використовувались для перевезення нафти, призвели до обмеженого підвищення тарифів ринку морських перевезень навалювальних вантажів. Хоча обсяги торгівлі морськими товарами зросли після 1984 року, ринок навалювальних суден все ще страждав від великої кількості поставок нових суден. Перевізні тарифи все ще залишалися на дуже низькому рівні. Статистичні показники компанії “Clarkson research” показують, що річний тариф для навалювального судна тоннажної групи Panamax на день складав 5435 дол. США у 1985 році. У

1986 перевізний тариф на навалювальні судна тоннажної групи Panamax складав 4719 дол. США на день.

У 1987 році у міру того, як торгівля почала зростати, та кількість суден зданих на скрап збільшилася, ринок навалювальних вантажів почав покращуватись та перевізні тарифи досягли свого максимального значення в 1989 та 1990 роках. Річний тариф для навалювального судна тоннажної групи Panamax збільшився з 4719 дол. США на день у 1986 році до 13115 дол. США на день у 1989 році. Якщо ціна на п'ятирічний Panamax складала 6 млн. дол. США, то його ціна у 1987 році складала 12,8 млн. дол. США, 17,2 млн. дол. США у 1988 році та 23 млн. дол. США у 1989 році за даними статистичної компанії "Clarkson research".

У період з 1989 по 1991 роки перевізні тарифи навалювальних суден досягли свого максимального значення, але за цей період було збудовано та введено в експлуатацію декілька навалювальних суден. Тому коли світова економіка зазнала спад у 1992 році, ринок навалювальних вантажів не мав значних втрат від постачання тоннажу, і після короткого падіння перевізних тарифів вони відновилися і досягли свого нового максимального значення у 1995 році. Ці роки, відносно міцного ринку, викликали значні інвестиції у будівництво нових навалювальних суден, що призвело до значного збільшення книги замовлень на суднобудівних заводах у 1996 році [41, с.13].

Оскільки постачання нових суден постійно зростало, ринок навалювальних вантажів зазнав спад у 1996 році. У 1997 році почалася східно-азіатська економічна криза, яка мала руйнівний вплив на ринок навалювальних вантажів. Відсутність попиту призвела до падіння цін на сировину, а згодом і до падіння фрахтових ставок. Крім того, було доставлено велику кількість суден, зокрема навалювальних суден, які були замовлені у період з 1995 до 1996 року за високими цінами, таким чином створюючи надлишок тоннажу навалювальних суден, що призвело до значного зниження цін на навалювальні судна. Ситуація погіршилася через те, що Південна Корея значно збільшила суднобудівну потужність і, щоб її

заповнити, вона запропонувала нові ціни на будівництво, які були набагато нижчими, ніж у будь-яких інших країнах.

Спершу почав відновлюватись ринок навалювальних вантажів, водночас з покращенням світової економіки з кінця 1999 року до початку 2000 року. Для навалювальних суден низька кількість замовлень нових суден та збільшення обсягів торгівлі посилили баланс між попитом та пропозицією та призвели до покращення рівня фрахтового ринку за останні роки.

Проте світова економічна рецесія настала в 2001 році, коли в багатьох економічних спільнотах скоротився Внутрішній Валовий Продукт (ВВП), розвиток IT-індустрії припинився та 11 вересня 2001 року був атакований Всесвітній Торговий Центр, тому ринок навалювальних вантажів стрімко падав до кінця 2002 року. Протягом 2001 року зростання світового виробництва скоротилося до 1,3%, з неймовірних 3,8%, досягнутих у 2000 році. Вперше після зростання цін на нафту у кінці 1970 років у всіх регіонах світу спостерігалось одночасне уповільнення економічного розвитку у 2001 році. Ринок навалювальних вантажів був шокований наслідками економічної рецесії та постраждав від великої кількості поставок нових суден. Середнє значення річного тарифу для всіх видів навалювальних суден знизився і залишився на низькому рівні до кінця 2002 року. Ціни на судна також знизилися у 2001 році.

З 2002 року світова економіка відновила і продовжувала швидко розвиватись до 2007 року. Світова морська торгівля отримала послідовний річний приріст, особливо для перевезень основних навалювальних вантажів, що становив 7,66% річного приросту в середньому з 2003 по 2006 рік, яка була підкріплена стабільним розвитком світової економіки у данні роки. Фрахтові ставки ринку навалювальних вантажів незабаром зросли, що було викликано стійким попитом. Протягом року ставка для Раматах збільшилася з середнього показника в 7990 дол. США на день у 2001 році до історичного максимуму в 2004 році. Згодом вона коливалася в наступні два роки і знову

зросла до нового рекордного максимуму в 71 500 дол. США на день в 2007 році.

Середня ціна на нове судно Panamax у 2007 році склала 47 млн. дол. США, що вдвічі більше ніж його ціна в 2001 році. Жвавий фрахтовий ринок призвів до зростання кількості замовлень нових суден, досягнувши в 2007 році 100,7 млн. т дедвейту порівняно з 33,5 млн. т у 2000 році. Кількість суден, які були виведені з експлуатації, трималась на низькому рівні і складала від 0,3 до 0,4 млн. т дедвейту, а кількість суден, зданих на скрап різко скоротилась до рекордно низького значення у 0,41 млн. т дедвейту у 2007 році.

Зростаючі фрахтові ставки з 2002 року підвищувалися через затори у портах найбільших світових терміналів, особливо в Австралії, Бразилії та Китаї. Зростаючий попит на сировину у Китаї – країні з найшвидшим зростанням економіки в світі, та країні найбільшого споживача залізної руди та вугілля, зіграла головну роль у виникненні заторів у портах Австралії, у той час як термінали не змогли обробити обсяги товарів, проданих на експорт. Затори в портах поглинали значні обсяги суден, погіршували баланс між пропозицією та попитом. З іншого боку, зниження вартості доставки вугілля, залізної руди та інших сухих сипучих вантажів може скоротитись через великі затори на основних терміналах.

У період з 2009 по 2010 роки ринок навалювальних вантажів перейшов у рецесію з моменту виникнення світової кредитної кризи, починаючи з кінця 2007 року. Відомо, що більшість попиту щодо сухого навалювального вантажу значною мірою стимулювався великим обсягом імпорту сировини у Китай з 2004 року і це дійсно викликало занепокоєння з приводу великої судноплавної галузі, пов'язаної з виробництвом сталі в Китаї. Рецесія в економіках США, Європи та Японії, починаючи з кінця 2008 року, поширилась на Азію та значною мірою призупинило розвиток китайської економіки. Виробництво сталі в 2010 році значно уповільнилось внаслідок глобальної кризової економіки та відсутності попиту на сталь.

З боку пропозиції, власники суден замовили значну кількість тоннажу під час судноплавного буму з 2004 року, і ринок перевезення сухих вантажів у 2009 та 2010 роках сильно постраждав від надмірного зростання потужності флоту та надмірних поставок нових суден. У 2010 році загальний тоннаж навалювальних суден складав 528,8 млн. т дедвейту. Хоча багато замовлень нових одиниць флоту було скасовано та поставку нових було затримано, але незважаючи на це, ринок навалювальних вантажів продовжував перебувати у кризовому стані у наступні роки.

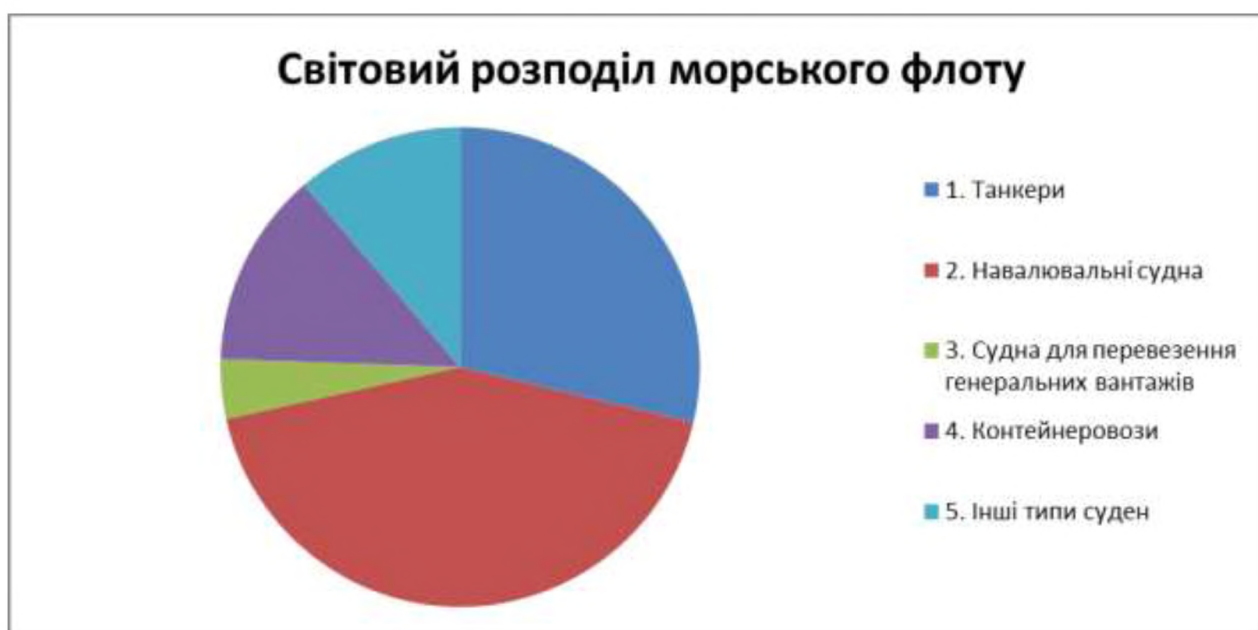


Рис. 5.1. Світовий розподіл морського флоту в 2023 році по тоннажу, %
 1. Танкери – 28,7; 2. Навалювальні судна – 42,8; 3. Судна для перевезення генеральних вантажів – 4; 4. Контейнеровози – 13,2; 5. Інші типи суден – 11,3

У період з 2011 року по 2023 рік обсяги морських перевезень продовжували зростати з року в рік (рис. 5.1). Обсяги морських перевезень п'яти основних видів навалювальних вантажів склали 3172 млн. т та обсяг інших навалювальних вантажів склав 1716 млн. т. Обсяги замовлень нових суден скоротились у порівнянні з 2008 роком. Було замовлено 85573 тис. т., а у 2009 році – 32290 тис. т. У цей же час, у розглянутий період, тоннаж

навалювальних суден, зданих на скрап, зростав і склав 15818 тис. бруutto реєстрових тонн. Після багатьох років надлишкового постачання тоннажу нижчі темпи зростання світового флоту та зменшення книжки замовлень свідчать, що попит та пропозиція будуть більш збалансовані в середньостроковій перспективі [16].

Як видно з рис. 5.1, загальний тоннаж навалювальних суден станом на 2023 рік складає 796581 тис. т, що становить 42,8% від загального тоннажу усіх суден у структурі світового торговельного флоту. При цьому книга замовлень навалювальних суден склала 85573 тис. т, що складає 43,7% від загального обсягу замовлень усіх видів суден [16].

Наведені показники вказують на важливість навалювальних суден у світі морських перевезень і показують неможливість існування ринку морських перевезень без навалювальних суден у сучасних умовах.

5.2 Класифікація навалювальних суден

Навалювальне судно або “балкер” означає судно, яке призначено головним чином для перевезень сухих вантажів навалом, включаючи такі типи суден як рудовози та комбіновані судна.

Навалювальне судно з одинарним корпусом означає судно на якому будь-яка частина вантажного трюму обмежена по бортах обшивкою борту судна, або:

1. Якщо один чи декілька вантажних трюмів обмежені по бортах подвійною обшивкою борту, що знаходиться на відстані менш 760 мм.
2. На навалювальних суднах, побудованих до 1 січня 2000 року, і менш ніж 1000 мм. – на навалювальних суднах, побудованих 1 січня 2000 року і після цієї дати, але до 1 липня 2006 року; вказані

відстані вимірюються по перпендикуляру до зовнішньої обшивки борту судна.

Такі судна включають комбіновані судна, на яких будь-яка частина вантажного трюму обмежена по бортах обшивкою судна.

Навалювальне судно з подвійною обшивкою борту означає навалювальне судно, яке призначено головним чином для перевезень сухих вантажів навалом, включаючи такі типи суден як рудовози та комбіновані судна, на яких всі вантажні трюми обмежені по бортах подвійною обшивкою борту, інше ніж визначено в пункті 2.

Подвійна обшивка борту означає компоновку, де кожен борт судна складений обшивкою судна та поздовжньою перегородкою, що з'єднує подвійне дно і палубу. Виличні і підпалубні танки можуть, якщо вони є, виконуватися як складене ціле подвійної обшивки борту [17].

Різноманіття вантажів, що перевозяться навалювальними суднами, є значним. Провідне місце серед навалювальних вантажів за обсягами перевезень займають: залізна руда, вугілля, зерно, боксит/глинозем, фосфатний камінь, разом із значними кількостями концентратів, нафтового коксу, металопродукції, руд, цементу, цукру, кварцу, солі, мінеральних добрив, металобрухту та лісових продуктів [18, с.2].

У 2023 році обсяги перевезень залізної руди склали 1,4 млрд. т, у той час як обсяги перевезень вугілля склали 1,14 млрд т. Торгівля зерном зросла на 3,7%, оскільки імпорт в Європейський Союз різко зріс через сезон неврожаїв у деяких країнах-виробниках. У Китаї імпорт зернових культур знизився, так як уряд вирішив підтримати використання місцевих запасів зерна для поліпшення положення місцевих фермерів. Імпортний попит у Сполучених Штатах скоротився завдяки сильному внутрішньому виробництву, тоді як Бразилія збільшила експорт кукурудзи та сої. Обсяги перевезень інших типів навалювальних вантажів склали приблизно 1,7 млрд.т [16, с.11].

Навалювальні судна, як правило, розділяють на тоннажні групи:

1. Minibulker;
2. Handysize;
3. Handymax/Supramax;
4. Panamax;
5. Kamsarmax;
6. Capesize;
7. VLBC (Very Large Bulk Carrier);
8. Valemax або Chinamax.

Minibulker – це навалювальні судна невеликих розмірів дедвейтом менш ніж 10 тис. т, які призначені в основному для каботажного плавання і для плавання по внутрішнім водним шляхам у Європейських водах та водах інших країн.

Судна перевозять малі партії вантажів у невеликі порти і можуть мати традиційну конфігурацію трюмів з танками на вершині та хоперними танками. Трюма мають прямокутну форму та обмежені бортовими танками. 1 січня 2023 року у складі данної тонажної групи нараховувалось 1024 судна. Приклад судна тонажної групи Minibulker, вказано на рис. 5.2.



Рис. 5.2. Судно тонажної групи Minibulker

Handysize – це навалювальні судна, декейт яких знаходиться в діапазоні від 10 до 40 тис. т та мають, зазвичай, 5 трюмів і власні крани. За кількістю суден, які знаходяться в експлуатації, ця тонажна група є найбільш поширеною, у світі їх налічується більше 2800 суден. Handysize (від англ. Handy – зручний, size – розмір) – тонажна група, яка отримала таку назву через порівняно невеликі розміри, які дозволяють їй заходити до значної кількості портів у всьому світі. Такі судна використовуються в багатьох галузях, де порт завантаження та розвантаження встановлює обмеження на розмір судна або не має власних засобів обробки вантажів. Приклад судна тонажної групи Handysize, вказано на рис. 5.3.



Рис. 5.3. Судно тонажної групи Handysize

Handymax/Supramax – це судна, декейт яких складає від 40 до 60 тис. т, довжина досягає 200 метрів та ширина дорівнює 32 метри. В світі кількість суден типу Handymax складає 658 одиниць, а тонажної групи Supramax – 1936 суден станом на 2023 рік [19 с.6]. Судно тонажної групи Handymax, показано на рис. 5.4.



Рис. 5.4. Судно тоннажної групи Handymax

Судна даної тоннажної групи зайняті в перевезеннях широкої номенклатури вантажів, включаючи перевезення металу та металобрухту та лісових вантажів. Саме тому вони мають складну конструкцію, обладнані різними власними палубними пристроями, кранами вантажопідйомністю до 25 т, їх можна зустріти в будь-якій точці світу.

Panamax – більші, ніж судна групи Handysize та Handymax. Ця тоннажна група балкерів отримала свою назву, тому що вона призначена для максимальних розмірів, зокрема максимальної ширини, з якої судна можуть проходити через Панамський канал. Старі шлюзи Панамського каналу розраховані приймати судна довжиною до 289,5 метрів, та 32,3 метри у ширину, та максимальна осадка судна 12,04 метри. Деякі судна Panamax мають літню осадку, яка перевищує обмеження шлюзу, тому можуть перетинати його у частково завантаженому стані.

Судна групи Panamax зазвичай мають сім вантажних трюмів, та на практиці досягають не більше 225 метрів у довжину, що не перевищує обмеження по довжині, які введені багатьма терміналами. 3 червня 2016 року

були відкриті нові шлюзи у Панамському каналі, які здатні проводити судна довжиною у 366 метрів, шириною до 49 метрів, та осадкою до 15,2 метрів.

Станом на 1 січня 2023 року налічувалось 2634 судна тоннажної групи Panamax. До цієї групи суден прийнято відносити судна, дедвейт яких знаходиться в діапазоні від 60 до 86 тис. т.

Балкери тоннажної групи Panamax використовуються для перевезень вугілля, зерна, бокситів та залізної руди. Той факт, що більшість портів у США не можуть приймати судна з осадкою, яка перевищує осадку балкерів типу Panamax є важливим чинником у їх постійній популярності.

Судна тоннажної групи Kamsarmax – це не суттєво збільшена версія судна типу Panamax. Їхня довжина складає 229 метрів, а дедвейт досягає 82 тис. т. Це найбільші судна, яких можуть завантажувати в найбільшому порті з експорту бокситу – порт Камсар, який знаходиться в Екваторіальній Гвінеї. Судно тоннажної групи Panamax вказано на рис. 5.5.



Рис. 5.5. Судно тоннажної групи Panamax

Capesize – це судна, дедвейт яких знаходиться в діапазоні від 85 до 210 тис. т. Ці судна мають занадто великі розміри для проходження в Панамському каналі. При перевезенні зерна та вугілля з портів східного

узбережжя США у Тихоокеанський регіон вони огинають Південну Америку, проходячи мис Горн, звідки і отримали свою назву.

Дана тоннажна група здебільшого зайнята перевезенням залізної руди та вугілля на велику відстань. Типовими портами завантаження є Австралія, Південно-Африканська Республіка, Бразилія, Західна Африка та США. Після завантаження ці судна прямують у порти Далекого Сходу та Європи для розвантаження. Через свої великі розміри вони обмежені в маршрутах та портах заходу [20 с.154].

Судна дедвейтом від 110 до 150 тис. т називають mini-capes або baby-capes, але їхня кількість на ринку навалювальних суден є незначною. Основу флоту суден тоннажної групи Capesize складають судна дедвейтом від 150 до 210 тис. т, довжиною до 300 метрів шириною до 50 метрів, та осадкою до 18,5 метрів. Мають 9 вантажних трюмів та не обладнані власними палубними пристроями для завантаження та розвантаження. Великі судна типу Capesize дедвейтом 210 тис. т та шириною 50 метрів також мають назву Newcastlemax. Ця назва походить від порту Ньюкасл, який знаходиться в Австралії і є одним із найбільших портів по експорту вугілля у світі, і здатен завантажувати судна шириною до 50 метрів. Судно тоннажної групи Capesize вказано на рис. 5.6.



Рис. 5.6. Судно тоннажної групи Capesize

VLBC (Very Large Bulk Carrier) або VLOC (Very Large Ore Carrier) – це судна тоннажної групи дедвейтом від 210 до 300 тис. т, довжиною до 330 метрів, шириною до 60 метрів та осадкою до 22 метрів, та мають 7 вантажних трюмів. Судна тоннажної групи VLOC перевозять залізну руду з портів Бразилії та Австралії у країни Європи, в Китай та Японію. Через їхні розміри існує лише порівняно невелика кількість портів по всьому світу, з необхідною інфраструктурою для обробки суден таких розмірів.

Рудовози – це однопалубні судна, розроблені спеціально для перевезень важких видів руди та рудних концентратів. Вони мають характерні маленькі вантажні трюми з підвищеним центром ваги. [18, с.3].

Наближається інша фаза епохи гігантських навалювальних суден групи Valemax дедвейтом від 360 до 400 тис. т. Вони є найбільшими перевізниками навалювальних вантажів морем. Судна Valemax – левіатани навалювальних суден, удвічі більші, ніж судна групи Capesize. Такі судна мають наступні розміри: довжина – 360 метрів, ширина – 65 метрів, осадка – 23 метри. Корпус поділений на сім вантажних трюмів, а продуктивність підвищується завдяки великому тоннажу та швидким вантажним операціям.

Надзвичайно велика кількість суден типу Valemax, у загальній сумі 35 одиниць, була замовлена Vale та її трьома партнерами судновласниками: STX Pan Ocean, Oman Shipping та Berge Bulk. Поставки почались на початку 2011 року, та більшість поставок була завершена наприкінці 2013 року, дані по цим суднам наведено у табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Рік поставки та нинішні власники суден тоннажної групи Valemax

Компанії власники	2011	2014	2017	2020	2023	Загальна кількість
1	2	3	4	5	6	7
Vale	3	3	1			7
China VLOC		1		2	1	4
China Ore Shipping			3	1		4
ICBC Leasing	1	3				4

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7
Pan Ocean	1	4	2			7
Oman Shipping		2	2			4
Berge Bulk*	1	2	1			4
Загальна Кількість	6	15	9	3	1	34
*Судна компанії Berge Bulk мають дедвейт 388 тис. тонн Джерела: Vale, Clarksons Research, Bulk Shipping Analysis						

Судно тоннажної групи Valemax вказано на рис. 5.7.



Рис. 5.7. Судно тоннажної групи Valemax

У період з 2018 по 2023 роки, за статистичними даними Clarksons Research, замовлено ще 30 одиниць навалювальних суден тоннажної групи Valemax [16].

Статистичні данні, які наведені у табл. 5.2, матимуть тоннажну групу Capesize дедвейтом 150 тис. т і більше. В дану тоннажну групу включені всі судна типу Capesize, VLOC та Valemax.

Таблиця 5.2

Флот навалювальних суден по тоннажним групам, 2023 р.

Тоннажна група	Кількість суден	Загальний тоннаж, млн. т	Відсоткова частка від сумарного дедвейту навалювальних суден, %
Minibulker	1024	03,1	0,40
Handysize	2803	78,3	10,15
Handymax	658	30,3	3,93
Supramax	1936	107,9	13,99
Panamax	2634	195,5	25,35
Capesize дедвейтом до 150 тис. тонн	580	57,6	7,47
Capesize дедвейтом більш ніж 150 тис. тонн	1504	298,5	38,71
Загальна кількість	11139	771,2	100

Виходячи з даних, приведених у табл. 5.2, можемо зробити висновок, що тоннажна група Capesize займає важливе місце у складі флоту навалювальних суден. Без неї світовий попит сухих вантажів не буде забезпечений пропозицією. Наочно важливість суден типу Capesize проілюстрована на рис. 5.8.

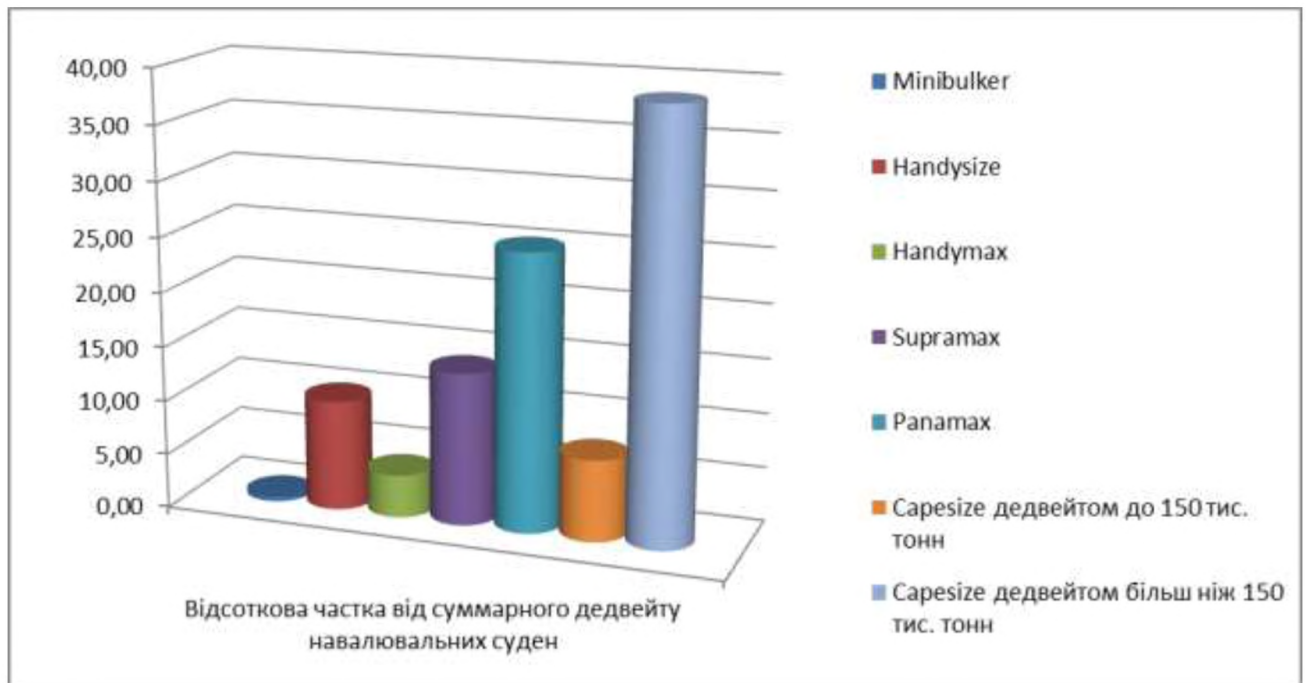


Рис. 5.8. Відсоткова частка дедвейту кожного типу навалювальних суден від їх сумарного дедвейту

5.3 Особливості навалювальних вантажів

Твердий навалювальний вантаж означає будь-який вантаж, інакший ніж рідина або газ, що складається з поєднання частинок, гранул або будь-яких більших шматків матеріалу, в основному однорідного за складом, який завантажуються прямо у вантажні приміщення без будь-якої тимчасової тари.

До категорії навалювальних вантажів відносять широку номенклатуру вантажів, які перевозять без тари, навалом: руда, рудні концентрати, вугілля, фосфатний камінь, боксити, глинозем, зерно, будівельні матеріали, сіль, цукор-сирець та інші. Всі ці вантажі складаються з однорідних або неоднорідних частинок обмеженого розміру. Перевезення навалювальних вантажів пов'язано з певним ступенем ризику, який може бути викликаний наступними чинниками:

1. Зрушенням вантажу до борту судна та утворенням нахилу судна.
2. Розрідженням і перетіканням вантажу до борту.
3. Самонагріванням і самозагорянням вантажу.
4. Підвищеною концентрацією у вантажних приміщеннях отруйних або вибухонебезпечних газів.
5. Зниженим вмістом кисню в атмосфері трюмного повітря.
6. Порушенням місцевої або поздовжньої міцності корпусу, швидкою корозією корпусу судна або механізмів внаслідок хімічного впливу вантажу на метал.
7. Створенням поривчастої качки [20, с.74].

У сучасному світі морських перевезень в окрему групу відокремлюють основні види навалювальних вантажів, обсяг перевезень яких у середньому складає 3200 млн. т вантажу, що становить 44 % від загального річного обсягу перевезень сухих вантажів:

1. Вугілля.
2. Залізна руда.
3. Зерно.
4. Боксити / глинозем.
5. Фосфатний камінь.

Всі інші види навалювальних вантажів відносять до іншої групи, яка має назву «неосновні види навалювальних вантажів», обсяг перевезень яких у середньому складає 1700 млн. т вантажу, або 24% від загального річного обсягу перевезень сухих вантажів.

Саме тому для забезпечення безпечного перевезення судноводій зобов'язаний знати фізико-хімічні та транспортні властивості навалювальних вантажів та їхній вплив на судно, його екіпаж та навколишнє середовище у процесі морських перевезень. Тому необхідно розглянути особливості основних видів навалювальних вантажів.

У зв'язку з видом вантажу в магістерській дипломній роботі детально проаналізуємо перевезення незернових навалювальних вантажів.

Перевезення даних вантажів регламентується Міжнародним кодексом морського перевезення навалювальних вантажів, який поділяє тверді навалювальні вантажі на 3 категорії:

1. Категорія А – вантажі, які можуть розріджуватись;
2. Категорія В – хімічно небезпечні вантажі;
3. Категорія С – вантажі, які можуть зміщуватись.

Для розуміння принципів безпеки при перевезенні незернових навалювальних вантажів, необхідно знати та розуміти наступні критерії:

1. Критерій незміщованості – межа стану рівноваги навалювальних вантажів в умовах морських перевезень.

2. Критерій нерозріджуваності – межа стану пластичності незернового навалювального вантажу. Його можна визначити за формулою:

$$\frac{W_1}{W} \geq 1, \quad (5.1)$$

де W_1 – максимально допустима (транспортабельна) вологість вантажу, %;

W – фактична вологість вантажу на момент завантаження на судно, %.

Допустима вологість вантажу приймається з розрахунком коефіцієнта запасу ε :

$$W_1 = \varepsilon W f, \quad (5.2)$$

де Wf – вологість розріджуваності.

Значення коефіцієнту запасу складає 0,9.

3. Критерій остійності судна при розріджуванні навалювального вантажу – це комплекс додаткових вимог до остійності судна у тому випадку, коли на судно завантажено вантаж з порушенням умов критерію нерозріджуваності. У цьому випадку дотримання вимог до остійності судна

забезпечується шляхом відповідного розміщення вантажу та встановленням обладнання, яке обмежує перетікання розрідженого вантажу.

4. Критерій остійності судна при “сухому” зміщенні навалювального вантажу – комплекс додаткових вимог до остійності судна, які враховуються при розробці типового плану завантаження судна. Цей комплекс вимог повинен забезпечити безпеку, плавання в умовах, коли навалювальний вантаж втрачає рівновагу та зміщується. При цьому остійність судна повинна відповідати наступним умовам:

1) Остійність судна, яке перевозить незернові навалювальні вантажі, з урахуванням поправки на вплив вільних поверхонь судових рідких запасів і вантажів, але без урахування обмерзання повинна бути такою, щоб при впливі умовного кренящого моменту M_{sc} від вантажу, який був зміщений кут статичного крену судна θ_{sc} не перевищував 12° , залишкова площа діаграми статичної остійності обчислена від кута статичного крену до кута 40° або кута заливання θ_f (дивлячись на те, що менше) $0,12$ м-рад., метацентрична висота h при найгірших умовах плавання була не менша ніж $0,7$ м;

2) При визначенні M_{sc} можуть враховуватись поздовжні переборки (постійні та тимчасові), якщо їх висота достатня для того, щоб при зміщенні вантажу на 25° він не пересипався через ці переборки. В трюмах переборки повинні сягати від настилу другого дна до висоти, яка обмежує пересипання вантажу.

Прикладене до діаграми статичної остійності (ДСО) плече поперечно-горизонтального зміщення вантажу апроксимується прямою, що проходить через точки l_{scy} на осі ординат l та $0,8 l_{scy}$ при крені $\theta = 40^\circ$.

5. Критерій незаймистості – межа стану незаймистості вантажу, яка визначається з виразу:

$$\lambda = \frac{t_1}{t} \geq 1, \quad (1.3)$$

де t_l – гранично допустима температура вантажу на момент завантаження, °C;

t – фактична температура вантажу, °C.

Безпека вантажу, який перевозиться, забезпечується адміністрацією судна методом контролю значень t_l та t в процесі завантаження і виконання заходів, вказаних в карті технологічного режиму, в період переходу судна морем.

6. Критерій незагазованості атмосфери вантажних приміщень – межа безпечного щодо вибуху або здоров'я людей стану атмосфери вантажних приміщень, завантажених навалювальним вантажем.

Доречним буде розглянути 2 основних типи. До незернових навалювальних вантажів, обсяги перевезень яких є найбільшими, відносяться два основні види – вугілля та залізна руда.

Вугілля – це природний твердий, горючий матеріал, що складається з аморфного вуглецю та вуглеводу, який має небезпечні хімічні властивості, та може розріджуватись, якщо в процесі морського перевезення їх вологовмісткість перевищить вказану для них транспортабельну межу вологості. Питомо навантажувальний об'єм (ПНО) дорівнює від 0,79 до 1,53 м³/т, та густиною від 654 до 1266 кг/м³ [10, с.131].

Понад 1,2 млрд. т вугілля перевозиться морем у середньому на рік. Основними експортерами вугілля є: Австралія, ПАР, Індонезія та Колумбія. Основними споживачами є: Японія, Індія, Тайвань, Західна Європа та Південна Корея.

Розглянемо властивості та характеристики вугілля:

- 1) вугілля може виділяти метан, легкозаймистий газ. Суміш метану та повітря, що містить від 5 до 16% метану являє собою вибухонебезпечну атмосферу, яку можна запалити іскрами або відкритим полум'ям. Метан є легшим ніж повітря, і, отже, може накопичуватися у верхній частині вантажного простору або замкненого простору. Якщо обмеження вантажного простору не є

щільними, метан може просочуватися в приміщення, що прилягає до вантажного простору;

- 2) вугілля може поглинати кисень, що призводить до зменшення рівня кисню та збільшення концентрації вуглекислого газу або монооксиду вуглецю у вантажному приміщенні. Окис вуглецю не має запаху, цей газ трохи легший за повітря, і має вогнебезпечну межу при його вмісті у повітрі від 12 до 75 % за обсягом, та є токсичним газом;
- 3) деякі види вугілля можуть нагріватися спонтанно, і спонтанне нагрівання може призвести до самозаймання у вантажному приміщенні. У процесі горіння можуть виділятися токсичні гази;
- 4) деякі види вугілля можуть вступати у реакцію з водою і виробляти кислоти, що може спричинити корозію. Вогнебезпечні та токсичні гази можуть виділятися, включаючи гідроген – газ, який не має запаху, значно легший за повітря і є вогнебезпечним, якщо його вміст у повітрі складає від 4 до 75 % за обсягом.

Під час перевезення морем повинні дотримуватись наступні застережні заходи:

- 1) атмосферу у вантажних приміщеннях з вугіллям слід регулярно контролювати, щоб виявляти метан, окис вуглецю, рівень кисню та температуру у вантажному приміщенні;
- 2) куріння та відкрите полум'я біля вантажних приміщень повинні бути заборонені, відповідні сповіщення розміщені;
- 3) забороняється випалювати, відколювати іржу, зварювання та мати інші джерела для запалювання біля вантажних приміщень, за винятком, коли такі приміщення були провентильовані та перевірені на наявність горючих газів;
- 4) атмосферу у вантажному трюмі повинні регулярно контролювати на предмет наявності метану, окису вуглецю, рівень кисню

відповідно до “Порядків контролю рівня газів у вугільних вантажах”, які видаються капітану судна відправником;

- 5) детальні записи рівня метану, кисню, окису вуглецю, температури і рівня кислотності у вантажних приміщеннях, рівня води в трюмах, та обсягах води, викачаної за борт, та записи часу вентиляції вантажних приміщень мають бути записані у журналі несення вахти [18, с.252].

Розглянемо властивості та характеристики залізної руди.

Залізні руди – природні мінеральні утворення з вмістом заліза у таких кількостях, за яких його економічно вигідно видобувати. Колір залізної руди коливається від темно-сірого до іржаво-червоного кольору. Вона залежить від вмісту заліза, від гематиту (високоякісної руди) до металургійного каменю низькоякісної руди. Виділяють чотири основні форми, у яких перевозиться руда:

- 1) Руда, яка не має спеціального сорту, відвантажується у такому стані, у якому була видобута з шахти.
- 2) Частинки невеликого розміру, отримані в результаті просіювання руди, вони можуть бути спечені, що представляють собою сплав маленьких частинок з коксовим дріб'язком, жерновим камінням та вапняком, щоб утворювати шматочки або гранульовані круглі гранули, утворені з дуже дрібних високоякісних руд.
- 3) Крупнокускова руда.
- 4) Рудні концентрати [18, с.257].

ПНО залізної руди знаходиться в діапазоні від 0,29 м³/т до 0,80 м³/т, та її щільність від 1250 до 3500 кг/м³. Залізна руда входить до групи вантажів, які не здатні розріджуватись, та які не володіють небезпечними хімічними властивостями. Руда має низький рівень вогнебезпеки [10, с.216].

РОЗДІЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙС

6.1 Підвищення ефективності роботи морського транспортного судна

У дослідницькій частині даній магістерській роботі «Теоретичні аспекти експлуатації навалювальних суден» відзначені основні переваги в можливості організації навігаційної безпеки руху судна у рейсі. 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, висновок 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», преїскурантів, тарифів та ін. Вихідні дані рейсу т/х «Atalanta» з порту Хіагарі в порт Ванкувер 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 «Atalanta»	Δ_w	тон	35051,6
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	778,6
3	Відстань між портами	L	милі	5056
4	Кількість навантаженого вантажу: цемент	ΣQ_m	т	33253
5	Фрахтова ставка за 1т вантажу	f	\$/т	25
6	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	т/ добу	28800
7	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	т/ добу	12000
8	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	12,0
9	Швидкість в каналах, вузостях	v	кан. вузли	7,0
10	Добова витрата палива на ходу:			
	важке	q^e_x	тон/добу	20,0
	легке	$q^e_{ст}$	тон/добу	0,6
11	Ціна 1 тони палива: важке	Π_e	\$/т	450
	легке	Π_l	\$/т	580
12	Балансова вартість судна	$C_{бал}$	\$	3680355
13	Річна норма амортизації	Ha	%	10
14	Позаексплуатаційний час	T_{ze}	діб.	15
15	Чисельність екіпажу	$Ч_{ек}$	чол.	27
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	2100
19	Витрати на технічне постачання	$R_{т.пос}$	\$/добу	250
20	Навігаційні витрати	$R_{нав}$	\$/добу	200

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5
21	Портові збори	$R_{порт}$	\$	19850
22	Агентство суден	$R_{аг}$	\$/добу	150
23	Витрати на страхування судна	$R_{стр}$	\$/добу	250
24	Витрати на ремонт	$C_{рем}$	\$/мр.п.	500000
25	Вартість одного доковання	$C_{док}$	\$	40000

При розрахунку кількісних показників роботи судна в рейсі використовуємо дані рейсового завдання [23, 24].

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

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

$$\Delta_q = 35051,6 - 778,6 = 34273 \text{ т}$$

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:

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

$$t_x = 5056 / (12,0 \times 24) + 0,5 = 18,1 \text{ діб}$$

- стоянковий час:

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

$$t_{cm} = 33253 / 28800 + 33253 / 12000 + 3 / 24 = 3,9 \text{ діб.}$$

- час рейсу складе:

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

$$t_p = 18,1 + 3,9 = 22,0 \text{ діб}$$

4. Розрахуємо провізну спроможність судна:

- зроблено тонно-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 33253 \times 5056 = 168127168 \text{ тонно-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_{\text{ч}} L = 34273 \times 5056 = 173284288 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

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

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = 33253 \times 25 = 831325 \text{ \$/рейс}$$

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

Постійні експлуатаційні витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

$$R_{\text{екс.}} = R_{3n} + R_{\text{хар}} + R_{\text{рем}} + R_{\text{ам}} + R_{\text{сн}} + R_{\text{м.нос}} + R_{\text{нав}} + R_{\text{норм}}/t_p + R_{\text{аз}} + R_{\text{стр}}, \quad (6.7)$$

- витрати на заробітну плату (R_{3n}) 2100 \$/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.

$$R_{хар} = 27 \times 12 = 324 \text{ \$/добу};$$

- 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.

$$R_{рем} = ((40000 + 500000) / 5) / 350 = 309 \text{ \$/добу}$$

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

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

$$R_{ам} = (3680355 \times 0,1) / 350 = 1052 \text{ \$/добу};$$

- 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;

$$R_{сн} = (3680355 \times 0,02) / 350 = 210 \text{ \$/добу};$$

- витрати на технічне постачання ($R_{т.нос.}$) 250 \$/добу;

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

- портові збори ($R_{порт}$) 19850 \$/рейс;

- витрати з агентування ($R_{аг}$) 150 \$/добу;

- витрати на страхування ($R_{стр}$) 250 \$/добу.

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

$$R_{екс} = 2100 + 324 + 309 + 1052 + 210 + 250 + 200 + 19850 / 22,0 + 150 + 250 = 5747 \text{ \$/ добу}$$

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 %.

$$R_{кос.} = 5747 \times 0,02 = 115 \text{ \$/добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{заг} = 5747 + 115 = 5862 \text{ \$/добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{заг.екс} = 5862 \times 22,0 = 128964 \text{ \$/рейс}$$

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.

$$R_x^e = 1,1 \times 20,0 \times 450 = 9900 \text{ \$/ добу}$$

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

$$R_{cm}^e = k_{cm} \cdot q_{cm} \cdot Ц_e \quad (6.16)$$

$$R_{cm}^e = 1,1 \times 0,6 \times 580 = 383 \text{ \$/ добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

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

$$\Sigma R_{nep} = 9900 \times 18,1 + 383 \times 3,9 = 180684 \text{ \$/рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{рейс} = 128964 + 180684 = 309648 \text{ \$/рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

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

$$\Sigma \Pi_{рейс} = 831325 - 309648 = 521677 \text{ \$/рейс}$$

Прибуток судна т/х «Atalanta» з порту хіагарі в порт Ванкувер з вантажем цемент за рейс склав 521677 \\$/рейс.

Якісні показники роботи судна в рейсі розраховуємо за методикою [24]:

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:

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

$$\alpha_3 = 33253 / 34273 = 0,970$$

3. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

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

$$V_{cp.} = 5056 / 18,1 = 279$$

4. Коефіцієнт ходового часу:

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

$$\varepsilon_x = 18,1 / 22,0 = 0,823$$

5. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

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

$$\mu_6 = 0,970 \times 279 \times 0,823 = 222,73$$

6. Валова прибутковість одних судно-днів:

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

$$\mu = 831325 / 22,0 = 37788 \text{ \$ / доба}$$

7. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

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

$$S_m = 309648 / 33253 = 9,31 \text{ \$}/\text{т}$$

8. Собівартість 1 тонно-милі в рейсі:

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

$$S_{m-m} = 309648 / 168127168 = 0,0018417 \text{ \$}/\text{т-м}$$

9. Собівартість утримання судна в добу експлуатації:

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

$$S_{c-c} = 309648 / 22,0 = 14075 \text{ \$}/\text{доб.екс}$$

10. Рівень прибутковості являє відношення доходів до витрат:

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

$$PF = 831325 / 309648 = 2,68$$

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 [24]:

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$\mathcal{U}_p = T_{\text{екс}} / t_p \quad (6.30)$$

$$\mathcal{U}_p = 350 / 22,0 = 15,91$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma Q_{\text{екс}} = 33253 \times 15,91 = 529055 \text{ т / рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

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

$$\Sigma Ql_{\text{екс}} = 168127168 \times 15,91 = 2674903242 \text{ т-миль / рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma F_{\text{екс}} = 831325 \times 15,91 = 13226381 \$ / \text{рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma R_{\text{екс}} = 309648 \times 15,91 = 4926499 \$ / \text{рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma \Pi = 521677 \times 15,91 = 8299881 \$ / \text{рік}$$

7. Рівень прибутковості роботи судна за експлуатаційний період:

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

$$PF = 13226381 / 4926499 = 2,68$$

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	\$	831325
2	Затрати загальні	R	\$	309648
3	Прибуток	Π	\$	521677
4	Коефіцієнт ходового часу	ε_x		0,823
5	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	милі/добу	279
6	Дохідність судна	μ	\$/добу	37788
7	Рівень дохідності	PF		2,68
8	Собівартість перевезення 1 т вантажу	S_T	\$/т	9,31
9	Собівартість 1 т-милі	S_{T-M}	\$/т-м	0,0018417
10	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	S_{C-C}	\$/добу	14075

В результаті проведених розрахунків, наведених у табл. 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень прибутковості 2,68, прибуток 521677 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 8299881 \$. Судно «Atalanta» 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)

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

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

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

Запропонувати заходи по зменшенню можливих втрат серед екіпажу судна.

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

7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території

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

1) Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря

За заданими метеорологічними умовами (час доби – день, швидкість вітру 2 м/с, суцільна хмарність) визначаємо по 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.

При розливі токсичних рідин первинна хмара не утворюється, тому еквівалентна кількість $Q_{\text{э1}}$ (т) речовини у первинній хмарі:

$$Q_{\text{э1}} = 0 \text{ т.}$$

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

Площа розливу S_p (m^2) сірковуглецю дорівнює:

$$S_p = V_p / h = Q_0 / \rho / h = 12 / 1,263 / 0,05 = 190 \text{ м}^2,$$

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

$Q_0 = 12$ – кількість сірковуглецю, що розлився при аварії, т.

$\rho = 1,263$ – щільність сірковуглецю, t/m^3 (табл. 7.2);

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

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

Розраховуємо тривалість вражаючої дії T (год.) сірковуглецю:

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

де $K_2 = 0,021$ – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей сірковуглецю (табл. 7.2);

$K_4 = 1,33$ – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (табл. 7.3);

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

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

$v_{\text{II}} = 12$ – швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря, км/год. (табл. 7.5).

Таблиця 7.2

Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найме- нування СДОР	Щіль- ність СДОР, т/ м ³		Температура кипіння, °С	Порогова токсодоза, мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів								
	Газ	Рідина			К ₁	К ₂	К ₃	К ₇ для температури повітря (°С)					
								–40	–20	0	20	40	
Сірко- вуглець	–	1,263	46,2	45	0	0,021	0,013	0,1	0,2	0,4	1	2,1	

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

Таблиця 7.3

Значення коефіцієнту K₄ залежно від швидкості вітру

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

Таблиця 7.4

Значення коефіцієнту K_м залежно від впливу характеру місцевості

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

Таблиця 7.5

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

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

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

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

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

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

$K_3 = 0,013$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози сірковуглецю (табл. 7.2);

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

$K_6 = N^{0,8} = 1^{0,8} = 1$ – коефіцієнт, що залежить від часу N , що пройшов з моменту початку аварії; за умовами завдання $N = 1$ год.

4) Визначення глибини і площі зони зараження

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

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

Для $Q_{\text{с2}} = 0,02$ т та швидкості вітру $u = 2$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою сірковуглецю: $\Gamma_2 = 0,34$ км.

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

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

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

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

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

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

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

Таблиця 7.6

Глибина (км) зони зараження

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 площу зони можливого зараження S_B (км²) хмарою сірковуглецю:

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

де $\Gamma = 0,34$ – розрахункова глибина зони зараження, км;

$\varphi = 45^\circ$ – 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):

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

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

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

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

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

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ_1 (км):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_1} \right)^\Psi = 2,31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{0,02}{6} \right)^{0,580} = 0,08 \text{ км},$$

де $\lambda = 2,31$; $\Psi = 0,580$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (табл. 7.8);

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

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

Таблиця 7.8

Коефіцієнти λ и ψ , що залежать від швидкості вітру

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

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

Для зменшення можливих втрат серед екіпажу судна пропонуються наступні заходи:

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

- розгорнути судно за вітром, щоб хмара зараженого повітря рухалася убік від надбудови судна;
- встановити контроль концентрації СДОР на відкритому повітрі і в повітрі приміщень судна;
- встановити зв'язок з аварійними службами порту, запросити допомогу;
- надати першу допомогу постраждалим, підготувати екіпаж до можливої евакуації.

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

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

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

Таблиця 7.9

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

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

Продовження табл. 7.9

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

ВИСНОВКИ

Важливість морського транспорту для світової торгівлі та її розвитку не може бути переоцінена. Більш ніж 80% світової торгівлі за обсягом та більш ніж 70% її вартості перевозяться на борту суден та обробляються морськими портами по всьому світу.

Визнаючи стратегічну функцію сектора, глобальна політика в рамках програми дій, яка була прийнята в місті Аддіс-Абебі (Ефіопія), та програма дій щодо сталого розвитку міжнародної морської торгівлі до 2030 року підкреслюють роль торгівлі, а отже морської торгівлі як двигуна для всебічного та сталого зростання і розвитку.

Зростання флоту навалювальних суден продовжується і по сьогоднішній день, але темпи зростання незначні у порівнянні з періодами максимального збільшення у 2010 та 2011 роках. Варто зазначити, що середній вік балкерного флоту складає 8,8 років, що є найнижчим показником серед усіх типів суден.

Основні результати дослідження:

Виявлено, що обсяги морських перевезень у 2023 році склали понад 10 млрд. т вантажу, що є більшим від показника попереднього року на 2%, тобто світовий ринок перевезення вантажів показав позитивне зростання обсягів перевезень сьомий рік поспіль. За прогнозом UNCTAD зростання обсягів морської торгівлі буде невинно зростати у середньому на 3% щорічно.

Основним критерієм для класифікації навалювальних суден є водотоннажність, у зв'язку з чим балкерний флот поділяють на наступні тоннажні групи: Minibulker, Handysize, Handymax/Supramax, Panamax, Kamsarmax, Capesize, VLBC (Very large bulk carrier), Valemax або Chinamax.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ворохобін І.І. та інші. Методичні вказівки до виконання магістерської роботи.
2. m/v «Atalanta» 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 p.

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. Shun Chen. Modelling and Forecasting in the Dry Bulk Shipping Market [текст]: / С. Shun. – Informa Law, 2011. – 271 p.

16. Review of maritime transport, 2017 [Електронний ресурс] / Report by UNCTAD secretariat. – New York: United Nations. – 2017. – 114 p. – Режим доступу: www.unctad.org.

17. SOLAS: Amendments 2008 and 2009 / International Maritime Organization, 2009. – 420 p.

18. Jack Isbester. Bulk Carrier Practice [текст]: / J. Isbester. – The Nautical Institute, 2010. – 512 p.

19. Shipping Statistics and Market review 2017 / Institute of Shipping Economics and Logistics. – 2017. – 62 p.

20. Ніколаєва Л.Л., Цимбал М.М. Морські перевезення: Підручник // Одеська національна морська академія. – Одеса: Фенікс, 2005. – 425 с.

21. Giant ore carriers set to play a bigger role in the global shipping fleet china embraces valemaxes [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.hellenicshippingnews.com/giant-ore-carriers-set-to-play-a-bigger-role-in-the-global-shipping-fleet-china-embraces-valemaxes>.

22. <https://unctad.org/en/pages/> – Review of Maritime Transport 2018 (Обзор морского транспорта).

23. 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.

24. Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки до розрахункової роботи. – Одеса: НУ «ОМА», 2017, с.