

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

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра _____ Судноводіння _____

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА

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

Долінського Максима Олеговича

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи: **Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Торкарі» за маршрутом Порт-Жангіль – Дакар**

Підпис магістранта _____

Завідувач кафедри _____

Керівник _____

Рецензент _____

Нормоконтроль _____

м. Одеса
2025 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут навігації

кафедра Судноводіння

спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Завідувач кафедри

_____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

по дипломній роботі магістранта

Долінського Максима Олеговича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи:** **Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Торкарі» за маршрутом Порт-Жантіль – Дакар**
затверджена наказом по НУОМА від " _01_ " грудня 2025 р. № _1455_
2. Строк здачі курсантом закінченої роботи " _05_ " грудня 2025 року
3. Вхідні дані до роботи: Методичні вказівки для виконання магістерської роботи, суднова документація, морські навігаційні посібники для виконання навігаційної проробки рейсу, нормативно довідкова література за темою дослідження.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці): Характеристика судна, аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу, обробка та розміщення вантажів, оцінка морехідних якостей судна, способи вибору оптимального маршруту судна з урахуванням океанського плавання, розрахунок економічних показників рейсу судна.
5. Перелік графічного матеріалу:
Магістерська робота містить 21 рисунок

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

Розділ	ПІБ консультанта	Підпис і дата
1. Характеристики судна	Фусар І.Ю.	
2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	Фусар І.Ю.	
3. Обробка та розміщення вантажів	Фусар І.Ю.	
4. Оцінка морехідних якостей судна	Фусар І.Ю.	
5. Способи вибору оптимального маршруту судна з урахуванням океанського плавання	Фусар І.Ю.	
6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі (кафедра «Менеджменту і економіки морського транспорту»)	Фусар І.Ю.	
7. Охоронні заходи та цивільна оборона на судні (кафедра «Судноводіння»)	Фусар І.Ю.	

7. Календарний план дипломної роботи магістранта

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Характеристики судна	15.09.2025	виконано
2.	Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	01.10.2025	виконано
3.	Обробка та розміщення вантажів	13.10.2025	виконано
4.	Оцінка морехідних якостей судна	29.10.2025	виконано
5.	Способи вибору оптимального маршруту судна з урахуванням океанського плавання	22.11.2025	виконано
6.	Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі	29.11.2025	виконано
7.	Охоронні заходи та цивільна оборона на судні	04.12.2025	виконано

Дата видачі завдання _____ 03.06.2025 _____

Керівник _____ Завдання до виконання прийняв _____

Магістерська робота містить 122 стор., 21 рис., 46 табл. і 42 використаних джерела.

Проаналізовано транспортно-експлуатаційні характеристики і конструктивні особливості судна.

Виконано планування переходу, складено вантажний план і виконана перевірки остійності згідно вимогам ІМО.

У магістерській роботі досліджено способи вибору оптимального маршруту з урахуванням океанського плавання.

Виконано розрахунки з економічного обґрунтування рейсу і зроблений аналіз його кількісних і якісних показників.

У роботі розглянуті питання з охоронних заходів та цивільної оборони на судні.

Ключові слова: рейс, маршрут, курс, ортодромія, процедура, оптимізація.

The master's thesis contains 122 pages, 21 fig., 46 table and 42 sources used.

The transport and operational characteristics and design features of the vessel were analyzed.

The transition planning was carried out, the cargo plan was drawn up and the stability checks were carried out in accordance with IMO requirements.

The master's thesis examines methods for selecting the optimal route, taking into account ocean navigation.

The calculations on the economic justification of the flight were made and the analysis of its quantitative and qualitative indicators was made.

The work deals with security measures and civil defense on ships.

Key words: voyage, route, course, orthodrome, procedure, optimization.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА	9
1.1 Загальні відомості і головні розміри судна.....	9
1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна.....	11
1.3 Маневрені характеристики	13
1.4 Навігаційне обладнання	15
1.5 Забезпечення непотоплюваності	17
2 АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ	19
2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу	19
2.2 Оцінка запланованого переходу	21
2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході.....	25
2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації	27
2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні	29
2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання	38
2.3.1 Розрахунок ортодромії.....	38
2.3.2 Складання маршрутних листів	40
2.3.3 Графічний план переходу	40
2.3.4 Розрахунок природної освітленості	40
2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів.....	49
2.4 Висновки.....	51
3 ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ	52
3.1 Транспортні характеристики вантажів.....	52
3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та документальне оформлення морського перевезення	56
3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна	60
3.4 Складання вантажного плану	63

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу	65
4 ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА	68
4.1 Розрахунок водотоннажності і координат центра ваги судна	68
4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності	72
4.3 Контроль остійності за матеріалами інформації	74
4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності	75
4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності.....	77
4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності.....	82
4.7 Контроль загальної поздовжньої міцності судна	83
5 ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ, ЩО МІСТИТЬ ОКЕАНСЬКИЙ ПЕРЕХІД.....	86
5.1 Основні складності вибору навігаційного переходу через океан.....	86
5.2 Огляд основних методів і засобів при виборі оптимального маршруту	88
5.3 Основні рекомендації по вибору оптимального маршруту	100
6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ.....	103
6.1 Рейсове завдання	103
6.2 Розрахунок кількісних експлуатаційних показників роботи судна в рейсі.....	104
6.3 Розрахунок якісних експлуатаційно-економічних показників роботи судна в рейсі.....	107
6.4 Прогнозування роботи судна за експлуатаційний період.....	109
6.5 Оцінка ефективності виконаного рейсу і роботи судна за експлуатаційний період.....	110
7 ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ.....	113
7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту	113
7.1.1 Вихідні дані (сценарій виникнення надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту).....	113
7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території	113

7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат	121
7.1.4 Стандартні робочі процедури по залишенню судна після здійснення терористичного акту, що призвів до незворотних руйнувань судна.....	122
ВИСНОВКИ	126
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	129

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Задачею будь-якого навігаційного переходу є забезпечення безпеки мореплавства і ефективне перевезення вантажу в найкоротший термін або з мінімізацією часу, витраченого на транспортування вантажу від відправника до одержувача. Судноплавні компанії або операторські компанії, власники вантажу та інші учасники транспортного процесу прагнуть знайти можливість економії часу.

Оскільки будь-який рейс судна завжди починається із планування, зокрема зі складання судноводієм плану переходу (Passage/Voyage Plan) і виконання попередньої прокладки на морських навігаційних картах, метою даного дослідження є складання процедури вибору найвигіднішого шляху при океанському переході з урахуванням штормового прогнозу погоди. У цьому випадку критерієм оптимальності буде найкоротший час доставки вантажу від причалу до причалу. Очевидно, необхідно розглядати й інші критерії оптимальності, однак саме даний критерій найбільш часто зустрічається на практиці та тісно пов'язаний з іншими.

Метою роботи є складання процедури вибору найвигіднішого шляху при океанському переході з урахуванням різних критеріїв. У цьому випадку критерієм оптимальності буде найкоротший час доставки вантажу з однієї точки в іншу.

Об'єктом дослідження є процес вибору оптимального навігаційного шляху.

Предметом дослідження є критерії оптимального маршруту.

Методи дослідження: метод аналізу, ситуаційний підхід.

Наукова новизна роботи полягає у розробці рекомендацій з вибору оптимального шляху з урахування складних умов плавання.

Практичне значення полягає у можливості використання результатів проведеного дослідження судноводіями при виборі маршруту плавання.

РОЗДІЛ 1
ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

Основні відомості про судно «Торкарі», на якому виконується комплексна проробка рейсу представлені у вигляді табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

1	2	3
1.	Назва судна	Торкарі
2.	Тип судна	General cargo vessel
3.	Позивний сигнал судна	3FBW7
4.	ІМО №	9133757
5.	ММСІ №	373251000
6.	Рік і місце будівництва	1997 р., Н. Cegielski – Poznan S.A.
7.	Клас Регістра	Bureau Veritas +100 A5
8.	Порт приписки	Valletta, Malta
9.	Судновласник:	Statu Gemi Kiralama ve Ticaret Ltd Sti
10.	Менеджмент:	Statu Chartering & Shipping Agency Ltd
11.	Довжина найбільша (L), м:	125,47
12.	Довжина між перпендикулярами (L_{LL}), м:	114,9
13.	Ширина найбільша (B), м:	20,1
14.	Висота борту до верхньої палуби (H), м:	10,5

Продовження табл. 1.1

1	2	3
15.	Найбільше осідання (Т), м:	$T_z = 7,79$; $T_L = 8,1$; $T_T = 8,28$
16.	Осадка (Т) в повному вантажу і порожньому, м:	$T_{max} = 8,1$; $T_{min} = 3,7$
17.	Водотоннажність, т: в повному вантажу (Δ): порожньому (Δ_0):	12931,7; 3951,7
18.	Повна вантажопідйомність (Δ_w), т:	8980
19.	Головний двигун: тип: потужність, кВт/к.с: частота обертання, об/хв.:	B&W 8L35MC Diesel; 4481 / 6092 200
20.	Режими роботи головного двигуна	самий повний вперед, повний переде, середній вперед, малий вперед, малий вперед, малий назад, малий назад, середній назад, повний назад
21.	Швидкість судна, вузл.: завантаженого: в баласті:	13,8; 14,5
22.	Гребний гвинт: кількість лопастей, од.: діаметр та крок гвинта, мм.: дискове відношення: напрямок обертання:	гвинт фіксованого кроку 4; 5000; 3100; 0,62; правого обертання
23.	Тип керма:	Напівбалансирний
24.	Тип стернової машини:	Електрогідравлична, FRYDENBO TYP HS/120D

Продовження табл. 1.1

1	2	3
	підрулюючий пристрій:	носовий типу В-1
25.	Судова електростанція: Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам районів А3 та включає в себе:	VHF RT2048, VHF DSC RM2042, SART(2), NAVTEX RECEIVER NT-900, EPIRB, VHF Portable (3), HF SSB RE 2100, HF SSB DSC WATCHRECEIVER RM 2150, Inmarsat - C
26.	Валова реєстрова місткість (GT):	7708
27.	Чиста реєстрова місткість (NT):	3520
28.	Добова витрата палива, т/добу: на ходу: важке паливо (HFO): дизельне паливо (DFO):	9,9; 0,95
	на стоянці: важке паливо (HFO): дизельне паливо (DFO):	- 2
29.	Координати центру мас порожнього судна, м:	Z = 9,4; X = -8,04

Наведені характеристики використовуються в розрахунках в наступних розділах.

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна

1. Схематичний план бокового виду судна представлено у формі рис. 1.1.
2. План верхньої палуби судна (вид зверху) показано на рис. 1.2.

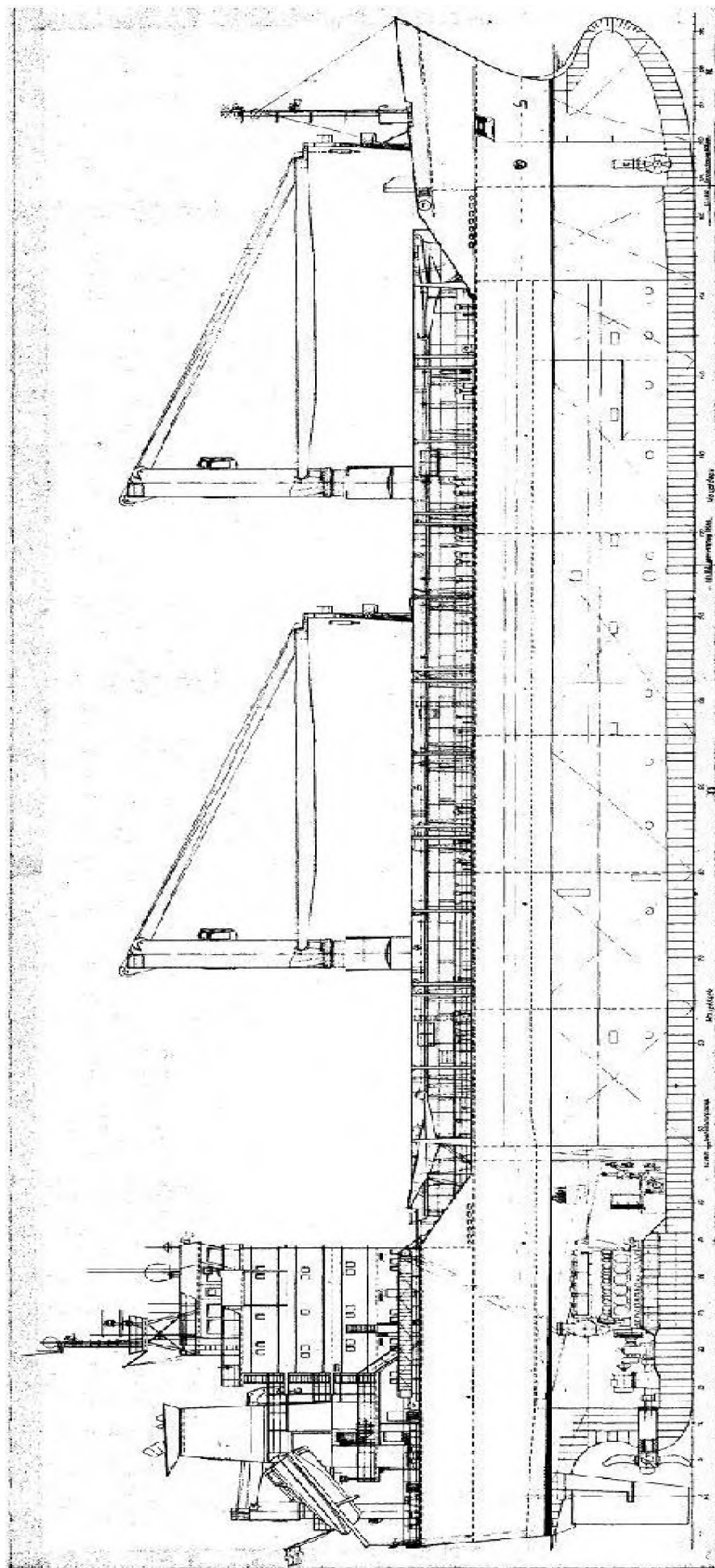


Рисунок 1.1 – Боковой вид судна «Торкарі»

3. Вантажна шкала судна показана на рис. 1.3.

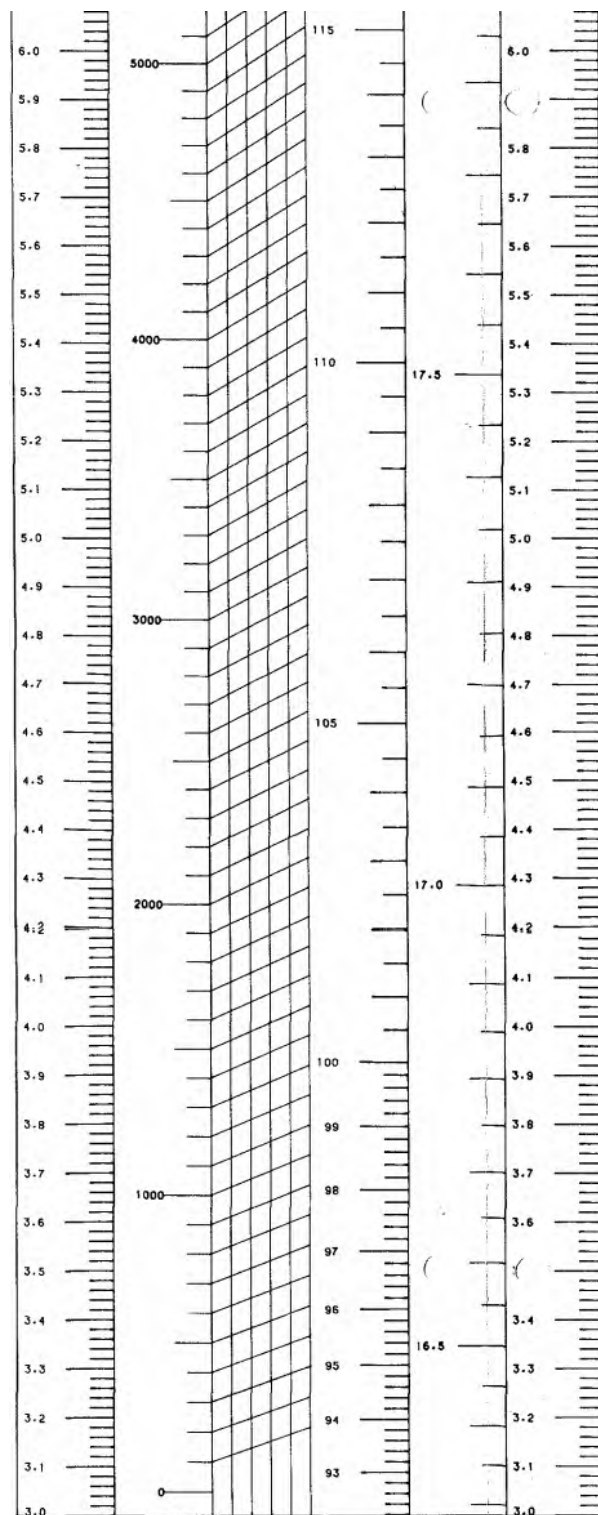
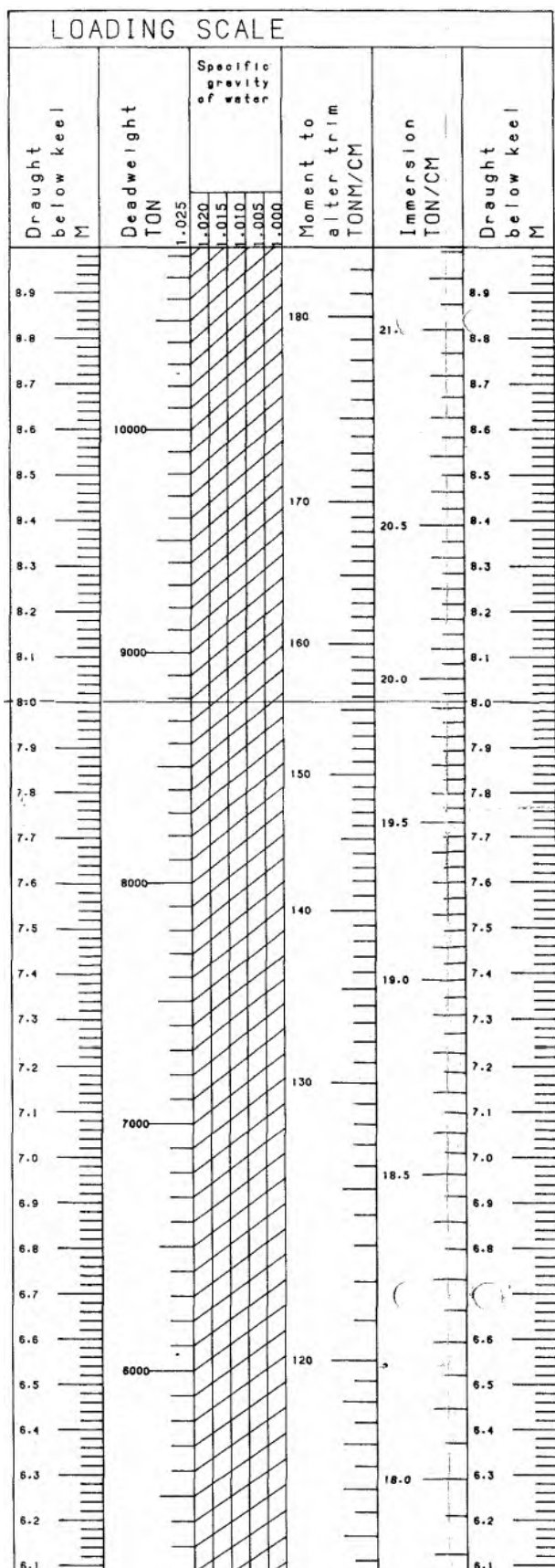


Рисунок 1.3 – Вантажна шкала судна «Торкарі»

1.3 Маневрені характеристики

Маневрені характеристики судна представлені на рис. 1.4 (фото «Wilhouse poster» розміщеного на містку судна).

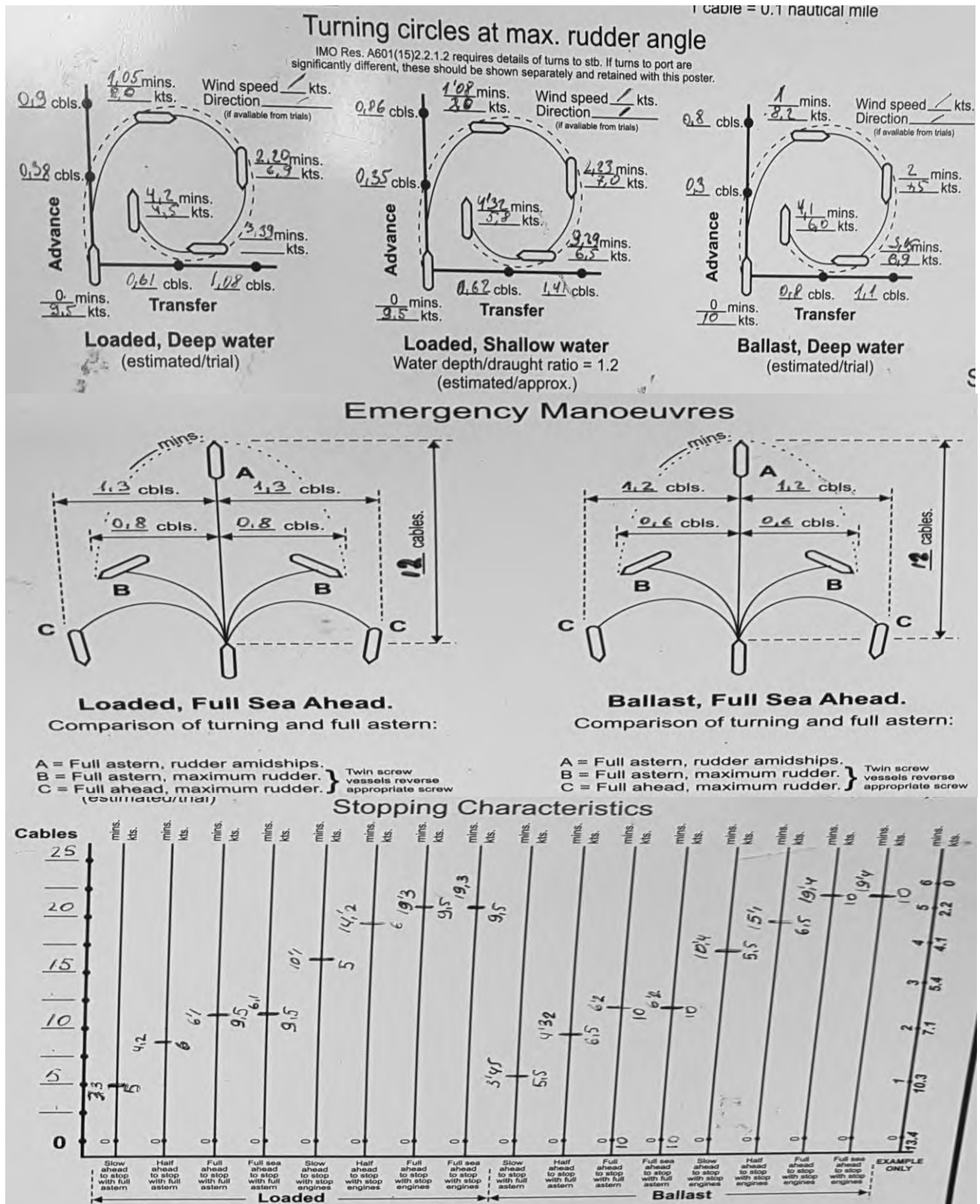


Рисунок 1.4 – Маневрені характеристики судна «Торкарі»

1.4 Навігаційне обладнання

Навігаційне устаткування судна представлено у формі табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Технічні засоби навігації

Прилад, система	Тип, марка
Гірокомпас	YOKOGAWA Denshiki, Co; KX201A
Автокермовий пристрій	YOKOGAWA, PT-500
Ехолот	JRC JFE-680
Магнітний компас	SARACOM, TM-42
ARPA	JRC, JMA-9122-6XA; JMA-9132-S1A
Лаг	DOOPLER LOG, JRC JLN-205
AIS	JRC JHS-182
DGPS	JRC NCZ-777
Факсимільний принтер	JRC JAX-9B
ECDIS	JRC JAN-901B

Точносні характеристики ТЗН судна представлено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Точносні характеристики ТЗН на судні

Тип, марка ТЗН	Умови	Вимірювані навігаційні параметри	СКП одного виміру	Модуль градієнта параметра
1	2	3	4	5
ARPA JRC JMA-9122- 6XA (X-BAND)	ел. візир шкала 0,5 шкала 3,0-6,0	пеленг відстань відстань	1,0° 15м 1,5%	57,3° /D 1 1
ARPA JRC JMA-9132- S1A	ел. візир шкала 0,5 шкала 3-6	пеленг відстань відстань	1,0° 15м 1,5%	57,3° /D 1 1

Продовження табл. 1.3

1	2	3	4	5
(S- BAND)	шкала 12-48	відстань	0,6%	1
Гірокомпас YOKOGAWA Denshiki, Co; KX201A	рухоме судно	курс/пеленг	0,5°	57,3° /D
Ехолот JRC JFE-680	глибина 0-20 глибина 20-2000	глибина глибина	0,1м 1-1,5%	-
Лар DOOPLER LOG, JRC JLN-205	Швидкість відн. води Швидкість відн. ґрунту	швидкість	-	-

Оснащення ТЗН судна відповідає вимогам Конвенції СОЛАС-74.

1.5 Забезпечення непотоплюваності

Вся інформація про непотоплюваність судна міститься в папці «Damage stability booklet». Там розглянуто випадки аварій з різною кількістю затоплених відсіків і різним типом затоплених відсіків. Так само ця інформація дублюється у вантажному комп'ютері.

Корпус судна є герметичним, за винятком кришок трюмів і горловини ланцюгового ящика. Кришки міцно прилягають до комінгсу. Вода, яка потрапила в трюм або до горловини ланцюгового ящика може бути легко відкачано осушувальною системою. Всі інші закриття в корпусі судна герметичні.

Схема водонепроникних переборок повинна бути на кожному судні та використовується при заході судна до доку, або аварійних операціях.

Баластна система складається з танків подвійного дна, бортових танків, клапанів, трубопроводів, 2-х баластних насосів продуктивністю 700 м³/год. кожен. Основні клапана баластної системи є електричними або електрогідравлічними, тому управління баластною системою здійснюється зі спеціального пульта (AMS) в судновому офісі (ship's Office). Там є стенд з наочною баластною системою, з кнопками відкриття і закриття клапанів, а також датчики рівня всіх баластних танків.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

Загальні вимоги відносно планування переходу втримуються у вимогах кодексу по підготовці і дипломуванню моряків і несенню вахти (ПДНВ-78/95) у розділі А-VIII/2, частина 2, які формуються в такий спосіб:

1. Майбутній рейс повинен плануватися заздалегідь, беручи до уваги всю наявну до цього інформацію;

2. Старший механік повинен, проконсультувавшись із капітаном, визначити заздалегідь потреби майбутнього рейсу, беручи до уваги потреби в паливі, воді, мастильних матеріалах, хімікатах, видаткових і інших запасних частинах, інструментах, запасах і інших вимог;

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

4. По завершенню перевірки запланованого шляху, беручи до уваги всю стосовну до нього інформацію, запланований шлях повинен бути прокладений на відповідних мапах і бути постійно доступним для вахтового помічника капітана, який перше ніж лягти на відповідний курс, зобов'язано перевірити його;

5. Якщо в ході рейсу ухвалене рішення про зміну наступного порту заходу або якщо необхідно суттєво відхилитися від запланованого шляху з інших причин, змінений шлях повинен пророблятися заздалегідь, перше ніж він буде суттєво змінений.

Планування переходу і його виконання містить у собі чотири послідовні фази:

1. Оцінка (Appraisal);
2. Планування (Planning);
3. Виконання (Execution);
4. Керування (Monitoring).

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

- Каталог мап і книг (Catalogue of Admiralty Charts and Publications NP131);
- Навігаційних мап (Charts) – необхідно з'ясувати, на якій картографічній основі складені карти, щоб підвищити вірогідність прокладки на ній обсервацій, отриманої по навігаційних супутниках;
- Океанські шляхи світу (Ocean Passage For the World) – містить відомості про кліматичні особливості районів миру, про системи океанських плинів;
- Маршрутні і лоцманські довідкові карти;
- Лоцїї (Pilot Books, Sailing Directions);
- Перелік вогнів і сигналів (Admiralty List of Lights and Fog Signals);
- Таблиці приливів (Tide Tables);
- Повідомлення 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 із трьох етапів:

- Трансокеанський перехід і відкриті морські води;
- Прибережні води і вузькості;
- Ділянки лоцманської проводки.

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

портами, розраховують на перехід з урахуванням штормового запасу необхідна кількість бункера, мастил, води, провізії.

Прибережне плавання і плавання в стиснутих водах вимагає значно більшої уваги. Шлях вибирають осторонь від небезпек з урахуванням систем поділу руху. Беруть до уваги національні вимоги і обмеження при проходженні територіальних вод. Ураховують час проходження найбільш складних ділянок, освітленість на цей час, дії приливних плинів і т.п.

При плануванні плавання по ділянках лоцманської проводки необхідно враховувати маневрені елементи свого судна, співвідношення опади і глибин під кілем, збільшення опади від швидкості і від крену на повороті, зміна швидкості, необхідне для встановлення часу проходження, коли можуть виникнути обмеження при підході вночі або залежно від висоти припливу. При виконанні переходу головним завданням є контроль над безпечним плаванням судна по маршруту, заданому попередньою прокладкою шляхом безперервного ведення виконавчої прокладки. Керування переходом покладає на капітана судна, який є координуючою ланкою при оцінці переходу, його плануванні і виконанні.

2.2 Оцінка запланованого переходу

Відомості про підібрані карти зведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Перелік паперових карт на перехід

Тип карти	Cell No.	Назва карти	Дата випуску
1	2	3	4
паперова	1322	Ports and Anchorages in Central West Africa	Jun. 2012
паперова	3328	Libreville to Gamba	Mar. 2005

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4
паперова	4021	South Atlantic Ocean Eastern Part	Apr. 2020
паперова	4209	Freetown to Luanda	Oct. 2015
паперова	4215	Recife to Dakar	Jun. 2011
паперова	3118	Lagos to Gamba	Oct. 2017
паперова	595	Sassandra to Lagos	Mar. 2010
паперова	3139	Monrovia to Sassandra	Apr. 1994
паперова	1363	Cape Saint Ann to Monrovia	Jun.1991
паперова	601	Conakry to Cape Saint Ann	Jul. 2012
паперова	612	Port Kamsar to Conakry	Dec. 1991
паперова	611	Cabo Roxo to Port Kamsar	Dec. 2010
паперова	1147	Cabo Roxo to Monrovia	Apr. 1995
паперова	3135	Nouakchott to Bissau and Arquipelago de Cabo Verde	May. 2017
паперова	1664	Riviere Saloum to Ilheu de Caio	Oct. 2002
паперова	1663	Saint-Louis to Riviere Saloum	Oct. 2002
паперова	1000	Approaches to Dakar Baie de Goree	Mar.2009
паперова	1001	Dakar Port and Roadstead	Feb.2016

Список публікацій на перехід представлено у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Перелік публікацій на перехід

Номер	Назва посібника	Дата випуску
1	2	3
202	Admiralty Tide Tables Vol. 2, North Atlantic Ocean and Arctic Regions, 2020 Edition	2020

Продовження табл. 2.2

1	2	3
1	Admiralty Sailing Directions NP1 Africa Pilot Vol 1, 18th Edition 2017	2017
2	Sailing Directions Baltic Pilot, Vol. 1 18th Edition 2018	2018
281(1)	Admiralty List of Radio Signals. Part 1, Maritime Radio Stations: Europe, Africa and Asia	2019
282	Admiralty List of Radio Signals. Radio Aids to Navigation, Satellite Navigation Systems, Legal Time	2019
283(1)	Admiralty List of Radio Signals. Part 1, Maritime Safety Information Services: Europe, Africa and Asia	2019
284	Admiralty List of Radio Signals. Meteorological Observation Station	2019
285	Admiralty List of Radio Signals. GMDSS	2019
286(8)	Admiralty List of Radio Signals. Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations Africa (excluding Mediterranean Coast), Red Sea and the Persian Gulf, 1st Edition 2020	2020
136	Ocean Passages of the World, 5 th Edition 2004.	2014
323	Star Finder and Identifier.	
	Brown's Nautical Almanac.	2020

Підібрані матеріали охоплюють весь район плавання.

2.2.1 Підготовка до прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

З посібника ALRS 283 вибираємо інформацію, необхідну для одержання

факсимільних карт погоди на маршруті переходу, яку зводимо в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

№ п/п	Радіостан- ція	Позначення, та кордон карти	Зміст передачі	Час передачі
1	Durban, South Africa	B 5°S,10E; 5°S,45°E; 20°N,10E; 20°N,45°E	Surface analysis Ocean fronts Sea surface temperature Thickness/GPH analysis Sea and swell 24h prognosis Significant winds 48h,72h,96h prognosis	00h 00m 12h 00 m 01h 36m 13h 36 m 14h 00m 08h 12m 11h 12m 08h 24m 21h 24m
2	Boston NMF	2,3 - 1:15000000	Surface analysis (NE Atlantic);	06:00, 18:00 UTC

З посібника ALRS 285 вибираємо інформацію про райони NAVAREA і станціях NAVTEX по маршруту переходу.

Данні зводимо в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Райони NAVAREA, станції NAVTEX на переході

№	Район переходу	Район NAVAREA	Станції NAVTEX	Коорд. NAVAREA
1	Atlantic-East	II	Dakar	France

З посібника ALRS 286 визначаємо наявність по маршруту контрольних постів, районів, де здійснюється керування рухом суден постами СУРС, розв'язують питання про зв'язок з контрольними станціями і постами – строках, формі та способах подачі інформації. З'ясовують деталі зв'язку з лоцманськими станціями і операторами терміналів у портах. Отримані відомості зводять у табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Зв'язок на переході, СУРС

№	Станція	Спосіб зв'язку	Канали, частоти	Примітки
1	2	3	4	5
1	Elf-Gabon Pilots, Gabon	VHF	16, 72 +244 (2312)391141 +244 (2312)22256	Pilotage to Cape Lopez Terminal is assumed by Elf-Gabon Pilots, while pilotage to Pointe Clairette Terminal depends on Port Gentil Harbour Authority.
2	AMVER	Telephone Fax Telex	+230 127594 +1 212 6687684 +230 127594	Operated by USCG, provides aid to SAR ops. Call nearest RCC, voluntary.
3	Dakar Pilot Station	VHF	16, 13	30 miles before Pilot Area; 1 mile before PBA

Зв'язок забезпечено на всьому переході.

2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

Узагальнюючи основні погодні умови складемо таблиці в яких наведено гідрометеорологічні характеристики на переході.

В табл. 2.6 представлені узагальнені метеорологічні данні.

Таблиця 2.6 – Атмосферний тиск і розшифровка «роз вітрів»

Характеристики за ділянками	Порт-Жантіль		Дакар	
Атмосферний тиск, мм. р. ст.	754,5		756	
Направлення вітру	Повторюваність вітру, %		Повторюваність вітру, %	
N	1		24	
NE	15		1	
E	21		1	
SE	25		1	
S	13		2	
SW	4		7	
W	2		21	
NW	5		29	
Результуючий вітер	Направл., румб	NW	Направл., румб	NE
	швидк., м/с	3,5	швидк., м/с	4
Максим. швидкість вітру, м/с	Спост.	4	Спост.	4
	Розрах.	5	Розрах.	6
Повторюваність штилів, %	14		14	
Схема «Рози вітрів»	Відображено на графічному плані		Відображено на графічному плані	

В табл. 2.7 представлені данні, щодо гідрометеорологічних умов.

Таблиця 2.7 – Видимість, водний і тепловий режим атмосфери, гідрометеорологічні характеристики

Характеристики за ділянками		Порт-Жантіль	Дакар
Температура повітря, °С		27	28
Температура води, °С		25	26
Відносна вологість, %		82	85
Повторюваність туманів, діб		5	-
Видимість менше 2 миль		0	1
Хмарність, бали		5	4
Солоність води, ‰		34,33	34,12
Щільність води		1,025	1,020-1,025
Постійні течії	назва	Бенгальська	Канарське
	направлення	Північний напрямок	Південний напрямок
	швидкість, вузл	1,5	До 1
	стійкість	55	75
Швидкість приливних течії, вузл		>2	≈2,5
Висота хвиль, м	середня	1	1,4
	максимальна	2	2
Період хвиль, с		10	11

Описані метеорологічні умови охоплюють весь район плавання.

2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні

Порт відходу: Порт-Жантіль (Габон)

Порт-Жантіль (також відомий як Манджі) розташований на південному боці Бай-дю-Кап-Лопес, що знаходиться на крайньому заході Габону, на

узбережжі Атлантичного океану. Порт є другим за величиною в Габоні і адміністративний центр провінції Огове-Марітім. В порту діє компанія Portek International з Сінгапуру, що експлуатує причали для обробки насипних та нафтових вантажів. Це єдиний порт на узбережжі Габону з послугами бункерування. Прісна вода та продовольство доступні. Існує навантажувальний термінал Cap Lopez Oil приблизно в 10 км на північ від порту.

Експорт включає деревину, фанеру, пальмову олію та нафту. Імпорт включає генеральні вантажі та нафтопродукти.

Показники перевезень: приблизно 2500000 т вантажів та 220 суден щороку.

Вантажна марка: тропічна.

Глибини в порту 10,1-15 м

Береги в затоці Лопез - низькі, покриті мангровими кущами. У затоку впадають 3 річки: Оранжа, Конджу і Йомбі. Глибини на підході до порту досить великі 25-30 метрів.

Біля мису Лопез середній рівень сізигійного приливу 1,5 метра, а квадратного 0,7 метра. Щільність води становить 1,025 г/см.

Судна заходять в порт для бункерування, поповнення запасів або зміни екіпажу, можуть ставати на якір в обмеженій зоні тільки після дозволу капітана порту. Для цих цілей прийом лоцмана не обов'язковий. Судна, які стоять на якорі в обмеженій зоні повинні нести безперервну вахту на 14 і 12 каналах УКХ.

Підхід до нафтового терміналу або комерційного причалу може бути виконаний в будь-який час доби. Як правило, судна запитують дозвіл кинути якір на внутрішньому рейді, з ціллю завантаження лісу повинні ставати на якір тільки в світлий час доби. Відхід з внутрішнього рейду дозволений в будь-який час.

Судна повинні відправляти ЕТА за 48 і 24 години до приходу в порт. Зовнішній рейд. В межах затоки Лопез, судна можуть ставати на якір за межами портових вод, з глибинами в 30 метрів, в 3,5 милях на північний схід від Pointe Clairette. Тип ґрунту в цьому місці – глина. Ця якірна стоянка добре захищена від хвиль. Судна, які очікують прийняття лоцмана на борт, можуть кинути якір в

межах обмеженої зони, на глибині приблизно в 28 метрів в 3 кабельтових до ПС від портового маяка.

Лоцманська проводка, обов'язкова для всіх суден понад 150 GT і доступна 24 години. Точка прийому лоцмана розташована в 5 мілях до ПС від мису Лопез. Буксири обов'язкові для суден місткістю понад 150 GT.

Основним береговим орієнтирів є маяк Pointe Clairette знаходиться в точці з координатами 00° 40`8 S; 008° 46`9 E. Щодо цієї точки знаходяться 2 інших орієнтира. Водонапірна вежа в 1,5 милях на ПС і друга водонапірна вежа в 3,5 метрах на південь від Pointe Clairette.

Залив Лопез оточений банками і затопленими і напівзануреними судами і баржами. В затоці досить велике скупчення риболовних суден, так як в порту розташований досить велика рибпромислова база. В затоці розташовані бурові платформи і баржі.

В порту знаходяться невеликі доки для суден з водотоннажність до 600 т. В порту може бути проведений невеликий ремонт.

Постачання. Бункеровка проводиться у «Комерційного» причалу і на внутрішньому рейді. Поповнення запасами прісної води і провізією можливо тільки біля причалу.

План порту представлена на рис. 2.1.

Для оформлення відходу з порту необхідно підготувати наступні документи:

1. Stowage Plan;
2. Bills of Lading;
3. Manifest;
4. Crew List;
5. Stores List;
6. Certificate of Registry;
7. Safety Construction Certificate;
8. Safety Equipment Certificate;
9. Safety Radio Telegraphy Certificate;

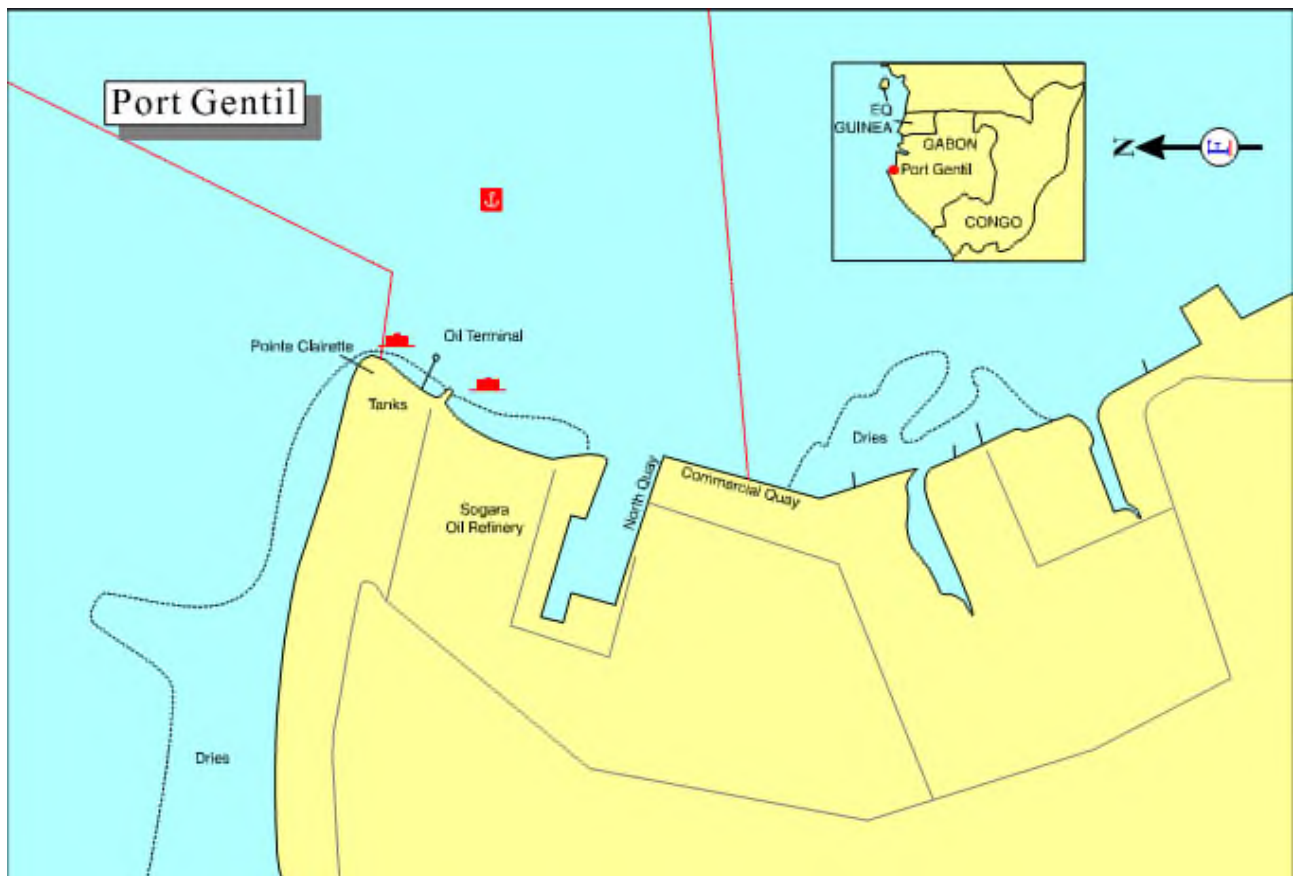


Рисунок 2.1 – План порту Порт-Жантіль

10. International Oil Pollution Prevention Certificate;
11. Load Line Certificate ;112. Machinery Certificate;
13. Hull Certificate;
14. Ship Sanitation Control Exemption Certificate (SSCEC);
15. Vaccination Certificates;
16. Last Port Clearance;
17. International Tonnage Certificate;
18. Oil Record Book;
19. Classification Certificate;

Порт приходу: Дакар (Сенегал)

Дакар розташований на центральному західному узбережжі Сенегалу. Дакар – це столиця та головний порт Сенегалу, порт є безпечною захищеною гаванню, утвореною двома пристанями. Порт розділений на дві зони, Північну

та Південну, розділені рибальським портом, з понад 40 причалами та глибинами до 12,0 м.

Підхід до порту не створює особливих проблем, і хороший якірний майданчик знаходиться на глибині близько 15,0 м. Глибина входу становить 11,0 м, а внутрішні шляхи просторі, забезпечуючи широкий простір для маневрування.

Експорт: мелені горіхи, олія, макуха, камедь, золото, сизаль, капок, шкури, фосфати, борошно та цемент.

Імпорт: бавовна, металеві вироби, мазутне паливо, бензин, вино, вугілля, цукор та кукурудза.

Показники перевезень: приблизно 3000 суден, 12200000 т вантажу та 454000 TEU щороку.

Вантажна марка: тропічна.

Гідрометеорологічні відомості. В районі молів порту спостерігається постійне протягом.

Навігаційне обладнання. У порту обладнані створні вогнів.

Лоцманська служба. Лоцманська проводка обов'язкова і доступна 24 години. Лоцманська станція знаходиться в середині Південного молу. Танкери має обумовити процедуру і точку прийому лоцмана з капітаном порту на каналу УКХ радіозв'язку 12; 14; або 16. Точка прийому лоцмана знаходиться в 0,5 - 1,5 милях на північ від головного хвилерізу.

Портові засоби та обладнання: В порту є буксири, ліхтери і два плавучих крана вантажопідйомністю 125 т. Причали порту обладнані кранами вантажопідйомністю до 6 т. До причалів підведені залізничні колії і електроенергія.

Постачання: Продовольство і воду можна отримати в достатній кількості. Вода може бути прийнята у набережних або доставлена Водолія.

Рідке паливо, подача 250-1000 т/год. Воно може бути прийнято у набережної або з нафтоналивних суден.

Санітарно-карантинна служба:

Зв'язок суден з берегом здійснюється тільки після дозволу санітарної влади порту. У порту є карантинна станція; можна зробити дератизацію та дезінфекцію. Приливні течії на рейді Дакар незначні.

Схема порту представлено на рис. 2.2.

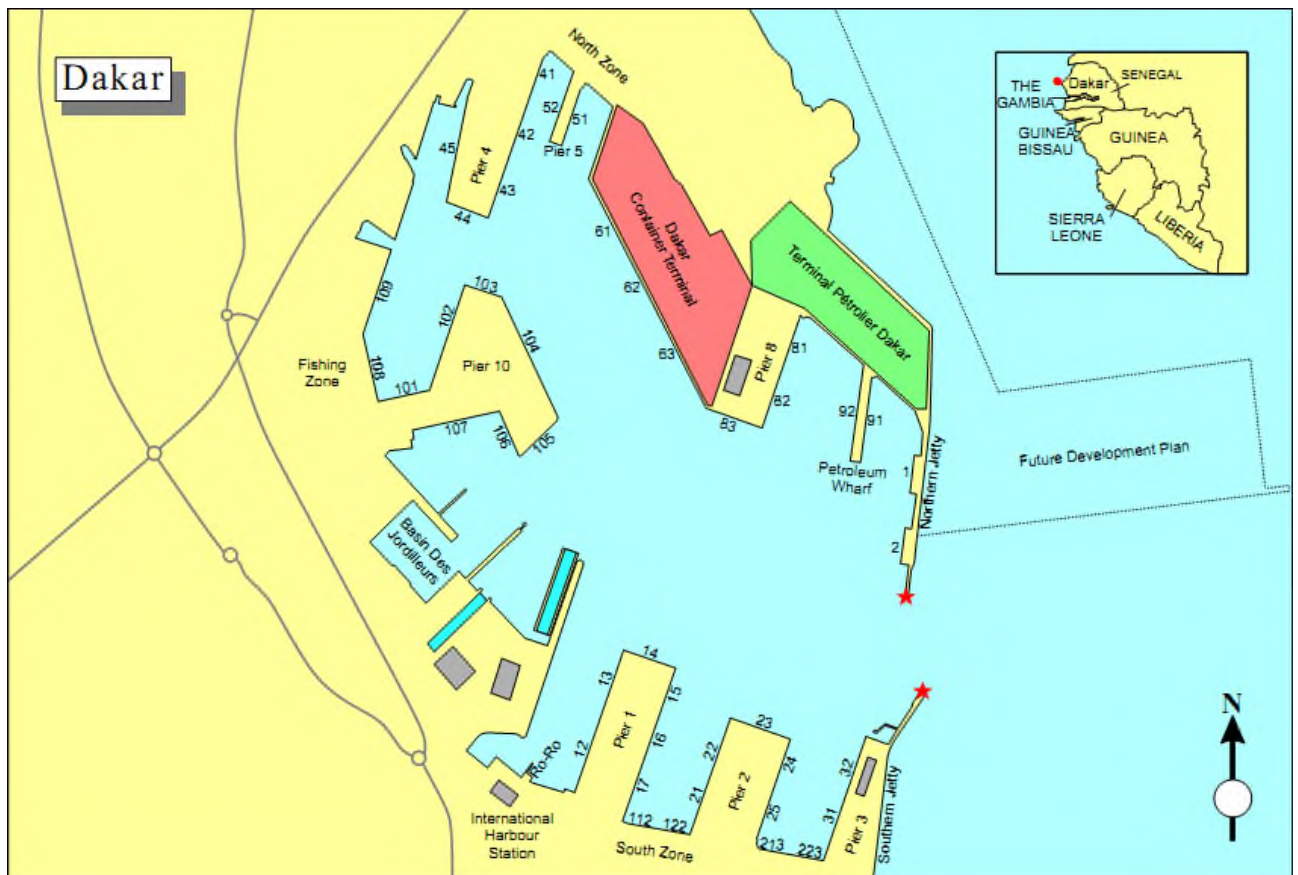


Рисунок 2.2 – Схема порту Дакар

Документація для оформлення судна:

1. Stores List – 5;
2. Crew Personal Effects List – 5;
3. Crew List – 8;
4. Certificate of Registry;
5. Load Line Certificate;
6. Радіо сертифікат – 1;
7. Обладнання сертифікат – 1;

8. Морська медико-санітарна декларація (якщо із зони жовтої лихоманки)
Список ЗНО, які зустрінуться на переході показаний у табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – ЗНО використовувані на переході

№	Назва	Координати φ λ	Дальність бачення, миль	Характеристики
1	Cap du Phare	00°40,8 S 008°46,9E	11	FL.R. 8s
2	Ilheu Gago Coutinho	00°00,4 S 006°31,5E	12	Fl (2) 10s
3	Cap Vert	14°43,4 N 17°30,2W	31	Fl W 5s
4	Baixos do Rio Grande	11°58,19 N 16°35,1W	12	Fl(3) 15s
5	Cap Manuel	14°39,0 N 17°26,0W	19	Fl R 5s
6	Ile de Goree	14°39,8 N 17°23,9W	W12/R8	Oc(2) WR 6s
7	Jetee Sud.H.	14°40,6 N 17°25,3W	8	Oc(4) R 12s

2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1 Розрахунок ортодромії

При виборі трансокеанського шляху необхідно використовувати рекомендації викладені в посібниках «Океанські шляхи світу», «The Mariners Handbook». «Ocean Passages for the World».

Найвигіднішим шляхом можна вважати той шлях, що був завершений у можливо найкоротший час, не був зв'язаний з необґрунтованим ризиком посадки на мілину або небезпеку зіткнення з іншими суднами, що відповідав рекомендованому маршруту і був обраний з урахуванням гідрометеорологічних факторів, що забезпечують схоронність вантажу. Основною, для вибору найвигіднішого шляху, як правило, є найкоротша відстань між двома точками. На поверхні сфероїда найкоротшою лінією між двома точками є геодезична лінія, на сфері – дуга великого кола. При виборі трансокеанського шляху необхідно розраховувати плавання по ортодромії.

Ортодромія є найкоротшою відстанню між двома крапками на земній сфері. Щоб вирішити питання про доцільність плавання по дузі великого кола, користуються таблицею 23-б МТ-75, у якій приведені різниця між довжиною локсодромії (S) і ортодромії (D) для двох точок, або по формулах.

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

В даному рейсі відсутній трансокеанський перехід, тому для прикладу розрахунків візьмемо перехід між крапками $\varphi_{\text{п}} = 000^\circ 00' \text{ N}$, $\lambda_{\text{п}} = 047^\circ 22' \text{ W}$ до крапки $\varphi_{\text{к}} = 49^\circ 17' \text{ N}$, $\lambda_{\text{к}} = 006^\circ 00' \text{ W}$.

Розраховую локсодромічний курс:

$$\operatorname{tg} k_{\text{л}} = \frac{P_{\text{Д}}}{P_{\text{МЧ}}} \quad (2.1)$$

Обчислюють довжину локсодромії:

$$S_{\text{л}} = P_{\text{Ш}} \times \sec K_{\text{л}} \quad (2.2)$$

Обчислюють довжину локсодромії в табл. 2.9.

Таблиця 2.9 – Розрахунки локсодромії

$\varphi_{\text{к}}$	$49^\circ 17,0 \text{ N}$	$\lambda_{\text{к}}$	$06^\circ 00,0 \text{ W}$	РМЧ	3398
$\varphi_{\text{п}}$	$00^\circ 00,0 \text{ N}$	$\lambda_{\text{п}}$	$47^\circ 22,0 \text{ W}$	Кл	43°
РШ	2957	РД	3202	Сл	4049

Визначити довжину ортодромії:

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

$$D = 4017 \text{ милі}$$

Виконаємо розрахунки плавання по ортодромії: Знаходимо λ_0 і Обчислюємо k_0 в табл. 2.10.

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\lambda_n - \lambda_k}{2} - \lambda_0\right) = \operatorname{tg} \frac{PД}{2} \times \sin 2\varphi \times \operatorname{cosec} PШ \quad (2.4)$$

Таблиця 2.10 – Курси і відстані при плаванні по ортодромії

№	Широта	Довгота	Курс	Відстань
1	10° 40,0 N	40° 00,0 W	35	768
2	23° 29,0 N	30° 00,0 W	37	958
3	33° 43,0 N	20° 00,0 W	41	808
4	41° 20,0 N	10° 00,0 W	46	660
5	46° 49,0 N	00° 00,0 W	53	542
6	49° 17,0 N	06° 00,0 E	58	281

Доцільність плавання по ортодромії рівна:

$$\Delta S = S_{л} - D = 4049 - 4017 = 32 \text{ милі} \quad (2.5)$$

Плавання по ортодромії не вигідно.

2.3.2 Складання маршрутних листів

Табличний план переходу (Маршрутний лист) є обов'язкової складової планування переходу. Його готують одночасно з розрахунками для графічного плану переходу.

На рис. 2.3 представлено маршрутний лист судна.

On completion of this Passage Plan, the following entry shall be made in the Bridge Logbook "Passage Plan completed. Voyage No: {add number)".

The completed Passage Plan is to be retained until completion of voyage

PASSAGE PLAN

WAYPOINTS TO BE SET NO CLOSER THAN 1NM FROM ANY INSTALLATION

Voyage Number	20/07
Departure Location	Port-Gentil (Gabon)
Departure Date / Time	02/04
Departure Draft (Fore / Aft / Mean)	7.43 7.45 7.47
Arrival Destination	Dakar (Senegal)
Estimated Arrival Date / Time	10/04

WPT	Latitude	Longitude	Way Point Remarks	Course to next WPT	Distance	Distance to go	Chart Number	Publications Used
WPT 1	00°39.50' S	008°48.00' E	Port-Gentil Pilot Station	020°	5.6	1911	1322	NP:2,77,202,283(1),286(3)
WPT 2	00°34.24' S	008°49.88' E	Cap Lopez	281°	159.9	1906.4	3118/595	NP:2,77,202,283(1),286(3)
WPT 3	00°02.99' S	006°13.02' E		286°	1010.6	1746.5	1147	NP:2,77,202,283(1),286(3)
WPT 4	04°51.28' N	010°26.01' W		315°	570.1	735.9	1664/1663	NP:2,77,202,283(1),286(3)
WPT 5	11°40.52' N	017°15.71' W		358°	165.5	165.8	1000	NP:2,77,202,283(1),286(3)
WPT 6	14°40.83' N	017°23.16' W		309°	0.3-	0.3	1000/1001	NP:2,77,202,283(1),286(3)
WPT 7	14°41.03' N	017°23.41' W	Dakar Pilot Station	-	-	-	1000/1011	NP:2,77,202,283(1),286(3)
WPT 8				°				
WPT 9				°				
WPT 10				°				

Remarks / Observations:

Master's Approval (Name / Signature / Date):

Date Original: 01 March 07
Revision Number: 1.1
Revision Date: 28 January 2008
Prepared by: Statu Gemi Kiralama ve Ticaret Ltd Sti
Approved by:

Form OP-13

Рисунок 2.3 – Маршрутний лист переходу Порт-Жангіль – Дакар

Маршрутний лист у хронологічному порядку відображає всі події протягом рейсу по переходу. Крапка повороту (waypoint) позначає основну подію. Наступні події між крапками переходу можуть бути представлені у вигляді попереджуючих крапок (alerts).

2.3.3 Графічний план переходу

Графічний план переходу представлений на рис. 2.4.

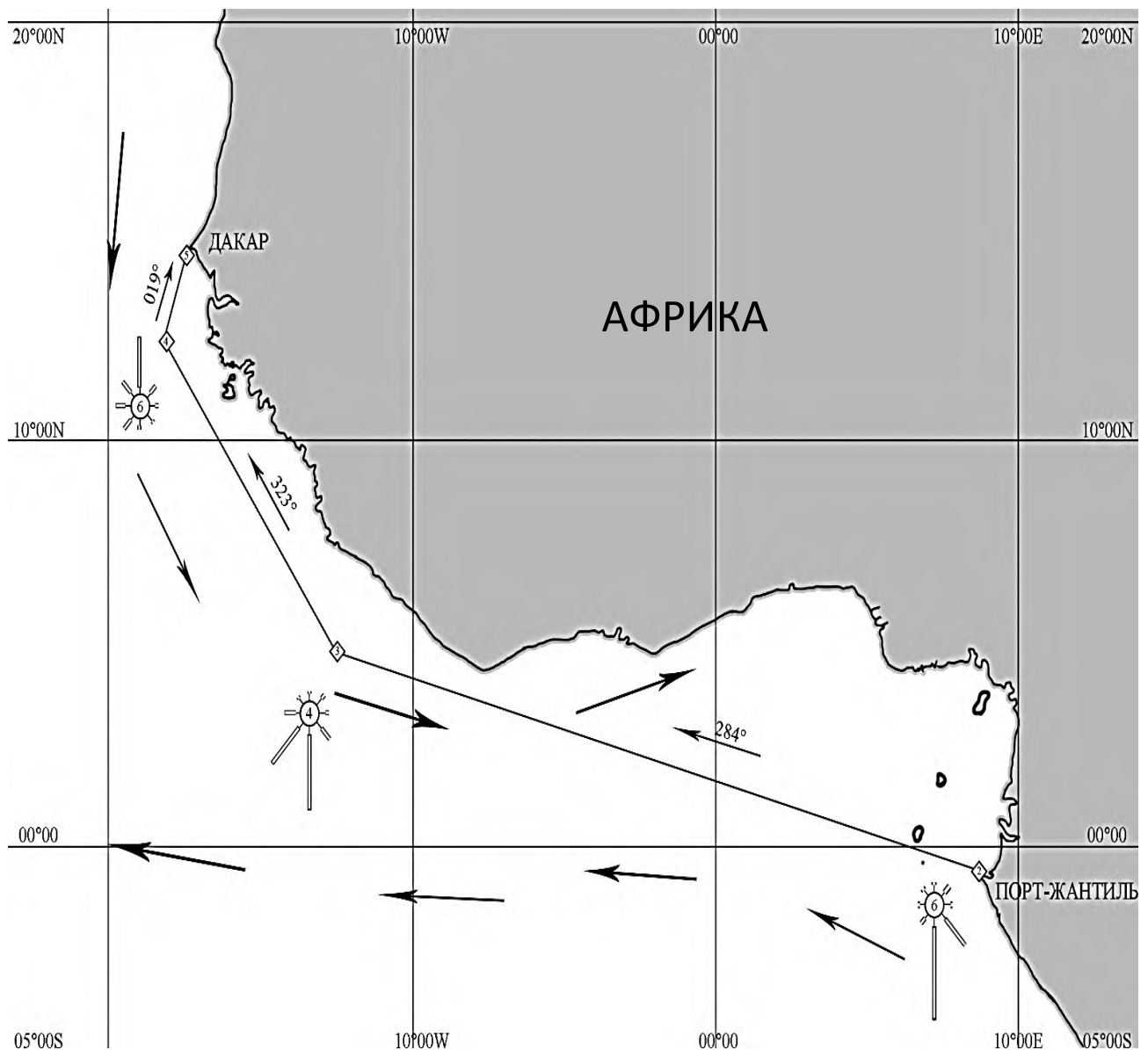


Рисунок 2.4 – Графічний план переходу

2.3.4 Розрахунок природної освітленості

Природня освітленість суттєво впливає на безпеку плавання, як про це свідчить аварійна статистика. Судноводію необхідно знати час настання цивільних і навігаційних сутінків, час заходу і сходу Сонця і Місяця.

На перехід була розрахована таблиця освітленості (табл. 2.11).

Таблиця 2.11 – Елементи освітленості

Дата	Початок нав. сутінків	Сонце				Кінець нав. сутінків	Луна			
		Схід		Захід			Схід, Тс	Вік, днів	Фаза %	Захід, Тс
		Тс	А	Тс	А					
02.04	05.07	05.56	092,1	18.36	267,2	19.24	09.09	3	21.13	02.04
03.04	05.03	05.52	091,5	18.39	268,3	19.29	10.12	4	21.53	03.04
04.04	04.58	05.48	093,5	18.40	267,4	19.31	11.17	5	22.28	04.05
06.04	04.46	05.37	091,3	18.34	271,8	19.26	12.17	6	22.59	06.05
07.04	04.31	05.24	090,8	18.25	271,4	19.19	13.12	7	23.29	07.04
08.04	04.15	05.10	091,4	18.19	269,8	19.15	14.07	8	23.29	08.04
09.04	04.59	05.56	090,7	19.10	269,3	20.08	15.54	9	01.03	09.04

У момент навігаційних сутінків проводяться виміри висот зірок і планет для визначення місця судна астронавігаційними способами, у момент заходу Сонця спускають Державний прапор, прапори і вимпели. Для проходу небезпечних ділянок, вузькостей, каналів, проток, входу або виходу в портах слід завчасно знати світлий час доби.

Виробнича діяльність судна також іноді залежить від світлого часу. Освітленість виконана на дати рейсу.

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 приливуотворюючими силами.

Рівень моря в даний фізичний момент називають миттєвим рівнем моря. Найнижчий рівень моря, що спостерігався в даному місці за певний інтервал часу, називають мінімальним рівнем моря, а найвищий – максимальним рівнем моря. Величина, отримана в результаті усереднення спостережуваних значень рівня за певний інтервал часу, називається середнім рівнем моря (СУМ). Імовірність того, що рівень моря рівний або перевищує задане значення, називається забезпеченістю рівня моря.

Нижче представлена табл. 2.12 повних і малих вод для портів.

Таблиця 2.12 – Час настання повних і малих вод

Порт-Жантіль		Дакар	
02/04	03/04	09/04	10/04
Тп	Тп	Тп	Тп
hп	hп	hп	hп
04:04	16:10	10:06	22:26
1,5	1,6	0,8	0,8
Тм	Тм	Тм	Тм
hм	hм	hм	hм
09:54	22:33	03:42	15:53
0,6	0,4	0,4	0,4

На рис. 2.5 і 2.6 показаний графік повної і малої води для портів Порт-Жантіль і Дакар відповідно.

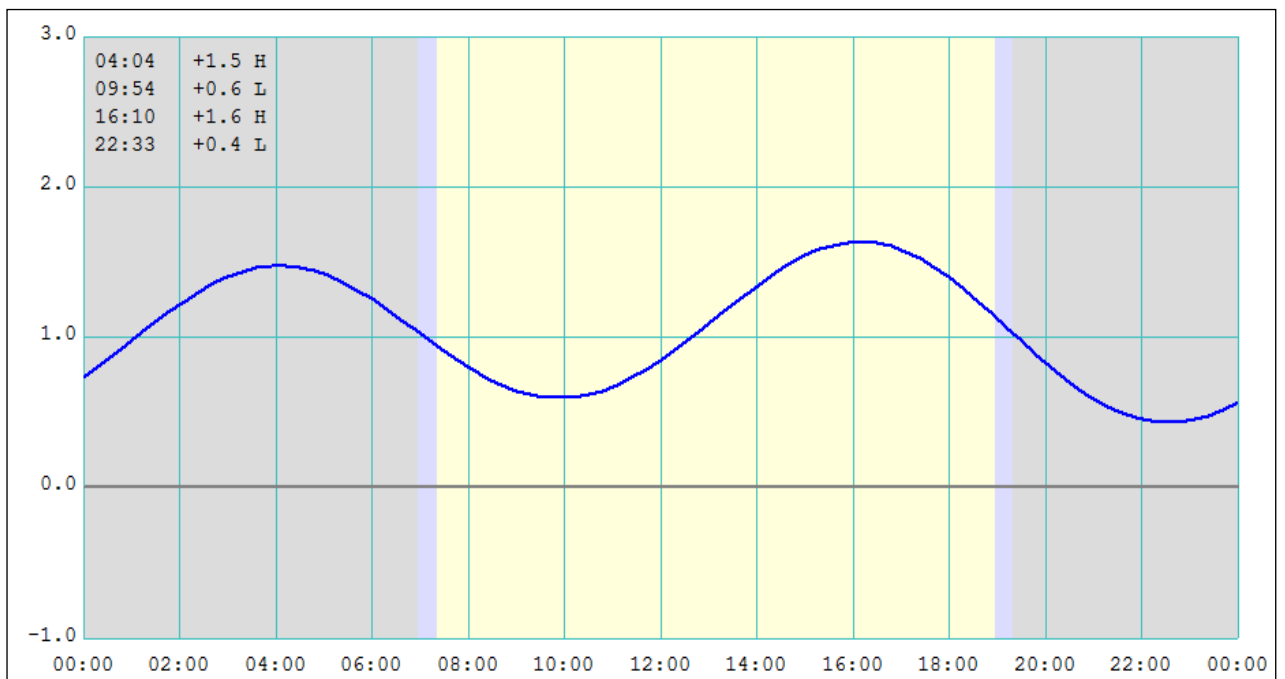


Рисунок 2.5 – Графік повної і малої води для порту Порт-Жантіль

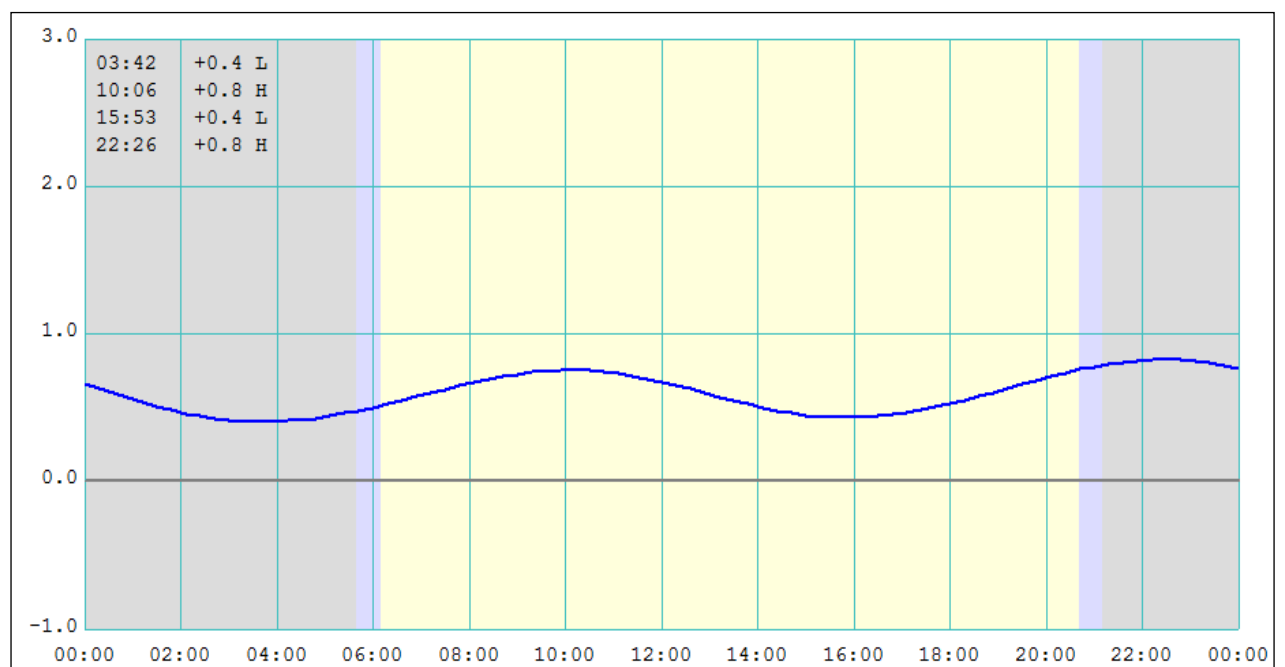


Рисунок 2.6 – Графік повної і малої води для порту Дакар

2.4 Висновки

В розділі розрахований рейс за маршрутом Порт-Жантіль – Дакар з навігаційної точки зору в повному обсязі, для чого були підібрані навігаційні

карти на перехід, навігаційні посібники, проведені відповідні розрахунки контролю запасу води під кілем, висот приливів та побудовані графіки, освітленість, описані данні по порам.

Рейс виконувався з 02.04 по 09.04. Між портами пройдена відстань в 1911 морських миль, що зайняло 7 діб 2 години і 24 хвилини.

РОЗДІЛ 3

ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ

3.1 Транспортні характеристики вантажів

В даному рейсі був представлений вантаж – контейнери.

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

На рис. 3.1 наведені типи і характеристики контейнерів, які представлені до перевезення.

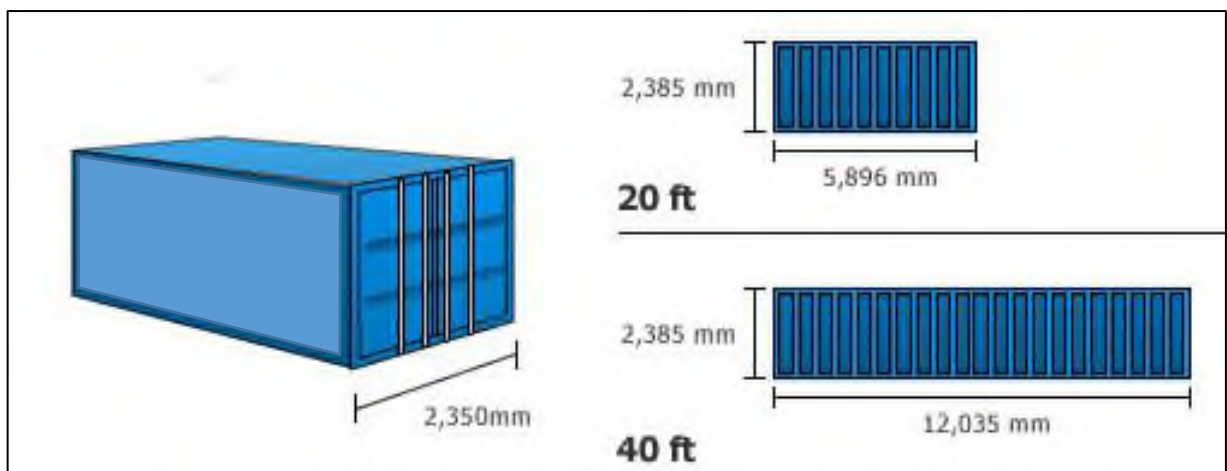


Рисунок 3.1 – Типи і характеристики контейнерів, які перевозяться

Основні типи контейнерів: звичайного типу – DC. Умови перевезення не вимагають більших витрат, необхідний лише кріплення, у випадки перевезення рефрижераторних контейнерів необхідне підведення електроенергії.

Вантажі в контейнерах повинні укладатися так, щоб виключалася можливість їх пошкоджень, переміщення вантажу всередині контейнера в

умовах морського перевезення і щоб навантаження на підлогу і тиск на стінки контейнера були рівномірними.

Двері контейнера повинні вільно закриватися і відкриватися, для чого при укладанні вантажу необхідно залишати вільний простір між вантажем і дверима контейнера: для контейнерів масою бруutto до 5 т – від 3 до 5 см, масою бруutto понад 5 т – 5 см. Прибивати вантажі або пристосування для їх кріплення (стійки, прокладки, клини та ін.) цвяхами, скобами або іншим способом до підлоги, стінок, стелі забороняється. При композитному завантаженні більш важкий вантаж повинен розташовуватися знизу, більш легкий і крихкий – нагорі. В один контейнер можуть бути поміщені ті вантажі, які сумісні за своїми фізико-хімічними властивостями.

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

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

Вантажі в контейнері приймаються і здаються за масою і пломбами вантажовідправників, по зовнішньому огляду справності контейнерів та пломб та відповідності відбитків на пломбах записи у транспортних документах. Після завантаження контейнер повинен бути опломбований вантажовідправником або за його дорученням експедитором, виконують завантаження контейнера. В окремих випадках, коли завантаження контейнерів за дорученням і за рахунок вантажовласника виконує порт, він може пломбувати ці контейнери своїми пломбами. Перевізник вправі перевозити завантажені великотоннажні контейнери на палубі судна. Якщо особливості вантажу, що перевозиться в великотоннажному контейнері, вимагають розташування його в трюмі, то вантажовідправник зобов'язаний заздалегідь вказати це в перевізному документі.

До кожного контейнеру на добре видному важкодоступному для ушкодження місці поруч з будь-якої іншої табличкою про допущення, виданої для офіційних цілей, постійно кріпиться табличка про допуск за умовами безпеки. Табличка повинна містити наступну інформацію принаймні англійською або французькою мовою:

- «Допущення за умовами безпеки КБК» – Країна допущення і номер допущення;

- дата (рік і місяць) виготовлення;

- ідентифікаційний номер контейнера, присвоєний заводом – виробником, або для існуючих контейнерів, у яких цей номер невідомий, номер, присвоєний Адміністрацією;

- максимальна експлуатаційна вага брутто (кілограми і фунти);

- допустима вага на штабелювання при 1,8g (кілограми і фунти);

- величина навантаження при поперечному випробуванні на жорсткість конструкції (кілограми і фунти).

На табличці повинно бути залишено вільне місце для включення величин (коефіцієнтів) міцності торцевої та / або бічної стінки. На табличці залишається також вільне місце для дати першого та подальших оглядів (місяць і рік), якщо нанесення таких на табличці передбачено. Наявність таблички про допуск за умовами безпеки не усуває необхідності наявності ярликів або іншої інформації, які можуть вимагатися відповідності з іншими діючими правилами.

Серед контейнерів які перевозяться є контейнери з небезпечним вантажем. Опис їх виконується у відповідності з Кодексом IMDG:

Хлориту розчин ООН 1908 (UN 1908)

Хлорити неорганічні – солі хлористої кислоти; кристалічні речовини білого або жовтуватого кольору; розчиняються у воді (окрім хлоритів срібла і свинцю); вибухають при ударі або нагріванні; у водних розчинах стійкі, особливо у присутності лугів; окисники; токсичні.

Клас 8 – Корозійні речовини, куди віднесені речовини і вироби, що містять речовини цього класу, які в силу своїх хімічних властивостей

впливають на епітеліальну тканину, - шкіри або слизової оболонки - при контакті з нею або які у разі витоку або розливу можуть викликати ушкодження або руйнування інших вантажів або транспортних засобів, а також може створити інший вид небезпека. Назва цього класу охоплює також інші речовини, які утворюють корозійну рідину лише у присутності води або які за наявності природної вологості повітря утворюють корозійні пари або суспензії. Не є забрудником моря.

Категорія вантажу: B. «Away from» acids. Segregation as for class 5.1.

Картка пожежі: F - A; Картка розливу: S - B

Інструкції по упаковці описані в P001, LP01. Інструкції по упаковці в контейнері описані в IBC02, IBC03. Спеціальні положення описані в положенні з номером 223. Для цієї речовини діє група упаковки II (корозійні речовини) і III (слабо корозійні речовини). У одній одиниці тарі обмежений, не більше 1 і 5 літрів.

Символ (рідини, що виливаються з двох пробірок і вражаючи руку або метал) – чорний. Фон – верхня половина біла, нижня, – чорна з білою облямівкою. Цифра «8» біла в нижньому кутку.

На підставі наведеної інформації по вантажу представимо в табл. 3.1 його транспортні характеристики.

Таблиця 3.1 – Транспортні характеристики

№ п/п	Назва вантажу	Тип контейнера, ISO	IMDG Code					Норми вантаж. робіт, TEU/добу.	
			Номер ООН	Клас	Знак маркування	Категорія розміщення і обробка	Аварійні дії (АвК)	Завантаження	Розвантаження
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Контейнери	DC	1908	8		B	F-A, S-B	600	900

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	Контей- нери 20'	DC	-	-	-	-	-		
3	Контей- нери 40'	DC	-	-	-	-	-		

Клас або підклас – у даній колонці приводиться клас або підклас, а у випадку класу 1 – підклас і група сумісності, призначені даній речовині або виробу відповідно до системи класифікації, описаної в розділі 2.1 частини 2.

Категорія розміщення і обробка вантажу – у даній колонці наведені коди для розміщення і обробки вантажу, зазначені в 7.1.5 і 7.1.6.

Аварійні дії (АвК) – у даній колонці наведені відповідні аварійні картки для випадків ПОЖЕЖА/FIRE І РОЗЛИВ/ВИХІД УМІСТУ/SPILLAGE в «Керівництві АвК – Процедури дій у надзвичайних ситуаціях для судів, що перевозять небезпечні вантажі/The Ems Guide – Emergency Response Procedures for Ships Carrying Dangerous Goods». Перший код АвК указує на відповідну пожежну картку. Другий код вказує на відповідну картку розливу/виходу вмісту.

Підкреслені коди АвК (особливі випадки) указують на речовину, матеріал або виріб, для якого наведені додаткові рекомендації із процедур реагування на надзвичайні ситуації.

Після швидкого зростання контейнерних перевезень Міжнародна морська організація (ІМО) спільно з Організацією Об'єднаних Націй в 1972 році провела конференцію для розгляду проекту конвенції про вантажні контейнерах. Підсумком конференції стало прийняття Конвенції «Convention for Safe Containers» (CSC 1972).

Всі вантажі повинні бути розміщені і закріплені таким чином, щоб судно і екіпаж не наражалися на небезпеку. Безпечне розміщення і кріплення вантажів залежать від належного планування, виконання та нагляду.

З метою вирішення проблем і небезпек, що виникають через неналежного розміщення та кріплення певних вантажів на судні, Міжнародна морська

організація (IMO) видає керівництва у формі резолюцій або циркулярів, схвалених Комітетом з безпеки на морі, конвенції та кодекси:

- Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing (CSS Code);
- Cargo Securing Manual (CSM);
- Міжнародна конвенція з охорони людського життя на морі, Розділ VI – перевезення вантажів (SOLAS CH VI);
- International Convention for Safe Containers (CSC).

3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажу

Одним з важливих етапів підготовки до розрахунку вантажного плану є детальне вивчення транспортних характеристик і властивостей вантажів, які визначають умови їх перевезення, перевантаження і зберігання.

Підготовку трюмів, вантажних пристроїв і самого судна до прийому вантажу виконує палубна команда. У цій роботі, як і в інших, немає дрібниць. Кожен матрос повинен знати, що у разі допущеної ним помилки можливі поломка вантажних стріл, обрив такелажу, а це може викликати великі збитки і людські жертви.

Перед прийманням вантажу незалежно від його фізико-хімічних властивостей виробляють загальну підготовку судна і трюмів яка передбачає ретельну перевірку наступного:

- трюми, у разі відсутності там контейнерів, відповідним образом прибрані і підготовлені: всі приміщення, в тому числі вздовж бортів, в поглибленнях, стрингерах та кронштейнах, чисто підметені, провентильовані, висушені та не мають запахів;

- доступи в зони обробки вантажу (lashing bridges) чисті та вільні від перешкод;

- у трюмах та інших робочих зонах забезпечується належне освітлення;
- леєрні загородження встановлені там, де це необхідно;
- люкові закриття перевірені, захисні штифти з них зняті;
- необхідна кількість засобів для кріплення приготовлена та рознесена за своїми місцями (штанги та талрепи готові та встановлені на верхніх «lashing bridges», твістлоки у спеціальних тарах знаходяться біля нижніх «lashing bridges»);
- перевірені кришки баластних танків та відсутність вологи на них;
- перевірити електропроводку та стан розеток для підключення рефрижераторних контейнерів;
- перевірити роботу протипожежних систем;
- перевірити роботу водовідливних систем;
- очистити льяла;
- перевірити систему природної вентиляції; перевірити системи примусової вентиляції.

Перевезення вантажів морським транспортом здійснюється на основі договору морського перевезення, який повинен укладатися в письмовій формі.

Наявність і зміст договору морського перевезення можуть підтверджуватися чартером, коносаментом чи іншими письмовими доказами.

В якості договору морського перевезення в лінійному судноплаванні використовують коносамент.

На відміну від чартеру умови лінійного коносаменту розробляє судноплавна компанія (конференція) однобічно, без узгодження з вантажовласниками, і вони є єдиними для всіх відправників і діють протягом тривалого часу.

Важливою особливістю перевезень по коносаменту є те, що лінійні компанії, як правило, приймають вантаж до перевезення завчасно до підходу судна (забезпечують його зберігання на своїх складах, виробляють комплектацію судових партій та підготовку вантажних документів).

Навантаження-вивантаження оплачується судновласником і організовується на причалах лінії.

Коносамент – один з головних інструментів в угодах, пов'язаних з використанням морських суден. З юридичного боку коносамент являє собою: розписку перевізника про прийом вантажу зазначеного роду, в зазначеній кількості і стані;

1) доказ договору перевезення;

2) товаророзпорядчий документ, який дозволяє його володарю розпоряджатися вантажем.

У іноземному праві вказується, що для видачі коносамента потрібно, насамперед, фактичне вручення вантажу перевізнику, передача йому фізичного володіння вантажем і контроль над ним.

Видача коносамента допускається тільки після прийому вантажу до перевезення. Він видається один раз для перевезення даної партії вантажу. Вторинна видача коносамента по одному і тому ж вантажу припустима лише за умови повернення перевізнику раніше виданих відправнику примірників. Недотримання цього правила призводить до майнової відповідальності перевізника.

Коносамент виписується на кожен окрему партію вантажу, прийнятого на судно. Застосовуються два види коносаментів залежно від часу їх видачі відправнику: для вантажу, прийнятого до перевезення (received for shipment), і для вантажу, прийнятого на борт (on board або shipped on board).

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

Бортовий коносамент видається на занурений, на борт товар. У ряді випадків умови контракту вимагають, щоб на коносаменті була ще додаткова напис: «на борту» («on board»).

Коносамент містить такі реквізити:

1. Найменування судна;
2. Найменування перевізника (судновласнику підприємства);
3. Порт і країна завантаження;
4. Порт і країна вивантаження;
5. Найменування відправника;
6. Найменування одержувача.

При цьому передбачаються наступні варіанти:

- конкретне найменування одержувача. У цьому випадку коносамент називається іменним. Застосовується він у тому випадку, коли товар вже проданий і відправлений за адресою одержувача;

- коносамент на пред'явника. У цьому випадку графа «вантажодержувач» не містить ніяких вказівок, і вантаж видається тому, хто його пред'явить;

- те, що коносамент може бути виписаний «наказу відправника» або «наказу одержувача». У цьому випадку коносамент носить назву ордерного. У графі «найменування одержувача» повинно бути вказано: «to order of ...» і далі найменування організації відправника або одержувача. У практиці міжнародної торгівлі переважають ордерні коносаменти, так як вони спрощують передачу прав на вантаж. Іменні ж коносаменти виписуються рідше, переважно на цінні вантажі.

Делівері-ордер (пайовий коносамент) – товаророзпорядчий документ, що видається перевізником або вантажодержувачем з підтвердженням капітаном судна. Використовується у разі продажу вантажодержувачем товару до того, як він прийняв поставку. Товар може бути куплений різними покупцями, на кожного з них виписується делівері-ордер на відповідну частину товару.

Таймшит – документ – відомість обліку стояночного часу судна (сталійного часу), передбаченого чартером на виробництво вантажних операцій. Він складається у кожному порту вантаження і вивантаження судна,

підписується капітаном і представником фрахтувальника. Служить підставою для розрахунку по диспачу і демереджу.

У таймшиті фіксуються всі виробничі операції і непродуктивні простої за час стоянки судна в порту. У ньому зазначаються:

- найменування порту і судна;
- дата і час прибуття судна та вручення нотісу про готовність до навантаження (розвантаження);
- дата і час фактичного початку і закінчення вантажних робіт;
- тривалість і причини перерв у роботі;
- норма вантажних робіт по чартеру.

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

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

Маніфест – список вантажів, прийнятих на судно, який складають окремо для кожного порту призначення на основі відомостей, зазначених у коносаменті. Він оформляється для митниці.

По кожній партії вантажів в маніфесті наводять такі дані: номер коносамента, маркування і кількість вантажних місць, рід вантажу, його масу і об'єм, найменування відправника та одержувача, загальну суму нарахованого фрахту і фрахт, оплачений відправником.

Виконавчий вантажний план складається за результатами навантаження судна і містить загальний розподіл вантажу по вантажним приміщенням і на верхній палубі.

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

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

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

В порту Порт-Жангіль і Дакар діє тропічна вантажна марка. Отже лімітуючою маркою буде тропічна.

$$\Delta_p = \Delta_t;$$

$$\Delta_t = \Delta_{\text{л}} + 1/48 \cdot T_{\text{л}} \cdot m; \quad (3.1)$$

де $\Delta_{\text{л}}$ – водотоннажність судна по літню вантажну марку, т;

Δ_t – водотоннажність судна по тропічну вантажну марку, т;

$T_{\text{л}}$ – осадка судна по літню вантажну марку, см;

m – приріст водотоннажності судна, т/см.

$$\Delta_t = 12931,7 + 1/48 \cdot (8,9 \cdot 100 \cdot 19,93) = 13301,2 \text{ т.}$$

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

$$\Delta W = \Delta_p - \Delta_0, \quad (3.2)$$

де Δ_0 – водотоннажність судна порожньому, т.

$$\Delta W = 13301,2 - 3951,7 = 9349,5 \text{ т.}$$

Ходовий час визначається за формулою:

$$t_p = S / (V_s \cdot 24) + t_{зп}, \quad (3.3)$$

де V_s – швидкість судна;

S – протяжність траси переходу, милі;

$t_{зп}$ – час затримок судна на шляху;

$$t_x = 1911 / (11,5 \cdot 24) + 0,2 = 7,1 \text{ доби.}$$

Нормативна тривалість стоянкового часу розраховується за формулою:

$$t_{ст} = \frac{\sum Q_i}{M}, \quad (3.4)$$

де Q_i – кількість контейнерів, од;

M – валова норма вантажних робіт.

$$t_{ст} = 422 / 600 + 422 / 900 + 0,3 = 1,47 \text{ доби.}$$

Кількість вантажу, що може прийняти судно, залежить від величини запасів.

Зазвичай немає необхідності враховувати стоянкові запаси, що витрачаються в порту навантаження, оскільки до моменту закінчення навантаження стоянкові запаси, передбачені на час навантаження будуть витрачені.

Отже загальна кількість рейсових запасів $P_{зап}$ розраховується як сума річних запасів $P_{зап}^x$ і необхідних для порту вивантаження стоянкових запасів $P_{зап}^{ст}$:

$$P_{зап} = P_{зап}^x + P_{зап}^{ст}; \quad (3.5)$$

Кількість ходових запасів становить суму:

$$P_{зап}^x = P_T^x + P_B^x + P_{см}^x; \quad (3.6)$$

де P_T^x, P_B^x, P_{CM}^x – відповідно кількість палива, води і мастила необхідне на перехід від порту навантаження до порту вивантаження.

$$P_T^x = q_T^x \cdot t_x \cdot k_{шт}; \quad (3.7)$$

$$P_B^x = q_B^x \cdot t_x \cdot k_{шт}; \quad (3.8)$$

$$P_{CM}^x = q_M^x \cdot t_x \cdot k_{шт}; \quad (3.9)$$

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

$$P_T^x = 9,9 \cdot 7,1 \cdot 1,2 = 84,3 \text{ т};$$

$$P_{дт}^x = 0,95 \cdot 7,1 \cdot 1,2 = 8,1 \text{ т};$$

$$P_B^x = 4,2 \cdot 7,1 \cdot 1,2 = 35,9 \text{ т};$$

$$P_{CM}^x = 0,1 \cdot 7,1 \cdot 1,2 = 0,9 \text{ т};$$

$$P_{зап}^x = 84,3 + 8,1 + 35,9 + 0,9 = 129,2 \text{ т};$$

Аналогічно знаходять кількість стоянкових запасів:

$$P_{зап}^{ст} = P_T^{ст} + P_B^{ст} + P_{CM}^{ст}; \quad (3.10)$$

$$P_T^{ст} = q_T^{ст} \cdot t_{ст}; \quad (3.11)$$

$$P_B^{ст} = q_B^{ст} \cdot t_{ст}; \quad (3.12)$$

$$P_{CM}^{ст} = q_M^{ст} \cdot t_{ст}; \quad (3.13)$$

де $q_T^{ст}, q_B^{ст}, q_M^{ст}$ – добова норма витрачання палива, води і масла на стоянці відповідно, т / добу.

$$P_T^{ст} = 2 \cdot 1,47 = 2,94 \text{ т}$$

$$P_B^{ст} = 1 \cdot 1,47 = 1,47 \text{ т}$$

$$P_{CM}^{ст} = 0,05 \cdot 1,47 = 0,07 \text{ т}$$

$$P_{зап}^{ст} = 2,94 + 1,47 + 0,07 = 4,5 \text{ т}$$

$$P_{зап} = 129,2 + 4,5 = 133,7 \text{ т}$$

Розрахувавши загальну кількість рейсових запасів, приступають до визначення чистої вантажопідйомності судна (Δ_q) на рейс:

$$\Delta_{\text{ч}} = \Delta_{\text{в}} - (P_{\text{зап}} + P_{\text{эк}}); \quad (3.14)$$

де $P_{\text{эк}}$ – екіпаж, постачання та інше (100 т).

$$\Delta_{\text{ч}} = 9349,5 - 133,7 - 100 = 9115,8 \text{ т}$$

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

Оскільки рейс фактичний, то кількість запасів прийнятих на судно відрізняється від розрахованого. Запаси палива, мастила і води прийняті трохи більше ніж необхідно на рейс.

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 перенапруження корпусу, а в окремих випадках до пошкоджень і навіть аварії судна.

Розподіл вантажів представлено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Розподіл вантажів на судні

ВАУ №	Кількість	Маса, т
1	2	3
03	18	210,1
05	24	255,9
07	30	348,2
09	30	359,8
11	30	372,3
13	30	371,7

Продовження табл. 3.2

1	2	3
15	30	378,4
17	30	371,6
19	30	372,5
21	30	377,6
23	30	329,9
Всього 20'	312	3748,0
01	14	130,2

Прийняті данні використовуються в розрахунках наступного розділу.

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

При складанні вантажного плану необхідно в комплексі враховувати характеристики судна, вантажу, траси переходу і портів заходу. Опишемо порти приходу і відходу з точки зору технології перевезення вантажів.

Порт-Жантіль (Габон)

Порт-Жантіль розташований на південному боці Бай-дю-Кап-Лопес, що знаходиться на крайньому заході Габону, на узбережжі Атлантичного океану.

Показники перевезень: приблизно 2500000 т вантажів та 220 суден щороку.

Вантажна марка: тропічна.

Глибини в порту 10,1-15 м.

ЕТА: ЕТА слід відправляти капітану порту за 48 годин і до 24.

Щільність води в порту становить 1,025.

В порту є можливість отримати ремонт для невеликих суден, в основному ремонтуються судна офшорного флоту, а також поповнити запаси і здати сміття.

Вихідні дні: порт працює в святкові дні.

Часи роботи: протягом 24 годин. З 08:45-17:30 год. в робочі дні час роботи співробітників офісу.

Дакар (Сенегал)

Дакар розташований на центральному західному узбережжі Сенегалу.

Показники перевезень: приблизно 3000 суден, 12200000 т вантажу та 454000 TEU щороку.

Вантажна марка: тропічна.

Глибини в порту 11 – 15 м.

ЕТА: Судна повинні відправляти ЕТА за 24 години до прибуття.

Щільність води в порту становить 1,025.

В порту є можливість отримати ремонт для суден довжиною до 190 м, поповнити всі види запасів, здати сміття.

Державні свята: 1 січня, 4 квітня, 1 травня, 15 серпня, 1 листопада, 25 грудня. Змінні дати: великоднє сонце / пн, День Вознесіння, Вітсанді, Вітмонд, Тамхарит, Корите, Табаскі та День народження пророка.

Часи роботи: будні з 08:00 до 12:00 годин, з 14:00 до 18:00. Сб, 08:00-12:00 годин.

Понаднормові години: робочі дні, 05:00-08:00, 12:00-14:00, 18:00-22:00 та 22:00-05:00. Свята – неділя 00:01-05:00 год., 22:00-23:59 год.

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1 Розрахунок водотоннажності і координат центра ваги судна

На судні абсциси відраховуються від мідель-шпангоуту та мають знак в корму «-», а в носовій частині «+». Диферент на корму має знак «-», а на ніс «+».

Розподіл запасів на судні на відхід представлений в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Розподіл запасів на відхід

Найменування цистерн	Місткість, т	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо 0,93 т/м ³						
HFO Stor.Tk(P)	232,50	218,5	44,68	9,20	9762,6	2010,2
HFO Stor.Tk(C)	336,29	306,2	45,44	5,82	13913,7	1782,1
HFO Stor.Tk(S)	240,59	205,6	44,79	9,26	9208,8	1903,9
HFO Sett.Tk(S)	29,02	28,5	-30,88	3,71	-880,1	105,7
HFO Sett.Tk(S)	34,69	33,2	-30,85	3,92	-1024,2	130,1
HFO Day Tk(S)	27,71	26,7	-32,03	7,37	-855,2	196,8
Всього моторного палива		818,7	36,8	7,49	30125,6	6128,8
Дизельне паливо 0,84 т/м ³						
MDO Stor Tk(C)	100,37	95,0	-12,88	0,73	-1223,6	69,4
MDO Sett.TK(P)	15,87	16,7	-30,28	3,29	-505,7	54,9
MDO Day. TK(S)	18,87	17,4	-49,78	11,47	-866,2	199,6
MDO Day E.G(P)	4,21	3,9	-54,58	16,90	-212,9	65,9
Всього дизельного палива		133	-21,12	2,93	-2808,4	389,8

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7
Змащувальне мастило 0,90 т/м ³						
LO Stor. ME(P)	30,42	18,7	-34,47	0,76	-644,6	14,2
LO Stor. ME(P)	15,21	8,5	-38,53	1,13	-327,5	9,6
Gear Stor.T(P)	4,05	2,9	-42,52	1,23	-123,3	3,6
LO Circul.T(C)	11,43	7,6	-40,78	1,46	-309,9	11,1
LO for Aux.(S)	2,70	1,7	-53,98	10,50	-91,8	17,9
Всього мастила		39,4	-38,00	1,43	-1497,1	56,4
Прісна вода 1,0 т/м ³						
Fresh W. Tk(P)	114,2	110,0	-55,83	8,33	-6141,3	916,3
Fresh W. Tk(S)	102,4	100,0	-56,26	8,33	-5626	833
Fire Exting(S)	12,3	12,3	-52,44	8,38	-645	103,1
Всього прісної води		222,3	-55,84	8,33	-12412,3	1852,4
Інші танки 1,0 т/м ³						
Thermal Rec(P)	7,8	2,8	-40,48	5,16	-113,3	14,4
Thermal Sto(P)	7,6	1,6	-42,86	5,18	-68,6	8,3
Leak Oil Tk(S)	7,4	1,4	-34,54	0,94	-48,4	1,3
Bilge W.Tk(S)	7,4	1,8	-42,41	1,26	-76,3	2,3
Dirty. Tk(S)	14,8	3,2	-38,28	1,16	-122,5	3,7
Sludge Tank(S)	31,3	1,3	-39,59	5,07	-51,5	6,6
Mixing Tank(S)	2,1	1,1	-37,48	5,50	-41,2	6,1
Всього інші танки		13,2	-39,53	3,23	-521,8	42,7
РАЗОМ ЗАПАСІВ:		1226,6	10,51	6,91	12886	8470,1

Розподіл запасів на судні на прихід представлений в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Розподіл запасів на прихід

Найменування цистерн	Місткість, т	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо 0,93 т/м ³						
HFO Stor.Tk(P)	232,50	218,5	44,68	9,20	9762,6	2010,2
HFO Stor.Tk(C)	336,29	221,9	45,44	5,82	10083,1	1291,5
HFO Stor.Tk(S)	240,59	205,6	44,79	9,26	9208,8	1903,9
HFO Sett.Tk(S)	29,02	28,5	-30,88	3,71	-880,1	105,7
HFO Sett.Tk(S)	34,69	33,2	-30,85	3,92	-1024,2	130,1
HFO Day Tk(S)	27,71	26,7	-32,03	7,37	-855,2	196,8
Всього моторного палива		734,4	35,8	7,68	26295	5638,2
Дизельне паливо 0,84 т/м ³						
MDO Stor Tk(C)	100,37	86,9	-12,88	0,73	-1119,3	63,4
MDO Sett. TK(P)	15,87	16,7	-30,28	3,29	-505,7	54,9
MDO Day. TK(S)	18,87	17,4	-49,78	11,47	-866,2	199,6
MDO Day E.G(P)	4,21	3,9	-54,58	16,90	-212,9	65,9
Всього дизельного палива		124,9	-21,65	3,07	-2704,1	383,8
Змащувальне мастило 0,90 т/м ³						
LO Stor. ME(P)	30,42	17,8	-34,47	0,76	-613,6	13,5
LO Stor. ME(P)	15,21	8,5	-38,53	1,13	-327,5	9,6
Gear Stor.T(P)	4,05	2,9	-42,52	1,23	-123,3	3,6
LO Circul.T(C)	11,43	7,6	-40,78	1,46	-309,9	11,1
LO for Aux.(S)	2,70	1,7	-53,98	10,50	-91,8	17,9
Всього мастила		38,5	-38,08	1,45	-1466,1	55,7
Прісна вода 1,0 т/м ³						
Fresh W. Tk(P)	114,2	84,1	-55,83	8,33	-4695,3	700,6

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7
Fresh W. Tk(S)	102,4	90,0	-56,26	8,33	-5063,4	749,7
Fire Exting(S)	12,3	12,3	-52,44	8,38	-645	103,1
Всього прісної води		186,4	-55,81	8,33	-10403,7	1553,4
Інші танки 1,0 т/м ³						
Thermal Rec(P)	7,8	2,8	-40,48	5,16	-113,3	14,4
Thermal Sto(P)	7,6	1,6	-42,86	5,18	-68,6	8,3
Leak Oil Tk(S)	7,4	1,4	-34,54	0,94	-48,4	1,3
Bilge W.Tk(S)	7,4	1,8	-42,41	1,26	-76,3	2,3
Dirty. Tk(S)	14,8	3,2	-38,28	1,16	-122,5	3,7
Sludge Tank(S)	31,3	1,3	-39,59	5,07	-51,5	6,6
Mixing Tank(S)	2,1	1,1	-37,48	5,50	-41,2	6,1
Всього інші танки		13,2	-39,53	3,23	-521,8	42,7
РАЗОМ ЗАПАСІВ:		1097,4	10,21	6,99	11199,3	7673,8

Розподіл вантажів представлено в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Розподіл вантажу на судні

ВАУ №	Кількість	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
В трюмах						
03	18	210,1	38,04	9,43	7992,2	1981,2
05	24	255,9	31,29	7,24	8007,1	1852,7
07	30	348,2	25,15	6,85	8757,2	2385,2
09	30	359,8	18,40	7,10	6620,3	2554,6
11	30	372,3	12,27	7,17	4568,1	2669,4
13	30	371,7	5,51	7,17	2048,1	2665,1

Продовження табл. 4.3

1	2	3	4	5	6	7
15	30	378,4	-0,63	7,18	-238,4	2716,9
17	30	371,6	-7,39	7,17	-2746,1	2664,4
19	30	372,5	-13,52	7,00	-5036,2	2607,5
21	30	377,6	-20,27	6,97	-7654	2631,9
23	30	329,9	-26,40	7,45	-8709,4	2457,8
Всього 20'	312	3748,0	3,63	7,25	13608,9	27186,7
На палубі						
01	14	130,2	44,99	16,37	5857,7	2131,4
03	14	139,7	38,04	18,42	5314,2	2573,3
05	2	20,0	31,29	18,42	625,8	368,4
17	2	20,0	-7,39	18,42	-147,8	368,4
25	12	78,1	-33,20	18,20	-2592,9	1421,4
Всього 20'	44	388,0	23,34	17,69	9057	6862,9
06	12	120,2	28,20	18,42	3389,6	2214,1
10	14	140,5	15,30	18,42	2149,7	2588
14	14	139,6	2,40	18,42	335	2571,4
18	12	119,8	-10,50	18,42	-1257,9	2206,7
22	14	139,9	-23,30	18,42	-3259,7	2577
Всього 40'	66	660,0	2,06	18,42	1356,7	12157,2
РАЗОМ	422	4796,0	5,01	9,63	24022,6	46206,8

Розподіл баласту представлено в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Розподіл баласту

Найменування цистерн	Місткість, т	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
Heeling Tk(P)	183,17	163,2	-1,54	4,72	-251,3	770,3
Heeling Tk(S)	205,21	205,2	-2,09	4,35	-428,9	892,6
4.4 W.B Wing TK(P)	156,82	136,8	-13,71	4,58	-1875,5	626,5
4.4 W.B D.B. TK(P)	67,55	67,5	-12,88	0,75	-869,4	50,6
4.4 W.B D.B. TK(S)	67,55	67,5	-12,88	0,75	-869,4	50,6
4.4 W.B Wing Tk(S)	174,41	174,4	-13,18	4,66	-2298,6	812,7
4.5 W.B D.B. TK(P)	58,84	58,8	-25,00	0,79	-1470	46,5
4.5 W.B D.B. TK(C)	121,02	121,0	-25,38	0,75	-3071	90,8
4.5 W.B D.B. TK(S)	59,14	59,10	-25,00	0,79	-1477,5	46,7
4.5 W.B Wing (P+S)	350,04	350,0	-23,31	4,85	-8158,5	1697,5
ВСЬОГО БАЛАСТУ:		1403,5	-14,80	3,62	-20770,1	5084,8

На підставі виконаних розподілів вантажу, баласту і запасів складемо табл. 4.5 зведених даних і розрахунку водотоннажності із зазначенням координат центру ваги судна на відхід.

Таблиця 4.5 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на відхід

Найменування статей навантаження	На відхід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6
Судно порожнє	3951,7	-8,04	9,40	-31771,7	37146
Константа	100,0	-38,86	14,50	-3886,0	1450
Суднові запаси	1226,6	10,51	6,91	12886	8470,1

Продовження табл. 4.5

1	2	3	4	5	6
Вантаж	4796,0	5,01	9,63	24022,6	46206,8
Баласт	1403,5	-14,80	3,62	-20770,1	5084,8
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНІСТЬ	11477,8	-1,70	8,57	-19519,2	98357,7

Аналогічно табл. 4.5 робимо розрахунки на прихід в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на прихід

Найменування статей навантаження	На прихід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		х	z	М _х	М _z
Судно порожнє	3951,7	-8,04	9,40	-31771,7	37146
Константа	100,0	-38,86	14,50	-3886,0	1450
Суднові запаси	1097,4	10,21	6,99	11199,3	7673,8
Вантаж	4796,0	5,01	9,63	24022,6	46206,8
Баласт	1403,5	-14,80	3,62	-20770,1	5084,8
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНІСТЬ	11348,6	-1,87	8,60	-21205,9	97561,4

Схематично вантажний план представлений на рис. 4.1.

4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності

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

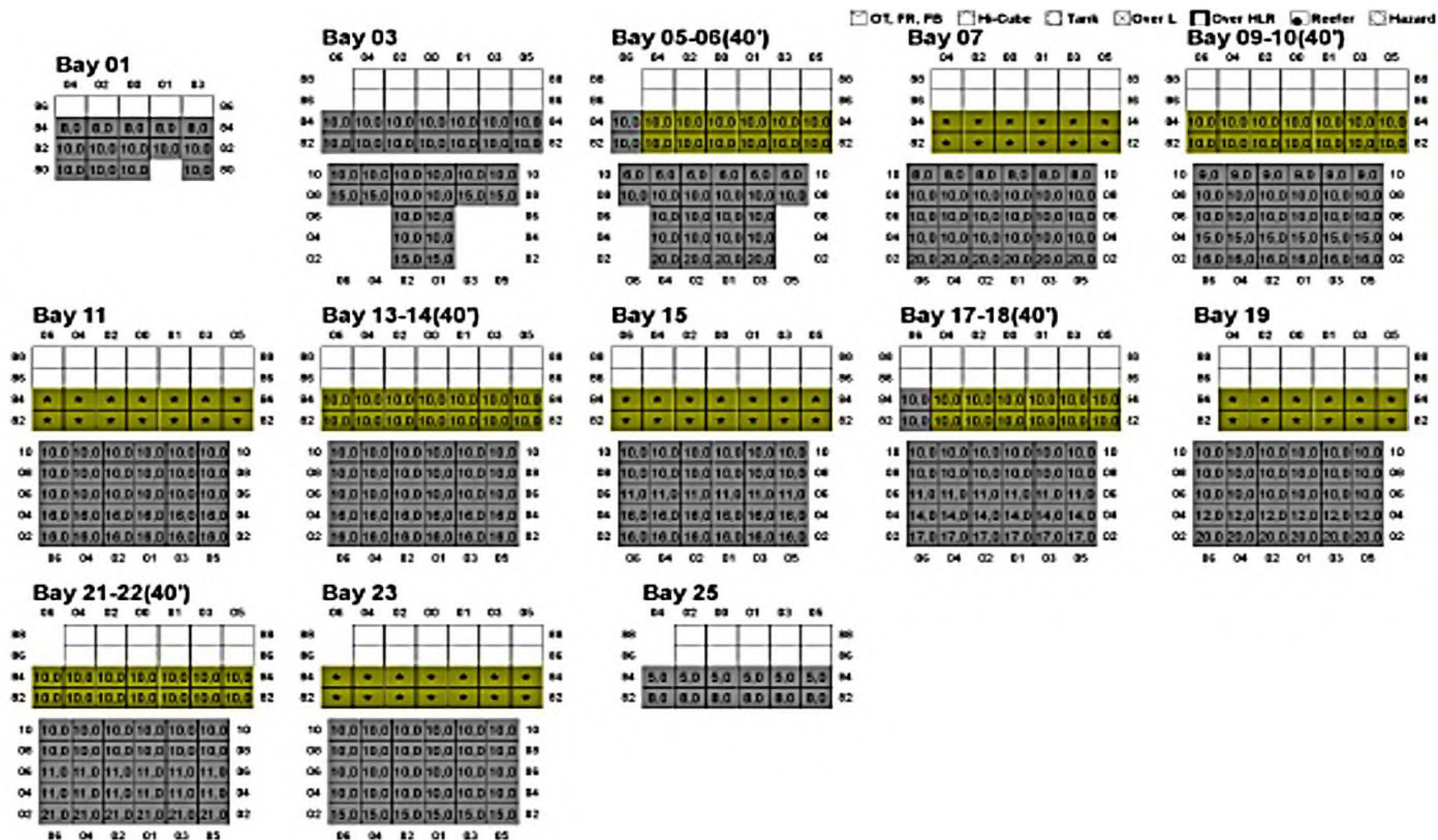


Рисунок 4.1 – Вантажный план судна

Розрахунки посадки судна на відхід і на прихід виконано в табл. 4.7.

Таблиця 4.7 – Розрахунки посадки судна на відхід і на прихід

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	11477,8	11348,6
Абсциса центра ваги судна, м	x_g	-1,70	-1,87
Водотоннажність об'ємна, м ³	$V = D / \rho$	11478	11072
Густина забортої води, т/м ³	ρ	1,000	1,025
Осадка судна, м	T	7,45	7,28
Момент диферентуючий на 1 см, тм/см	M_{cm}	137,5	132,7
Абсциса центра величини судна, м	x_c	-1,65	-1,59
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	x_f	-3,72	-3,61
Апліката поперечного метacentра, м	z_m	9,39	9,39
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,717	0,714
Диферент судна, м	$d = D(x_g - x_c) / (100M_{cm})$	-0,04	-0,24
Осадка судна носом, м	$T_n = T - (L/2 + x_f) d / L$	7,43	7,15
Осадка судна кормою, м	$T_k = T_n + d$	7,47	7,39

Для виконання розрахунків та контролю остійності судна необхідно визначити поправки на вплив вільної поверхні рідких вантажів (запасів) до метacentричної висоти і плечам статичної остійності.

При визначенні виправлення на вільні поверхні в розрахунок приймаються цистерни запасів з найбільшим виправленням Δm_h незалежно від ступеня їхнього заповнення.

Поправочні моменти Δm_h вибираються з таблиці даних по суднових цистернах, що приводиться в Інформації. Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів виконано в табл. 4.8.

Таблиця 4.8 – Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Назва цистерн	Δm_h , тм
Water Ballast	60
Fuel oil	272
Disel oil	209
Lub Oil	105
Fresh Water	8
Всього	654

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний у табл. 4.9.

Таблиця 4.9 – Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	11477,8	11348,6
Невиправлена апліката центра ваги судна, м	z_{g0}	8,57	8,60
Апліката поперечного метacentра, м	z_m	9,39	9,39
Невиправлена метацентрична висота, м	$h_0 = z_m - z_{g0}$	0,82	0,79
Виправлення на вільні поверхні, м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / D$	0,06	0,06
Виправлена апліката центра ваги судна, м	$z_g = z_{g0} + \Delta h$	8,63	8,66
Виправлена метацентрична висота, м	$h = h_0 - \Delta h$	0,76	0,73

Розрахунки використовуються в наступних розділах.

4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації

Перевірку остійності за матеріалами Інформації виконаємо по критичній аплікаті центра ваги судна в табл. 4.10.

Таблиця 4.10 – Перевірка остійності по критичній аплікаті центра ваги судна

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	11477,8	11348,6
Виправлена апліката Ц.В. судна, м	z_g	8,63	8,66
Максимальна гранична апліката Ц.В., м	$z_g^{\max}$	9,07	9,14

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

4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності

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

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

Плечі остійності ваги необхідно розраховувати по формулі:

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

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

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

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

Розрахунки плечей статичної остійності на відхід виконано в табл. 4.11.

Таблиця 4.11 – Розрахунок плечей статичної остійності на відхід

Водотоннажність D, т							11477,8	
Апліката центра ваги судна z _{g0} , м							8,57	
Апліката умовного центра мас z _m , м (полюс – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, z _g = z _{g0} + Δh, м							8,63	
Δθ = 0,1745 ≈ 10°/57,3								
Кут крену θ°	Плеце форми, l _ф , м	sin θ°	z _g ·sin θ°	Плеце статичної остійності l= l _ф - z _g ·sin θ°, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	1,643	0,174	1,502	0,141	4	0,564	3	0,423
20	3,296	0,342	2,951	0,345	2	0,690	3	1,035
30	4,736	0,500	4,315	0,421	4	1,684	1	0,421
40	6,040	0,643	5,549	0,491	1	0,491	Σ ₃₀	1,879
50	7,026	0,766	6,611	0,415	Σ ₄₀	3,429	a ₀₋₃₀ = 3× 0,1745×1,879/8 = 0,123	
60	7,554	0,866	7,474	0,080	a ₀₋₄₀ = 0,1745×3,429/3 = 0,199			
75	7,721	0,966	8,337	-0,616	a ₃₀₋₄₀ = 0,199-0,123 = 0,076			

Розрахунки плечей остійності на прихід виконуємо в табл. 4.12.

Таблиця 4.12 – Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність D, т							11348,60	
Апліката центра ваги судна z _{g0} , м							8,60	
Апліката умовного центра мас z _m , м (полюс – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, z _g = z _{g0} + Δh, м							8,66	
Δθ = 0,1745 ≈ 10°/57,3								
Кут крену θ°	Плече форми, l _φ , м	sin θ°	z _g ·sin θ°	Плече статичної остійності l= l _φ - z _g ·sin θ°, м	Множник	Добуток	Множник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	1,643	0,174	1,507	0,136	4	0,544	3	0,408
20	3,298	0,342	2,962	0,336	2	0,672	3	1,008
30	4,772	0,500	4,330	0,442	4	1,768	1	0,442
40	6,071	0,643	5,568	0,503	1	0,503	Σ ₃₀	1,858
50	7,059	0,766	6,634	0,425	Σ ₄₀	3,487	a ₀₋₃₀ = 3× 0,1745×1,858/8 = 0,122	
60	7,584	0,866	7,500	0,084	a ₀₋₄₀ = 0,1745×3,487/3 = 0,203			
75	7,745	0,966	8,366	-0,621	a ₃₀₋₄₀ = 0,203-0,122 = 0,081			

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

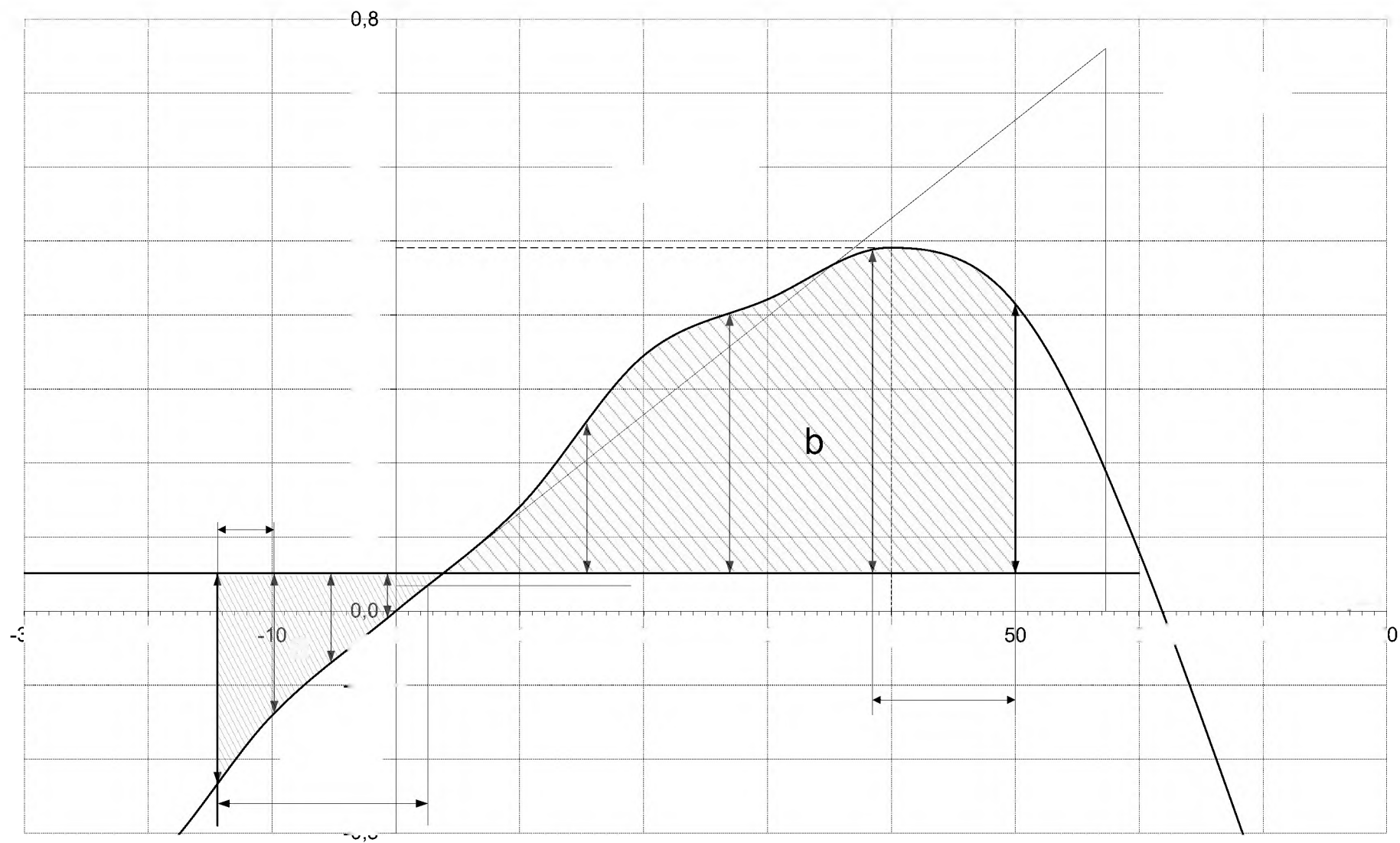


Рисунок 4.2 - Діаграма статичної остійності на відхід і визначення критерію погоди

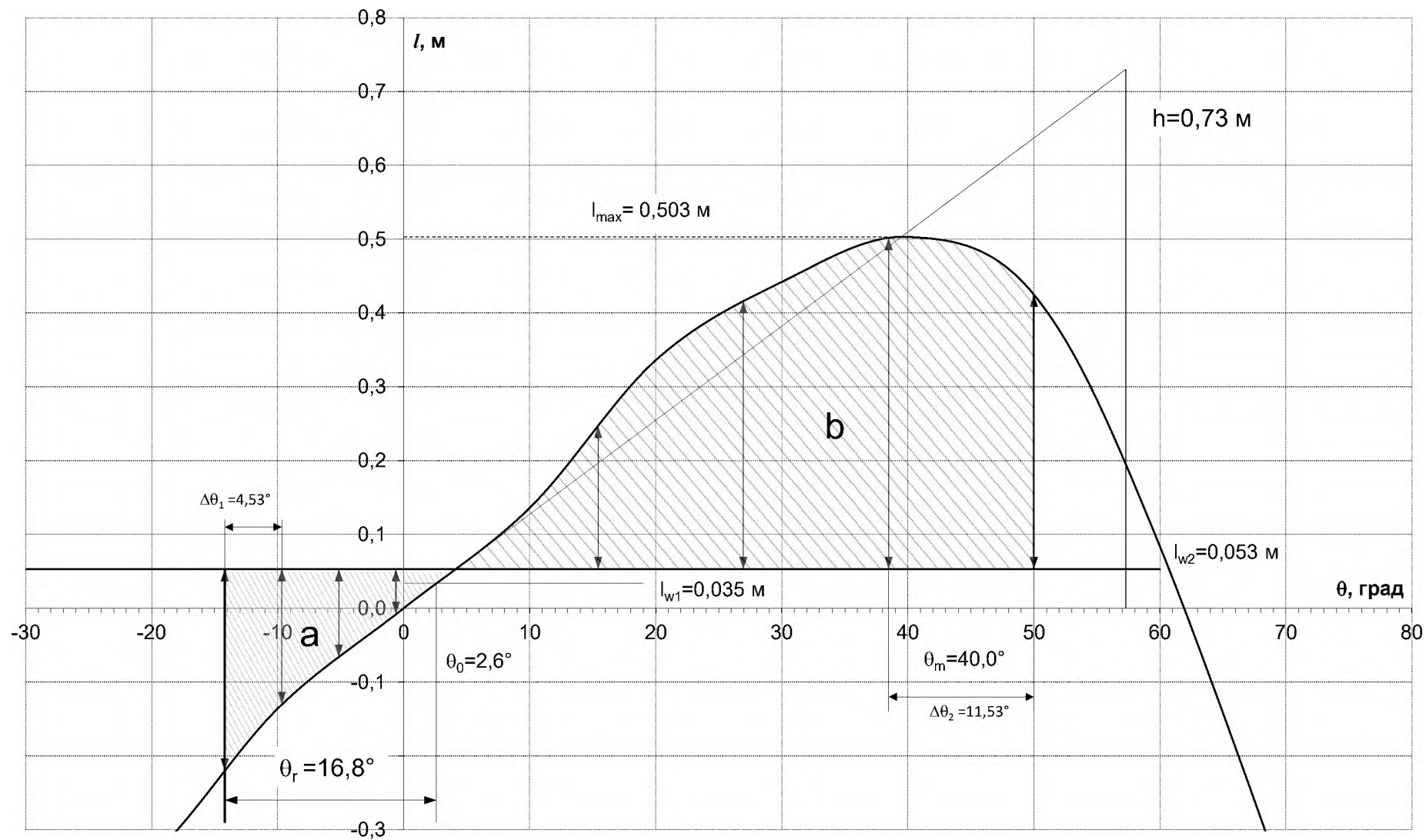


Рисунок 4.3 - Діаграма статичної остійності на прихід і визначення критерію погоди

4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності

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

Розрахунок нормованих параметрів остійності виконаний у табл. 4.13.

Таблиця 4.13 – Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	11477,8	11348,6
Осадка судна, м	T	7,45	7,28
Виправлена метацентрична висота, м	h	0,76	0,73
Площа парусності, м ²	A _v	1756	1776
Апліката центра парусності (ЦП), м	z	4,32	4,41
Плече парусності при постійному вітрі, м	$z_v = z + T/2$	8,05	8,05
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	$l_{w1}=0,504 A_v z_v / (gD)$	0,033	0,034
Кренувальне плече від пориву вітру, м	$l_{w2} = 1,5 l_{w1}$	0,050	0,051
Відносна площа скулових кілей, %	$100 A_k / (L B)$	1,69	
Коефіцієнт	k	0,92	
Відносна ширина	B/T	2,7	2,76
Безрозмірний множник	X ₁	0,950	0,938
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,717	0,714
Безрозмірний множник	X ₂	1,000	1,000
Інерційний коефіцієнт	$c=0,373+0,023B/T-0,043L/100$	0,386	0,387
Період хитавиці, с	$T_\theta = 2 c B / \sqrt{h}$	17,8	18,2
Коефіцієнт	S	0,0386	0,0377
Коефіцієнт	$r = 0,73 + 0,6 (z_g - T) / T$	0,825	0,844
Амплітуда хитавиці, °	$\theta_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{r S}$	17,0	16,8

Продовження табл. 4.13

1	2	3	4
Кут заливання, °	θ_f	>50	>50
Кут входу палуби у воду, °	$\theta_d = \arctg(2(H - T) / B)$	16,9	17,8
Кут крену від постійного вітру, °	θ_0	2,5	2,6
Кут крену при хитавиці назустріч вітру, °	$\theta_1 = \theta_r - \theta_0$	14,5	14,2
Границя площ. “b” діаграми праворуч, °	θ_b	50	50
Площа “a” діаграми, м-рад	a	0,041	0,039
Площа “b” діаграми, м-рад	b	0,243	0,246
Критерій погоди	$K = b / a$	5,93	6,31

Для визначення критерію погоди на діаграмах статичної остійності необхідно побудувати площі «a» і «b».

Для розрахунку величини площ «a» і «b» використаємо правило Сімпсона. Для цього площі «a» і «b» діляться на чотири ділянки однакової довжини по куту крену. Розрахунок площ виконується в табличній формі аналогічно розрахунку площі a_{0-40} . При цьому, замість множника 0,1745, приймаємо довжини ділянок $\Delta\theta_1$ і $\Delta\theta_2$ у радіанах. Розрахунки на відхід виконано в табл. 4.14

Таблиця 4.14 – Визначення площ «a» і «b» на відхід за правилом Сімпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (14,4 + 1,5 \cdot 2,6)/4 = 4,58^\circ$			$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 4,58^\circ/57,3 = 0,0798 \text{ рад}$		
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 2,6)/4 = 11,53^\circ$			$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 11,53^\circ/57,3 = 0,2011 \text{ рад}$		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0,285$	1	0,285	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,189$	4	0,756	$b_2 = 0,203$	4	0,812
$a_3 = 0,121$	2	0,242	$b_3 = 0,351$	2	0,702
$a_4 = 0,060$	4	0,240	$b_4 = 0,437$	4	1,748
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 0,364$	1	0,364
		$\Sigma_a = 1,523$			$\Sigma_b = 3,626$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 1,523 \times 0,0798 = 0,041$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 3,696 \times 0,2011 = 0,243$		

Визначення площ «а» і «b» на прихід виконаємо в табл. 4.15.

Таблиця 4.15 – Визначення площ «а» і «b» на прихід за правилом Сімпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (14,2 + 1,5 \cdot 2,6)/4 = 4,53^\circ$			$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 4,53^\circ/57,3 = 0,0790 \text{ рад}$		
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 2,6)/4 = 11,53^\circ$			$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 11,53^\circ/57,3 = 0,2011 \text{ рад}$		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0,273$	1	0,273	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,183$	4	0,732	$b_2 = 0,194$	4	0,776
$a_3 = 0,119$	2	0,238	$b_3 = 0,363$	2	0,726
$a_4 = 0,061$	4	0,244	$b_4 = 0,449$	4	1,796
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 0,372$	1	0,372
		$\Sigma_a = 1,487$			$\Sigma_b = 3,670$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 1,487 \times 0,0790 = 0,039$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 3,67 \times 0,2011 = 0,246$		

Результати розрахунків застосовуються в наступному пункті.

4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

Виконаємо перевірку остійності за вимогами ІМО порівнюючи розраховані значення с нормативними в табл. 4.16.

Таблиця 4.16 – Перевірка виконання рекомендацій ІМО

Найменування величин	Позна-чення	Значення величин			Викон. (YES/NO)
		норма-тивні	відхід	прихід	
1	2	3	4	5	6
<i>Загальні критерії:</i>					
Площа під ДСО до кута крену 30° , м·рад	A_{30}	$\geq 0,055$	0,123	0,122	YES
Площа під ДСО до кута крену 40° , м·рад	A_{40}	$\geq 0,09$	0,199	0,203	YES
Площа під ДСО між 30° і 40° , м рад	A_{30-40}	$\geq 0,03$	0,076	0,081	YES
Плече ДСО при куті крену 30° або більше, м	l_{30}	$\geq 0,20$	0,421	0,442	YES

Продовження табл. 4.16

1	2	3	4	5	6
Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, °	θ_m	≥ 25	40,0	40,0	YES
Виправлена метацентрична висота, м	h	$> 0,15$	0,76	0,73	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	5,93	6,31	YES
Кут крену від постійного вітру, °	θ_0	$\leq 13,5$	2,6	2,6	YES

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

4.7 Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу

Перевірка подовжньої міцності судна виконується відповідно до суднової Інструкції по завантаженню (або Інструкцією по міцності судна) у формі рекомендованих нею розрахункових таблиць зазвичай за перерізуючими силами і вигибаючими моментами в декількох розрахункових поперечних перерізах судна. Виконання такого розрахунку закінчується побудовою епюр перерізуючих сил і згинаючих моментів, на яких також наносяться їх допустимі значення для прогину і перегину. Контроль міцності корпусу судна при його завантаженні виконаємо за затвердженою класифікаційним товариством програмою Ship manager. Результати розрахунку перерезуючої сили SF і згинального моменту BM на відхід судна представлені в табл. 4.17.

Таблиця 4.17 – Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу на відхід

Переріз	Перерізуючі сили SF, т			Згинальний момент BM, тм		
	розрахунок	допуск	%	розрахунок	допуск	%
1	2	3	4	5	6	7
12	565	-		3225	-	
48	98	1611	6,1	11888	19368	61,4
66	33	1549	2,1	12535	35005	35,8

Продовження табл. 4.17

1	2	3	4	5	6	7
85	-39	1611	-2,4	13086	35005	37,4
103	-71	1611	-4,4	12493	35005	35,7
122	-210	2446	-8,6	10914	35005	31,2
142	-489	2426	-20,2	6503	28196	23,1
152	-662	1988	-33,3	2656	11509	23,1
164	27	-		81	-	
170	-4	-		131	-	

Максимальна перерізуюча сила -662 т (33,3%) на 152 шпангоуті.

Максимальний згинальний момент 13086 тм (37%) на 85 шпангоуті.

На рис. 4.4 представлена епюра міцності на відхід. Протягом усього рейсу загальна поздовжня міцність забезпечена.

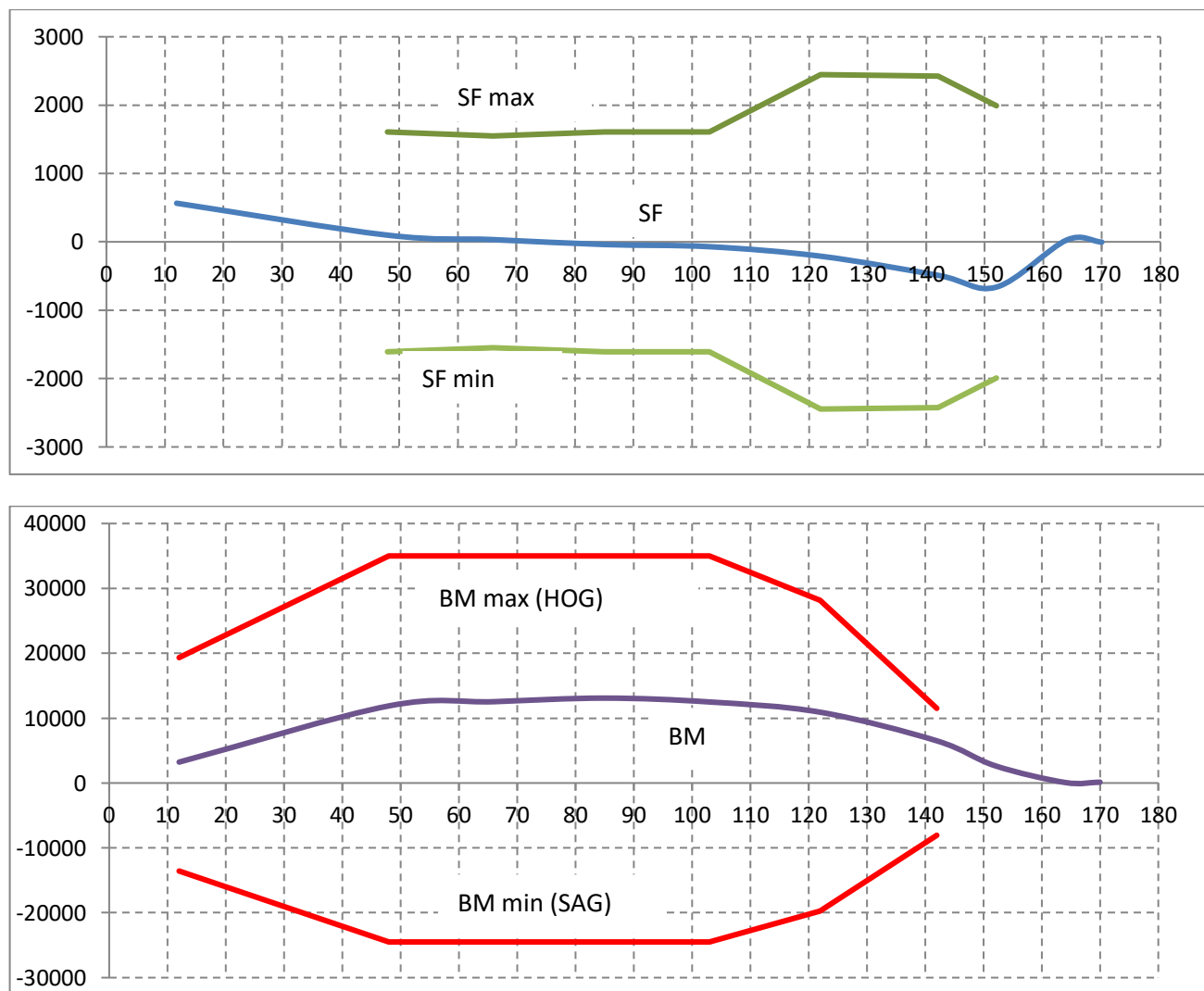


Рисунок 4.4 – Епюра перерізуючих сил і згинальних моментів на відхід

РОЗДІЛ 5

СПОСОБИ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ СУДНА З УРАХУВАННЯМ ОКЕАНСЬКОГО ПЛАВАННЯ

5.1 Основні складності вибору навігаційного переходу через океан

Задачею будь-якого навігаційного переходу є забезпечення безпеки мореплавства і ефективне перевезення вантажу в найкоротший термін або з мінімізацією часу, витраченого на транспортування вантажу від відправника до одержувача. Судноплавні компанії або операторські компанії, власники вантажу та інші учасники транспортного процесу прагнуть знайти можливість економії часу. Однак трапляються різні підходи і ситуації, наприклад, коли першочергово є максимальна економія палива, особливо коли відправник і одержувач є та сама компанія. Наприклад, на пасажирських круїзних суднах додатково на комфортну подорож пасажирів має вплив гідрометеорологічні умови району плавання. Однак усі ці фактори є приватними критеріями оптимальності при виборі маршруту морського судна, обумовленими рейсовим завданням.

Щоб об'єднати ці приватні критерії вибору оптимального маршруту в єдине ціле, необхідно сформулювати визначення оптимального шляху: «Оптимальний (найвигідніший) маршрут – це шлях, який конкретне судно при певних гідрометеорологічних умовах проходить за найкоротший термін при мінімальній витраті ресурсів, при цьому забезпечивши безпеку мореплавства і схоронність перевезених вантажів на протязі усього рейсу» [34].

Варіативність критеріїв оптимальності дуже велика, та має враховувати морехідні якості судна, специфіку вантажу тощо. На перший погляд, видається очевидним, що плавання по ортодромії на океанському переході є найбільш оптимальним. Це дійсно так, але в цьому випадку необхідно враховувати також штормову погоду, в умовах якої на певних курсових кутах вітру й хвилювання судно буде отримувати істотні втрати швидкості. У цьому випадку плавання по

локсодромії може виявитися найбільш доцільним. Сьогодні існує широкий спектр інструментів, які дають досить повну й чітку уяву про погодні умови на певний момент, дозволяючи дізнатись характеристики вітру, хвилювання та інших параметрів, визначити, який вплив вони можуть на судно, а також оптимізувати процес планування його маршруту [35]. Незважаючи на досягнення, цим засобам необхідна значна доробка в плані розрахунків оптимального шляху, зокрема, їм необхідні поліпшена теоретична база й алгоритми обчислень. Потрібно зазначити, що весь час ведеться активна робота з їхнього вдосконалювання, однак цього поки недостатньо.

Оскільки будь-який рейс судна завжди починається із планування, зокрема зі складання судноводієм плану переходу (Passage/Voyage Plan) і виконання попередньої прокладки на морських навігаційних картах, метою даного дослідження є складання процедури вибору найвигіднішого шляху при океанському переході з урахуванням штормового прогнозу погоди. У цьому випадку критерієм оптимальності буде найкоротший час доставки вантажу від причалу до причалу. Очевидно, необхідно розглядати й інші критерії оптимальності, однак саме даний критерій найбільш часто зустрічається на практиці та тісно пов'язаний з іншими.

Дослідження описаної процедури засноване на навігаційному переході, який містить океанський перехід з портів Європи до головного торговельного і судноплавного вузла Американського континенту, який зв'язує Тихий і Атлантичний океани через Панамський канал. Тому розглядається доцільність плавання по дузі великого кола (ДВК) при переході з Європейського континенту до портів західного узбережжя Північної і Південної Америки.

За вимогами Міжнародної конвенції SOLAS-74, перед початком рейсу необхідно скласти план переходу, який повинен виконуватися від причалу до причалу (Berth to Berth) [26]. Існує достатня кількість нормативних документів і посібників, що описують вимоги до підготовки та безпосередньому плануванню переходу. Ці нормативні документи у достатньому ступені розкривають методи планування і плавання в прибережних водах для того, щоб

забезпечити достатній рівень безпеки судноплавства та ефективності вантажоперевезень. Крім того, існують сучасні дослідження з питань плавання у вузькостях. Тому в дослідженні докладно розглянута тема планування тільки океанського переходу.

5.2 Огляд основних методів і засобів при виборі оптимального маршруту

Як вже описувалось в попередньому пункті, розглядається перехід судна з Європи до Американського континенту (Панамського каналу). Тому доцільно розглянути різні напрямки маршрут руху судна в наступній послідовності: із західної частини протоки Ла-Манш, з північної частини острова Великобританія, а також з Гібралтарської протоки. Для подальшого спрощення дослідження привласнимо їм відповідні номери:

- напрямок руху 1 – із протоки Ла-Манш;
- напрямок руху 2 – із північної частини о-ва Великобританія;
- напрямок руху 3 – із Гібралтарської протоки.

Відстані між цими трьома напрямками різняться, що для дослідження не суттєво, тому що в цьому випадку зазначені напрямки між собою не рівняються. В умовах даного наукового завдання за відправну точку – початок маршруту океанського переходу – можна обрати довільну точку, щоб після виходу з даної точки спрощувалася навігаційна обстановка, тобто були відсутні системи поділу руху суден, були достатні для проходу судна глибини і був низький навігаційний трафік. Усе це необхідно для зручності побудови ДВК та подальшого порівняння відстаней між ДВК і локсодромією. Таким чином, маршрут руху судна до Карибського басейну необхідно прокласти так, щоб не було необхідності відхилятися від первісного курсу, крім випадків розходження з іншими суднами і у випадку погіршення погодних умов, що описано далі. На практиці дані початкові точки можуть змінюватися на розсуд судноводія і бути

взяті з різних навігаційних посібників: лоцій, таблиць відстаней при океанських переходах і інших документів.

Вибір початкового напрямку, у свою чергу, залежить від того, з якого європейського порту йде судно. У цьому випадку судноводій, як правило, обирає найкоротшу відстань від європейського порту або точки початку маршруту до початкової точки океанського переходу.

Слід зазначити, що для оперативності розрахунків відстаней і зручності прокладки на навігаційних картах розрахунки в даному дослідженні виконувалися на базі Електронної картографічної навігаційної інформаційної системи (ЕКНІС) Navi-Sailor-4000 компанії Transas на кафедрі написання магістерської роботи «Судноводіння» в Національному університеті «Одеська морська академія». На практиці можливі розрахунки відстаней і складання маршруту судна на паперових картах і за допомогою інших ліцензійних електронних картографічних систем, за допомогою різних таблиць відстаней, але при цьому в деяких випадках відстані можуть відрізнятися від наведених у даному дослідженні.

Слід зазначити, що при побудові маршрутів у даному дослідженні враховувалися навігаційні небезпеки, які могли виникнути під час переходу. Тому наведені далі маршрути океанських переходів є цілком припустимими для використання на практиці у випадку, якщо вони будуть прийняті штурманською частиною екіпажу доцільними для плавання. Точки океанського переходу наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Координати точок навігаційного переходу для трьох ділянок напрямків

Основні точки	Обраний напрямок 1	Обраний напрямок 2	Обраний напрямок 3
Початкова	49°32,2' N 005°00,0' W	59°37,0' N 006°00,0' W	35°56,7' N 006°30,1' W
Кінцева	18°08,0' N 068°14,7' W	22°06,5' N 072°27,2' W	16°27,7' N 062°09,4' W

Якщо нанести координати на навігаційну карту, то можна побачити, що напрямок 1 починається на захід від системи розділення суден Casquetts, а потім продовжується в північну частину Біскайської затоки. При плаванні по локсодромії показаний на рис. 5.1 маршрут проходитиме через групу Азорських островів, а саме на південь від острова Флорес.



Рисунок 5.1 – Океанський перехід по ортодромії напрямком 1
(із протоки Ла-Манш)

Якщо ж судно піде по ортодромічному курсу, як приведено на рис. 5.2 то напрямок йдетиме на північ від Азорської групи. Прохід на Карибський басейн буде проходити через протоку Мона.

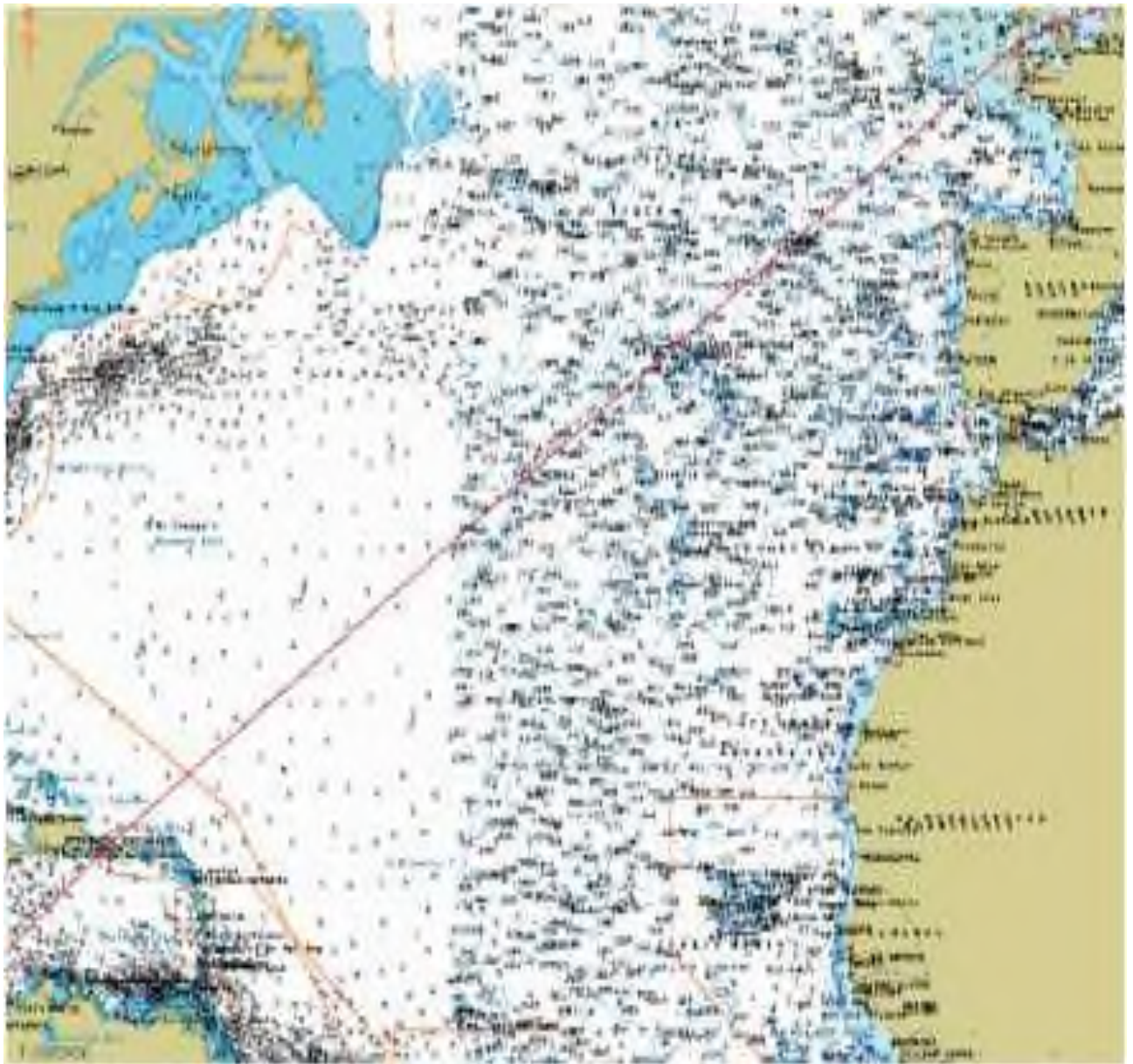


Рисунок 5.2 – Океанський перехід по локсодромії напрямком 1
(із протоки Ла-Манш)

Ділянка з напрямком 2 бере свій початок в 65 морських милях на північ від о-ва Великобританія. Плавання по ортодромії від початкової точки відбувається в діапазоні північних широт з 59-ї по 47-ю, що приведено на рис. 5.3

На 47-й широті відбувається перетин із двухсотмильною зоною Сполучених штатів америки (США) до південно-сходу від о-ва Ньюфаундленд. Далі маршрут проходить до південно-сходу від о-ва Гамільтон.



Рисунок 5.3 – Океанський перехід по ортодромії напрямком 2
(із північної частини о-ва Великобританія)

Вхід у Карибське море здійснюється через прохід Кайкос, потім через Невітряну протоку незалежно від вибору проходження океанського маршруту (по ортодромії або локсодромії).

Плавання по локсодромії буде здійснюватися значно південніше, як показано на рис. 5.4.



Рисунок 5.4 – Океанський перехід по локсодромії напрямком 2
(із північної частини о-ва Великобританія)

Напрямок 3 починається в чотирнадцятих морських милях на захід від системи поділу руху суден Banco Del Nuevo Гібралтарської протоки. Потім проходить в ста морських милях на північ від архіпелагу Мадейра, у районі 25-го градусу північної широти і 45-го градусу західної довготи і перетинає Серединно-Атлантичний хребет.

У Карибське море вхід відбувається в 13 морських милях на південь від о-ва Монтсеррат, що приведено на рис. 5.5. Більш детальний розгляд району переходу в рамках даного дослідження вважається недоцільним.



Рисунок 5.5 – Океанський перехід по ортодромії напрямком 3
(із Гібралтарської протоки)

На рис. 5.6 приведено плавання по локсодромії по напрямку 3 із Гібралтарської протоки.

Перш ніж перейти до побудови попередньої прокладки океанського переходу, необхідно проаналізувати можливий виграш у відстані при плаванні по ортодромії. Для цього зрівняємо відстані по ортодромії та локсодромії для кожного із заданих напрямків. Слід зазначити, що всі числові значення були взято з EKNIS Navi-Sailor-4000 компанії Transas (кафедра «Судноводіння» НУОМА).



Рисунок 5.6 – Океанський перехід по локсодромії напрямком 3
(із Гібралтарської протоки)

Відстані для порівняння наведені в табл. 5.2.

Таблица 5.2 – Відстань ортодромії і локсодромії океанського переходу для трьох обраних напрямків

Тип	Ділянка напрямку 1, морських миль	Ділянка напрямку 2, морських миль	Ділянка напрямку 3, морських миль
Локсодромія	3612,39	3657,26	3201,64
Ортодромія	3547,88	3558,49	3174,55

На підставі значень, наведених у табл. 5.2, розрахуємо виграш у відстані при плаванні по ортодромії. Перевага плавання по ортодромії в загальному випадку визначається по формулі [36]:

$$AS = \frac{S-D}{S} \cdot 100 \% > 0,5 \%, \quad (5.1)$$

де AS – різниця довжин локсодромії (S) і ортодромії (D).

Довжини локсодромії і ортодромії для кожного напрямку відомі, тому розрахуємо AS для кожного напрямку:

$$AS_1 = \frac{3612,39 - 3547,88}{3612,39} \cdot 100 \% = 1,8 \%,$$

$$AS_2 = \frac{3657,26 - 3558,49}{3657,26} \cdot 100 \% = 2,7 \%,$$

$$AS_3 = \frac{3201,64 - 3174,55}{3201,64} \cdot 100 \% = 0,8 \%.$$

Необхідно відзначити, що виграш при плаванні по ДВК при відсутності ЕКНІС і неможливості швидко обчислити відстань плавання по ортодромії, можна приблизно розрахувати по формулі:

$$\Delta S = \frac{\omega^2}{200} \geq 0,5 \%, \quad (5.2)$$

де ω – ортодромічне виправлення у градусах.

Проаналізувавши формулу (5.2), можна зробити висновок про те, що прийнятна перевага у відстані наступає при $\omega > 10^\circ$.

Коли визначений виграш у відстані і його значення задовольняє нерівностям (5.1) або (5.2), судноводію слід проаналізувати прогноз погоди на океанський перехід.

Якщо прогноз погоди на певній ділянці океанського переходу в довгостроковій перспективі може викликати втрати швидкості або істотні відхилення від курсу для підтримки морехідних якостей, то слід виконати розрахунки для визначення виграшу у відстані при плаванні по ортодромії в умовах штормового плавання на даній ділянці.

Первісним маневром при несприятливих курсових кутах хвилювання (ККХ) є зміна курсу судна так, щоб ККХ став рівний 12° . Для того, щоб повернутися на початкову лінію шляху, слід лягти на такий курс, щоб ККХ був рівний 60° , тобто судну слід рухатися штормовими зигзагами. Якщо при поверненні на прокладену спочатку лінію шляху судно знову відчуває несприятливий ККХ, то штормовий маневр слід повторити.

Згідно із запропонованим у роботі способом, найбільша втрата швидкості судна при штормовому плаванні складе при $\text{ККХ} = 24\text{--}40^\circ$. Тому допустимо, що за прогнозом погоди на ділянці від $30\text{--}40^\circ \text{ W}$ (різниця довгот 10° - досить тривала відстань) океанського переходу очікується хвилювання висотою 5 м з $\text{ККХ} = 30^\circ$, у рамках розв'язку даного завдання обмежимося лише висотою і курсовим кутом хвилювання, тому що інші параметри в розв'язку не беруть участь.

Для звичайного морського судна це відчутна висота хвилі, і якщо ККХ будуть несприятливими, то мабуть втрати швидкості будуть досить істотними.

Відносно розглянутого випадку необхідно відзначити, що точку повороту на зворотний курс $\text{ККХ} = 60^\circ$ слід обрати таким чином, щоб перетинання первісно прокладеної лінії шляху ортодромії здійснювалося наприкінці передбачуваного ділянки штормового плавання.

Після повернення на початкову прокладену лінію шляху вважаємо, що маневр завершений, і якщо дозволяють погодні умови, то можна продовжувати плавання по ортодромії.

За допомогою Navi-Sailor-4000 знімемо з карти відстані на ділянці переходу $30\text{--}40^\circ \text{ W}$, які були пройдені при виконанні описаного штормового маневру, і упорядкуємо результати у зведену табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Упорядкована інформація курсів і відстаней при виконанні маневру

Параметри руху судна	Напрямок 1	Напрямок 2	Напрямок 3
1	2	3	4
Курс судна при плаванні по ортодромії на довготі 30° W, град.	244	240	250
Курсовий кут вітру і хвилювання, град.	30° лівого борту	30° правого борту	30° лівого борту
Курс судна при маневрі на ККХ = 12°, град.	226	258	232
Пройдена відстань при плаванні штормовим курсом, де ККХ = 12°, мор. миль	388,97	253,58	402,13
Курс судна при маневрі на ККХ = 60°, град.	274	210	280
Пройдена відстань при плаванні штормовим курсом, де ККХ = 60, мор. миль	174,68	208,8	214,27
Загальна пройдена відстань при штормовому маневрі, мор. миль	563,65	462,38	616,4
Відстань при плаванні по ортодромії, мор. миль	518	429,14	562,86
Швидкість при плаванні штормовим маневром, вузл.	18	18	18
Швидкість при плаванні в шторм по ортодромії, вузл.	16	16	16
Час, витрачений на перехід по штормовій ділянці 30-40° W з виконанням штормового маневру,	31,3	25,7	32,2

Продовження табл. 5.3

1	2	3	4
год.			
Час, витрачений на перехід по штормовій ділянці 30-40 °W при плаванні по ортодромії, год.	32,4	26,8	35,2
Підсумкова відстань океанського переходу при плаванні по ортодромії з відхиленням на виконання штормового маневру, мор. миль	3593,53	3591,73	3228,09

З табл. 5.3 видно, що на даній штормовій ділянці переходу доцільно рухатися штормовими зигзагами. У цьому випадку мінімальний виграш у часі склав одну годину – це становить 3% часу, витраченого на прохід даної ділянки.

Тепер слід перерахувати AS – різницю довжин локсодромії та ортодромії з виконанням штормового маневру і оцінити виграш у відстані для кожного напрямку за формулою 5.1 [37]:

$$AS' = \frac{3612,39 - 3593,53}{3612,39} \cdot 100 \% = 0,5 \%,$$

$$AS'_2 = \frac{3657,26 - 3591,73}{3657,26} \cdot 100 \% = 1,8 \%.$$

Для напрямку 3 розрахунки AS не має змісту, тому що підсумкова відстань по локсодромії виходить менше, ніж при плаванні по ортодромії з урахуванням штормового маневру.

Як видно з наведених розрахунків, величина AS для кожного напрямку перевищує 0,5%. Однак далі, якщо враховувати штормовий прогноз погоди і виконувати відповідні маневри для збереження швидкості, виходить, що для перших двох напрямків виграш у відстані зменшується на величину приблизно 1%, однак у підсумку він перевищує або дорівнює значенню 0,5 %. Для

напрямку 3 при штормовому плаванні відстань по локсодромії буде менше, ніж по ортодромії з урахуванням штормового маневру. Отже, можна зробити висновок, що при виконанні попередньої прокладки в трьох раніше зазначених напрямках слід обирати ортодромію як лінію шляху судна тільки для напрямків 1 і 2.

Наведені в табл. 5.2 океанські відстані не є максимальними для океанських переходів, тому при плаванні по ДВК для інших районів переходу виграш може становити 200-300 морських миль і навіть більше. Деякі судна можуть подолати цю відстань за добу переходу, а подекуди більше. Тому відчутною буде різниця і у витраті палива. Часом, прибігаючи до плавання по ДВК, можна заощадити кілька тонн палива, що відіграє позитивну роль як у фінансовому, так і в екологічному аспекті.

Результатом проведеного дослідження є складання практичних рекомендацій при виборі найвигіднішого шляху морського судна, критерієм оптимальності якого є найкоротший час доставки вантажу з однієї точки світу в іншу при виконанні океанського переходу з урахуванням штормового прогнозу погоди. Як видно з розглянутого в роботі прикладу океанського плавання з Європи в Карибський басейн, дані рекомендації можуть відноситись не тільки до складання попередньої прокладки маршруту судна, але й до плавання в штормових умовах [38].

5.3 Основні рекомендації по вибору оптимального маршруту

На обраній в даному дослідженні ділянці океанського переходу плавання по ортодромії є найбільш кращим тільки у двох випадках, незважаючи на те, що споконвічно виграш у плаванні по ДВК був очевидний у всіх розглянутих випадках. Тому судноводій перед початком переходу не повинен оцінювати виграш у відстані, а отже, і в часі тільки по первісній різниці довжин між ортодромією і локсодромією. Необхідно враховувати погодні умови й

особливості судна при виборі попереднього маршруту океанського переходу, оскільки обираючи саме між ортодромією і локсодромією як маршрутом судна при океанському переході судноводій одержує безпосередню можливість оцінити в числових значеннях збільшення ефективності вантажоперевезення ще до початку плавання, тобто зменшити час переходу з однієї точки в іншу [39].

Отриманий у даному дослідженні результат є одним з початкових етапів дослідження питань, що стосуються вибору найвигіднішого шляху з урахуванням особливостей судна і обмежується доцільністю використання деякого штормового маневру. Оскільки в рамках даної роботи судно являє собою лише матеріальну точку, при обліку морехідних якостей конкретного судна даний маневр може бути застосований не для кожного випадку, тому що для того, щоб забезпечити максимальну ефективність і безпеку, необхідно враховувати морехідні якості конкретного судна. Тому наведених у запропонованому дослідженні практичних рекомендацій недостатньо для ухвалення остаточного рішення щодо доцільності плавання по тому або іншому маршруту.

У процесі подальшого вивчення вибору оптимального шляху й варіювання різних критеріїв оптимальності переходу слід враховувати основні висновки, зроблені в даній роботі, пам'ятаючи про те, що тільки одних рекомендацій буде недостатньо у випадку обліку морехідних якостей судна.

На підставі наведених у роботі розрахунків можна зробити наступні основні висновки:

- 1) Обрати найкоротший напрямок від порту завантаження-вивантаження або іншої точки, з якої починається рейс судна, до точки початку океанського плавання з урахуванням навігаційних небезпек.

- 2) За точку початку океанського плавання слід прийняти таку, з якої лінію шляху океанського переходу по ДВК приблизно можна побудувати так, щоб надалі відхилення від неї по навігаційних причинах були незначні (можна скористатися також різними таблицями відстаней).

3) Точку кінця океанського переходу доцільно обрати аналогічно зазначеному в пп. 1: обрати таку точку входу в морський район, щоб від неї можна було побудувати найкоротший маршрут до кінцевого пункту призначення рейсу, враховуючи навігаційні небезпеки (можна також скористатися різними таблицями відстаней).

4) Оцінити виграш у відстані при плаванні по ДВК по формулах 5.1 або 5.2. При використанні таблиць відстаней океанських переходів інформація про довжину ДВК береться з даних таблиць.

5) Якщо різниця відстаней між ортодромією і локсодромією задовольняє порівнянню формул 5.1 і 5.2, то слід прокласти ДВК на навігаційній карті до кінцевої точки океанського переходу. При відсутності ЕКНІС слід використовувати рекомендації з побудови ДВК на паперовій карті.

6) Для оцінки прокладеного маршруту з урахуванням прогнозу погоди при несприятливому прогнозі слід скористатися методом штормового плавання, перерахувати підсумкову відстань по ортодромії і зрівняти підсумковий виграш по формулі 5.1.

7) Якщо судноводій вважатиме недоцільним плавання по ДВК виходячи з формули 5.1 або 5.2, то слід прокласти лінію шляху судна локсодромією з початкової точки океанського переходу в кінцеву точку.

8) Для оцінки прокладеного маршруту з погляду навігаційних небезпек необхідно врахувати наступне: якщо запобігання окремо лежачих небезпек вимагає значного відхилення від прокладеного маршруту, то слід перерахувати підсумкову відстань океанського переходу і знову виконати аналіз формул 5.1 і 5.2: якщо відхилення від курсу незначне, то необхідно прийняти прокладений маршрут за підсумковий результат попередньої прокладки при океанському плаванні.

РОЗДІЛ 7

ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ

7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту

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

Танкер «Atlantic Express» 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 «Atlantic Express» 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»).

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	конvekція	конvekція	ізотермія	інверсія	інверсія	ізотермія
0,6-2,0	конvekція	конvekція	ізотермія	інверсія	інверсія	ізотермія
2,1 – 4,0	конvekція	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія
> 4,0	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія

Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі. Кількісні характеристики викиду СДОР для розрахунку масштабів зараження визначаються за його еквівалентними значеннями. При розливі токсичних рідин первинна хмара не утворюється, тому еквівалентна кількість $Q_{\text{з1}}$ (т) речовини у первинній хмарі:

$$Q_{\text{з1}} = 0 \text{ т.}$$

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

Площа розливу S_p (m^2) сірковуглецю дорівнює:

$$S_p = V_p/h = Q_0 / \rho/h = 12 / 1,263 / 0,05 = 190 m^2,$$

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.

Таблиця 7.2 – Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найме- нування СДОР	Щільність СДОР, т/ м³		Температура кипіння, °C	Порогова токсодоза, мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів							
	Газ	Рідина			K ₁	K ₂	K ₃	K ₇ для температури повітря (°C)				
								-40	-20	0	20	40
Сірковуг- лець	-	1,263	46,2	45	0	0,021	0,013	0,1	0,2	0,4	1	2,1

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

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

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

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);

Таблиця 7.3 – Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

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

$K_7^{\text{II}} = 1$ – 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);

Таблиця 7.4 – Значення коефіцієнту K_m залежно від впливу характеру місцевості

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

$v_n = 12$ – швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря, км/год. (табл. 7.5).

Таблиця 7.5 – Швидкість (км/год.) перенесення v_n переднього фронту хмари зараженого повітря залежно від швидкості вітру

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

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

$$Q_{\Sigma 2} = (1-K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{II} \cdot Q_o / (h \cdot \rho) =$$

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

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.

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

Таблиця 7.6 – Глибина (км) зони зараження

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

Так як первинна хмара відсутня, то для $Q_{\Sigma 1} = 0,0$ т та швидкості вітру $u = 2$ м/с глибина зони зараження буде дорівнювати: $\Gamma_1 = 0,0$ км.

Для $Q_{\Sigma 2} = 0,02$ 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 і 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} і Γ_{Π} :

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

Визначаємо площу зони можливого зараження S_b (км²) хмарию сірковуглецю:

$$S_b = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^0 = 3,14 \cdot 0,34^2 \cdot 90^0 / 360^0 = 0,1 \text{ км}^2,$$

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

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

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

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

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

$$S_{\Phi} = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 0,34^2 \cdot 1^{0,2} = 0,02 \text{ км}^2,$$

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).

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 $\phi = 90^\circ$ (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 (таблиця 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 і ψ , що залежать від швидкості вітру

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

Розраховуємо глибину зони важких уражень $\Gamma_{0,41}$ (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.

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:

$$t = x / (K_m \cdot v_{\text{п}}) = 0,1 / (1 \cdot 12) = 0,008 \text{ год.} \approx 0,5 \text{ хв.},$$

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

7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження показала, що глибина поширення хмари зараженого повітря може досягти 0,34 км. Надбудова судна, де укритися екіпаж, через 0,5 хв. 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;

- 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	2	3
1.	Оголосити "Шлюпкову тривогу".	Вахтовий помічник
2.	Надіслати повідомлення компанії і звернутися за допомогою до суден і берегових станцій у відповідності з "Планом дій в аварійних ситуаціях".	Капітан
3.	Діяти у відповідності з процедурою зв'язку ГМЗЛБ.	Вахтовий поміч

Продовження табл. 7.9

1	2	3
		ник
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 і Вахтовий механік
8.	Діяти згідно з Розкладом по тривогам і Керівництвом по залишенню судна.	Члени екіпажу і пасажери
9.	Визначити, які механізми залишити працюючими після залишення судна.	Старший механік Старший помічник
10.	Надати допомогу людям, піднятим з води, і нужденним, підтримувати зв'язок між шлюпками за допомогою переносної радіостанції, відійти від борту судна.	Командир шлюпки

РОЗДІЛ 7

ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ

7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту

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

Танкер «Atlantic Express» 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 «Atlantic Express» 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»).

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

Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі. Кількісні характеристики викиду СДОР для розрахунку масштабів зараження визначаються за його еквівалентними значеннями. При розливі токсичних рідин первинна хмара не утворюється, тому еквівалентна кількість $Q_{\text{з1}}$ (т) речовини у первинній хмарі:

$$Q_{\text{з1}} = 0 \text{ т.}$$

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

Площа розливу S_p (m^2) сірковуглецю дорівнює:

$$S_p = V_p/h = Q_0 / \rho/h = 12 / 1,263 / 0,05 = 190 m^2,$$

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.

Таблиця 7.2 – Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найме- нування СДОР	Щільність СДОР, т/ м³		Температура кипіння, °C	Порогова токсодоза, мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів							
	Газ	Рідина			K ₁	K ₂	K ₃	K ₇ для температури повітря (°C)				
								-40	-20	0	20	40
Сірковуг- лець	-	1,263	46,2	45	0	0,021	0,013	0,1	0,2	0,4	1	2,1

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

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

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

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);

Таблиця 7.3 – Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

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

$K_7^{\text{II}} = 1$ – 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);

Таблиця 7.4 – Значення коефіцієнту K_m залежно від впливу характеру місцевості

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

$v_n = 12$ – швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря, км/год. (табл. 7.5).

Таблиця 7.5 – Швидкість (км/год.) перенесення v_n переднього фронту хмари зараженого повітря залежно від швидкості вітру

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

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

$$Q_{\Sigma 2} = (1-K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{II} \cdot Q_o / (h \cdot \rho) =$$

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

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.

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

Таблиця 7.6 – Глибина (км) зони зараження

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

Так як первинна хмара відсутня, то для $Q_{\Sigma 1} = 0,0$ т та швидкості вітру $u = 2$ м/с глибина зони зараження буде дорівнювати: $\Gamma_1 = 0,0$ км.

Для $Q_{\Sigma 2} = 0,02$ 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 і 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} і Γ_{Π} :

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

Визначаємо площу зони можливого зараження S_b (км²) хмарию сірковуглецю:

$$S_b = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^0 = 3,14 \cdot 0,34^2 \cdot 90^0 / 360^0 = 0,1 \text{ км}^2,$$

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

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

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

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

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

$$S_{\Phi} = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 0,34^2 \cdot 1^{0,2} = 0,02 \text{ км}^2,$$

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).

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 $\phi = 90^\circ$ (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 (таблиця 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 і ψ , що залежать від швидкості вітру

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

Розраховуємо глибину зони важких уражень $\Gamma_{0,41}$ (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.

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:

$$t = x / (K_m \cdot v_{\text{п}}) = 0,1 / (1 \cdot 12) = 0,008 \text{ год.} \approx 0,5 \text{ хв.},$$

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

7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження показала, що глибина поширення хмари зараженого повітря може досягти 0,34 км. Надбудова судна, де укритися екіпаж, через 0,5 хв. 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;

- 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	2	3
1.	Оголосити "Шлюпкову тривогу".	Вахтовий помічник
2.	Надіслати повідомлення компанії і звернутися за допомогою до суден і берегових станцій у відповідності з "Планом дій в аварійних ситуаціях".	Капітан
3.	Діяти у відповідності з процедурою зв'язку ГМЗЛБ.	Вахтовий поміч

Продовження табл. 7.9

1	2	3
		ник
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 і Вахтовий механік
8.	Діяти згідно з Розкладом по тривогам і Керівництвом по залишенню судна.	Члени екіпажу і пасажери
9.	Визначити, які механізми залишити працюючими після залишення судна.	Старший механік Старший помічник
10.	Надати допомогу людям, піднятим з води, і нужденним, підтримувати зв'язок між шлюпками за допомогою переносної радіостанції, відійти від борту судна.	Командир шлюпки

ВИСНОВКИ

Задачею будь-якого навігаційного переходу є забезпечення безпеки мореплавства і ефективне перевезення вантажу в найкоротший термін або з мінімізацією часу, витраченого на транспортування вантажу від відправника до одержувача. Судноплавні компанії або операторські компанії, власники вантажу та інші учасники транспортного процесу прагнуть знайти можливість економії часу. Однак трапляються різні підходи і ситуації, наприклад, коли першочергово є максимальна економія палива, особливо коли коли відправник і одержувач є та сама компанія. Наприклад, на пасажирських круїзних суднах додатково на комфортну подорож пасажирів має вплив гідрометеорологічні умови району плавання. Однак усі ці фактори є приватними критеріями оптимальності при виборі маршруту морського судна, обумовленими рейсовим завданням.

Варіативність критеріїв оптимальності дуже велика, та має враховувати морехідні якості судна, специфіку вантажу тощо. На перший погляд, видається очевидним, що плавання по ортодромії на океанському переході є найбільш оптимальним. Це дійсно так, але в цьому випадку необхідно враховувати також штормову погоду, в умовах якої на певних курсових кутах вітру й хвилювання судно буде отримувати істотні втрати швидкості. У цьому випадку плавання по локсодромії може виявитися найбільш доцільним. Сьогодні існує широкий спектр інструментів, які дають досить повну й чітку уяву про погодні умови на певний момент, дозволяючи дізнатись характеристики вітру, хвилювання та інших параметрів, визначити, який вплив вони можуть на судно, а також оптимізувати процес планування його маршруту. Незважаючи на досягнення, цим засобам необхідна значна доробка в плані розрахунків оптимального шляху, зокрема, їм необхідні поліпшена теоретична база й алгоритми обчислень. Потрібно зазначити, що весь час ведеться активна робота з їхнього вдосконалювання, однак цього поки недостатньо.

Оскільки будь-який рейс судна завжди починається із планування, зокрема зі складання судноводієм плану переходу (Passage/Voyage Plan) і виконання попередньої прокладки на морських навігаційних картах, метою даного дослідження є складання процедури вибору найвигіднішого шляху при океанському переході з урахуванням штормового прогнозу погоди. У цьому випадку критерієм оптимальності буде найкоротший час доставки вантажу від причалу до причалу. Очевидно, необхідно розглядати й інші критерії оптимальності, однак саме даний критерій найбільш часто зустрічається на практиці та тісно пов'язаний з іншими.

Результатом проведеного дослідження є складання практичних рекомендацій при виборі найвигіднішого шляху морського судна, критерієм оптимальності якого є найкоротший час доставки вантажу з однієї точки світу в іншу при виконанні океанського переходу з урахуванням штормового прогнозу погоди. Як видно з розглянутого в роботі прикладу океанського плавання з Європи в Карибський басейн, дані рекомендації можуть відноситись не тільки до складання попередньої прокладки маршруту судна, але й до плавання в штормових умовах.

Отриманий у даному дослідженні результат є одним з початкових етапів дослідження питань, що стосуються вибору найвигіднішого шляху з урахуванням особливостей судна і обмежується доцільністю використання деякого штормового маневру. Оскільки в рамках даної роботи судно являє собою лише матеріальну точку, при обліку морехідних якостей конкретного судна даний маневр може бути застосований не для кожного випадку, тому що для того, щоб забезпечити максимальну ефективність і безпеку, необхідно враховувати морехідні якості конкретного судна. Тому наведених у запропонованому дослідженні практичних рекомендацій недостатньо для ухвалення остаточного рішення щодо доцільності плавання по тому або іншому маршруту.

У процесі подальшого вивчення вибору оптимального шляху й варіювання різних критеріїв оптимальності переходу слід враховувати основні висновки,

зроблені в даній роботі, пам'ятаючи про те, що тільки одних рекомендацій буде недостатньо у випадку обліку морехідних якостей судна.

В іншій частині виконаної магістерської роботи виконана комплексна проробка рейсу судна «Торкарі» за маршрутом Порт-Жантіль – Дакар, що включає повний підбір суднових документів, проробку навігаційного переходу від причалу до причалу з відображенням графічного плану.

В роботі описувались характеристики вугілля, вивчені його транспортні характеристики, проведені розрахунки чистої вантажопідйомності для розробки і складання вантажного плану з врахуванням усіх особливостей вантажу та умов рейсового завдання.

За результатами складеного вантажного плану проводились розрахунки остійності судна за вимогами ММО та поздовжньої міцності судна, що підтвердило відповідність усім критеріям і вимогам.

За усіма результатами виконаного рейсу проводився економічний аналіз у формі розрахунків і планів експлуатації судна за данми маршрутом на протязі року, вигода доволі висока, що свідчить про прибутковість.

Загалом виконані розділи магістерської роботи дозволили підсумувати усі отримані знання за період навчання в університеті.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ворохобін І.І., Цимбал М.М., Бурмака І.О., Ніколаєва Л.Л та інші. Методичні вказівки для виконання магістерської роботи // І.І. Ворохобін, М.М., М.М. Цимбал, І.О. Бурмака, Л.Л. Ніколаєва та ін. – Одеса: НУ «ОМА», 2023. – 96 с.
2. Суднова документація судна «Торкарі», Н. Cegielski. Poznan S.A. – 1997.
3. International Convention on Standards of Training, Certification and Watch keeping for Seafarers, 1978/95 (STCW-78/95) + Amendment 2010.
4. Резолюція ІМО А.893(21) - 1999 «Посібник із планування рейсу».
5. Рекомендации по организации штурманской службы на морских судах Украины (РШСУ-98) – Одесса, ЮжНИИМФ, 1998. – 112 с.
6. Алексішин В.Г., Долгочуб В.Т. Практичне судноводіння / В.Г. Алексішин, В.Т. Долгочуб. – 3 Вид. випр. і доп. – Одеса: Фенікс, 2008. – 376 с.
7. Алексішин В.Г., Козир Л.А. Методика виконання курсової роботи з навігації «Навігаційне планування переходу». – Одеса: Латстар, 2001. – 72 с.
8. Catalogue Admiralty Charts and Publications. – London: UKHO, 2019.
9. Admiralty List of Radio Signals (ALRS) (NPs 281-288). – London: UKHO, 2019.
10. International Safety Net Manual, 2010. – 72 с.
11. Pilot Chart, інтернет ресурс гідрометеорологічних умов. URL: [Sailing Weather - Marine Weather Forecasts for Sailors and Adventurers - PassageWeather](#)
12. Sailing Directions (Pilots). – London: UKHO, 2019.
13. Atlas of the Oceans. – London: UKHO, 2015.
14. Guide to Port Entry. – London, 2010.
15. Admiralty List of Lights and Fog Signals. – London: International Maritime Organization, 2020.
16. The Mariner's Handbook. NP100. London: UKHO, 2021
17. Ocean Passages for the World. NP136. London: UKHO, 2021.

18. Морехідні таблиці МТ-75.
19. Міжнародна конвенція по охороні людського життя на морі (SOLAS-74). Лондон: – ІМО, 2008.
20. Brown's Nautical Almanac. – London: 2019. – 1130 p.
21. Admiralty Tidal Handbook №. 2 Datums for Hydrographic Surveys NP 122(2). – London: UKHO, 2018.
22. Савчук В.Д. Технологія перевезення вантажів: підручник [для студ. виеш. навч. закл.], вид. 2-ге, перероб. і доп. / В.Д. Савчук. – Одеса: НУ «ОМА», 2020. – 390 с.
23. Міжнародний кодекс морського перевезення навалювальних вантажів (IMSBC Code). Лондон: – ІМО, 2012.
24. International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code), Vol. 1, 2 and Supplement. – London: International Maritime Organization, 2006.
25. Thomas Stowage: The Properties and Stowage of Cargoes [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.axelzone.ro/storage/ttm/_lessons/bulk_carriers/thomas_stowage_3rd.pdf.
26. International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS-74), International Maritime Organisation, London, 2014.
27. Транспортні характеристики вантажів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.midships.ru/Handbook/characteristics/copra.html>
28. Снопков В.Г. Технологія перевезення вантажів морем: [навчальний посібник] / В.Г. Снопков. – О., 2001. – 279 с.
29. Ніколаєва Л.Л. Комерційна експлуатація судна: підручник. Одеса: НУ «ОМА», 2020. – 550 с.
30. The International Convention on Load Lines 1966 - International Maritime Organization. Лондон: Міжнародна морська організація, 1966 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.riigiteataja.ee.
31. Теорія і будова судна: навчальний посібник / І.П. Давидов, Ю.П. Кучер, В.Ф. Сіряченко, О.І. Бурмака – Одеса: НУ «ОМА», 2019. – 110 с.

32. Резолюция MSC. 267 (85) 09.12.2008. «Code on Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments» (ISC).
33. Правила класифікації та побудови морських суден. В 5-ти т. Том 2. – Київ: Регістр судноплавства України, 2020.
34. Baranov, Yu. K., M. I. Gavryuk, V. A. Loginovskii, and Yu. A. Peskov. Navigatsiya. SPb.: «Lan'», 1997.
35. Вагущенко Л.Л. Судовые навигационно-информационные системы – Одесса, Феникс, 2004. – 302 с.
36. Swift, A. J., and T. J. Bailey. *Bridge Team Management. Practical Guide*. Nautical Institute, 2004.
37. Afonin A. Methods development for assessing sea depth on the northern sea route depending on the recording of hydrographical relief details / A. Afonin, A. Tezikov, E. Olhovik // Proceedings of the International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions, POAC. – 2017.
38. Алексішин В.Г., Дворецький В.О., Петріченко О.О. Судноводіння. Теорія і практика: [Практичний посібник] – Одеса: НУ «ОМА», 2019. – 318 с.
39. American Practical Navigator (Bowditch) Pub. 9 Volumes 1&2, 2019 Edition National Imaginary and Mapping Agency, USA. 2019. – 877.
40. Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи. - Одеса: НУ «ОМА», 2017, с. 20.
41. Терновський В.Б. Методичні вказівки по виконанню розділу дипломної роботи «Охоронні заходи і цивільна оборона на судні». – Одеса: ОНМА, 2015. – 72 с.
42. Торский В.Г. Управление безопасностью в судоходстве. – Одесса: Астропринт, 2005. – 180 с.