

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

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра Управління судном

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА

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

Вдовиченко Олександр Олександрович

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна
«Kleven» за маршрутом Чарльстон - Альхесірас

Підпис магістранта _____

Завідувач кафедри _____

Керівник _____ Корбан Д.В.

Рецензент _____

Нормоконтроль _____

м. Одеса
2025 рік

Магістерська робота містить 117 с., 21 рис., 63 таб., 47 використаних джерел.

У даній дипломній роботі виконано комплексна опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Kleven» за маршрутом Чарльстон – Альхесірас. Відстань між портами 3664 милі. Маршрут плавання проходить через Атлантичний океан.

У дослідницькому розділі розглянуто підходи до визначення оптимального попиту на якірні стоянки порту на основі теорії масового обслуговування. Проаналізовано фактори, що впливають на черговість та час очікування суден, зокрема інтенсивність прибуття, кількість причалів і продуктивність їхньої роботи. На основі моделі М/М/с побудовано ймовірнісний опис системи «судно – якірна стоянка – причал» та визначено оптимальну кількість якірних місць для різних тоннажних груп суден порту Хуанхуа. Окрему увагу приділено сучасним тенденціям цифровізації портової інфраструктури, включаючи системи спільного прийняття рішень (PortCDM), прогнозування ETA/ETC та інтелектуальні інформаційні платформи для управління морським рухом. Результати демонструють, що поєднання математичних методів і цифрових технологій дозволяє суттєво зменшити час очікування суден, підвищити ефективність використання акваторії та забезпечити сталий розвиток портової логістики.

Виконано економічне обґрунтування рейсу, аналіз кількісних і якісних його показників.

Також проведено прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту.

The master's thesis contains 117 pages, 21 figures, 63 tables, 47 sources used.

This thesis provides a comprehensive study and research of the stages of the passage of the vessel "Kleven" along the Charleston - Algeciras route. The distance between the ports is 3664 miles. The sailing route passes through the Atlantic Ocean.

This chapter examines approaches to determining the optimal demand for port anchorage areas based on queuing theory. The key factors affecting vessel waiting times and queue formation—such as arrival intensity, number of berths, and their operational efficiency—are analysed. Using an M/M/c queuing model, a probabilistic description of the “vessel – anchorage – berth” system is developed, enabling the calculation of optimal anchorage capacity for different ship tonnage categories at Huanghua Port. Special attention is given to modern trends in port digitalisation, including PortCDM systems, ETA/ETC prediction technologies, and intelligent real-time information platforms for maritime traffic management. The results show that integrating mathematical modelling with digital tools significantly reduces vessel waiting times, improves utilisation of anchorage resources, and supports sustainable port logistics performance.

The economic justification of the flight, the analysis of its quantitative and qualitative indicators was performed.

Forecasting of the consequences of an emergency situation at the maritime transport facility was also carried out.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА	9
Загальні відомості і головні розміри судна	9
1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики	10
1.3 Маневрені характеристики.....	12
1.4 Навігаційне обладнання.....	17
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ	20
2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу.....	20
2.2 Оцінка запланованого переходу	21
2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході	24
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.....	34
2.3.1 Розрахунок ортодромії.....	34
2.3.2 Складання маршрутних листів	36
2.3.3 Графічний план переходу.....	36
2.3.4 Розрахунок природної освітленості	36
2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів	39
2.4 Висновки	41
РОЗДІЛ 3 ОБРОБКА І РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖУ	42
3.1 Транспортні характеристики вантажів	42
3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та документальне оформлення морського перевезення	45
3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна.....	51
3.4 Складання вантажного плану.....	53
3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу	54

РОЗДІЛ 4 ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА.....	55
4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна.....	55
4.2. Розрахунки посадки і початкової остійності.....	61
4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації	65
4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності.....	65
4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності	67
4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності	72
4.7 Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу	72
РОЗДІЛ 5 ОПТИМІЗАЦІЯ ПОПИТУ НА ЯКІРНІ СТОЯНКИ ПОРТУ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ЦИФРОВІЗАЦІЇ ПОРТОВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ.....	75
5.1 Аналіз факторів, що впливають на попит якірної стоянки в порту.....	76
5.2 Використання теоретичних розрахунків на практиці	81
5.3 Цифровізація управління якірними стоянками.....	85
РОЗДІЛ 6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ.....	93
6.1 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі	93
6.2 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу	100
РОЗДІЛ 7 ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ	103
7.1. Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту.....	103
Висновок	112
Список використаних джерел	113

ВВЕДЕННЯ

У справжньої дипломної роботі описується комплексна опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Kleven» за маршрутом Чарльстон – Альхесірас. В дипломній роботі розглянуто найбільш важливі теми в повсякденній роботі судноводіїв:

- навігаційна підготовка до переходу;
- складання вантажного плану;
- аналіз економічної ефективності рейсу;
- розрахунки непотоплюваності в суднових умовах;
- питання охорони праці на морському транспорт, охоронні заходи і цивільна оборона на судна.

Неможливо переоцінити значення навігаційної підготовки - найважливішого застави безпечного плавання. Тільки ретельне вивчення майбутнього району плавання, враховуючи всі можливі обставини, дозволить судну безпечно здійснити перехід з порту в порт.

Правильна завантаження судна не менш важлива - від неї безпосередньо залежить остійність судна, його морехідні якості. Тому складений вантажний план повинен відповідати всім вимогам ІМО.

Дослідницькі ідеї, що наведені у дослідницькому розділі дипломної роботи, полягають у наступному, розвиток глобальної морської логістики, зокрема в межах стратегічних ініціатив «The Belt and Road», посилює вимоги до ефективного управління портовими ресурсами. Одним із ключових елементів функціонування порту є якірна стоянка — спеціально виділена акваторія для безпечного очікування суден, виконання митного та прикордонного контролю, проведення вантажних операцій та забезпечення маневрової безпеки. Зі збільшенням інтенсивності судноплавства та нерівномірністю потоків суден зростає актуальність визначення оптимальної кількості місць на якірній стоянці, щоб уникнути перевантаження акваторії, затримок та ризиків блокування підхідного каналу.

У зв'язку з випадковим характером процесу прибуття суден та стохастичною природою часу обробки на причалах ефективним інструментом для вирішення цього завдання виступає теорія масового обслуговування. Побудова математичної моделі типу М/М/с дозволяє визначити ймовірнісний розподіл кількості суден у системі «судно – якірна стоянка – причал» та отримати оптимальний попит на якірні місця з урахуванням гарантійного рівня доступності.

У даному розділі також проведено аналіз вхідних параметрів моделі на прикладі порту Хуанхуа, здійснено практичний розрахунок оптимальної структури якірних стоянок за тоннажними групами суден та наведено порівняння сучасних цифрових рішень, що застосовуються у провідних портах світу для оптимізації заходу суден, скорочення часу очікування та підвищення екологічної безпеки.

В сучасних економічних умовах необхідно прагнути до найбільш ефективної роботи морських транспортних суден. В силах екіпажу, і в тому числі судноводійного складу, скорочення невиробничих втрат часу, це може підвищити доходи судна.

РАЗДЕЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

1.	Назва судна	Kleven
2.	Тип судна	Container Carrier
3.	Позивний сигнал судна	D5RZ8
4.	IMO	9085546
5.	MMSI	636018912
6.	Рік і місце побудови	1996 by Odense Steel Shipyard — Оденсе, Данія
7.	Клас Регістру	GERMANISCHER LLOYD
8.	Порт приписки	MONROVIA
9.	Судновласник	Hammonia Reederei - Гамбург, Німеччина
10.	Менеджмент	Hammonia Reederei - Гамбург, Німеччина
11.	Довжина найбільша L (м)	300.0
12.	Довжина між перпендикулярами L _{PP}	285.0
13.	Ширина найбільша B (м)	40
14.	Висота борту до верхньої палуби H (м)	24.20
15.	Найбільша осідання T (м)	14,02
16.	Осадка T (м) в повному вантажу и порожньому	14,042 5,09
17.	Водотоннажність (т) в повному вантажу Δ порожньому Δ _o	107751 27400
18.	Повна вантажопідйомність Δ _w (т)	80351
19.	Головний двигун: тип: потужність: частота обертання:	Дизель HHI B&W 10K98 MC-C 57866 105

20.	Режим роботи головного двигуна	Full Ahead/Astern 41 Half Ahead/Astern 34 Slow Ahead/Astern 28 Dead Slow Ahead/Astern 21
21.	Швидкість судна	22/24
22.	Гребний гвинт: Кількість лопастей: Діаметр та крок гвинта (м) Дискове відношення: Напрямок обертання:	Гребний гвинт суцільнолитий 6 8200, 6195/0,75 0,750 правий
23.	Тип руля і площа його пера (м ²)	полубалансирний, обтічний / 62,28
24.	Тип стернової машини: Підрулюючий пристрій:	електрогідравлічна, 4-х циліндрова потужність - 1300 кВт
25.	Суднова радіостанція: Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району А1, А2, А3, А4 та включає в себе:	GMDSS CONSOLE FURUNO Model: RC-1800 F
26.	Валова реєстрова місткість (GRT)	75590
27.	Чиста реєстрова місткість (NRT)	42233
28.	Добова витрата палива: На ходу: важке паливо (HFO) На стоянці: дизельне паливо (DO)	200 12
29.	Координати центру мас порожнього судна	X = -23.59 Z = 14.94

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики

Схематичне креслення бокового виду судна з розташуванням приміщень для вантажів і запасів із зазначенням місткості вантажних приміщень наведено на рис. 1.1.

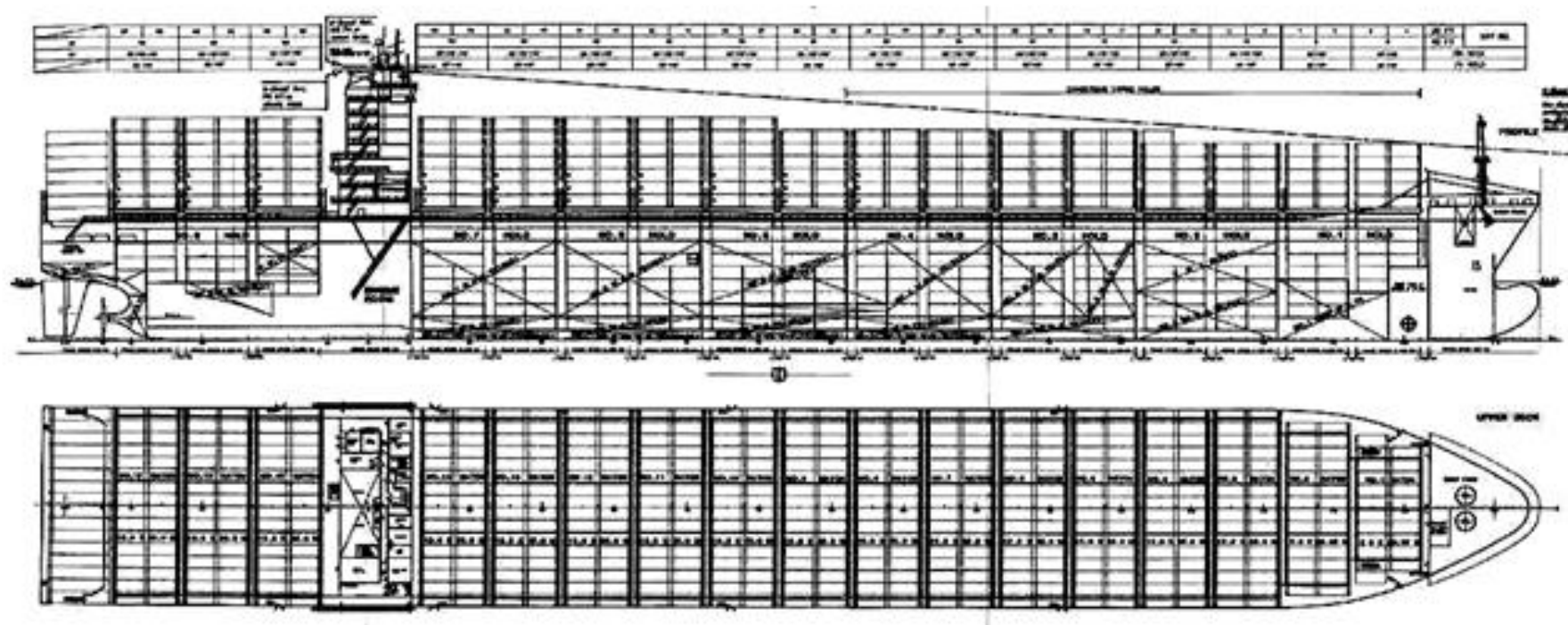


Рисунок 1.1 - Схематичне креслення бокового виду і верхньої палуби судна

На рис. 1.2 представлена схема розташування суднових цистерн.

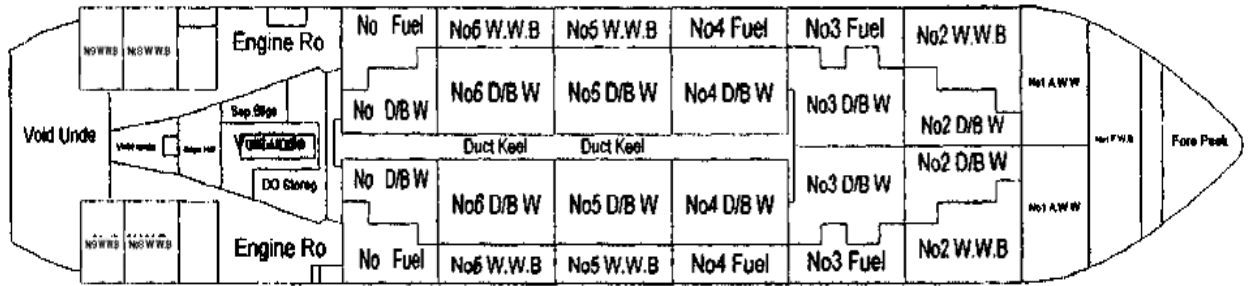


Рисунок 1.2 - Схема розташування цистерн

Вантажна шкала наведена на рис.1.3.

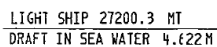
Таблиця 1.1 - Дані про вантажну марку і надводному борту

Вантажна марка	Надводний борт, мм	Осадка, м	Водотоннажність, т	Дедвейт, т	Число тонн на 1 см осадки,
Тропічна прісна	9708	14,578	110546	83346	102,43
Прісна	10000	14,286	107571	80551	102,05
Тропічна	9972	14,314	110546	83346	102,15
Літня	10264	14,022	107571	80551	101,90
Зимова	10556	13,730	104596	77396	101,52
Поправка на прісну воду 264 мм					

1.3 Маневрені характеристики

1. Якірний пристрій:

- якірний механізм - брашпиль BROENL (2шт.).
- тип - електрогідравлічний, відкритого типу, з турачкою, барабаном для троса і загальним валом;
- тягове зусилля на турачках - 48 т;
- швидкість вибирання якоря 9м / хв кожна;
- якір - безштоковий якір з поворотними лапами (Холла);
- спосіб виготовлення - лиття;
- довжина якірного ланцюга: лівий борт - 330 м (12 змичок);



- правий борт -330 м (12 змичок);

- якірний стопор - гвинтовий тип (2шт.), Стрічковий (2шт.)

2. Рульовий пристрій:

- рульова машина - HYUNDAI CONVERTER PUMP FE-21-560;
- тип рульової машини - електрогідравлічна, 4-х циліндрова;
- максимальний момент на балері - 1250 кНм;
- максимальний кут перекладки - 35 °;
- швидкість перекладки (1 насосом) - 65/28 сек,
- привід основний - електричний;
- привід аварійний - гідравлічний
- кермо - полубалансирне, обтічний.
- Підрулюючий пристрій: потужність - 1300 кВт.
- Авторульовий - ТОСМЕС PR-+6384-DW-SS2.

Маневрені характеристики визначають після побудови або в процесі експлуатації судна.

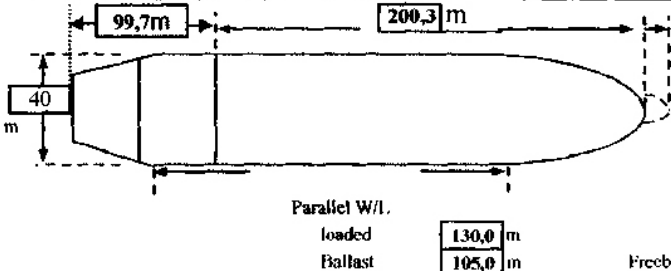
Інформація щодо маневрених характеристик повинна представлятися у вигляді:

- лоцманській картки;
- таблиці маневрених характеристик (для ходової рубки);
- формуляра маневрених характеристик.

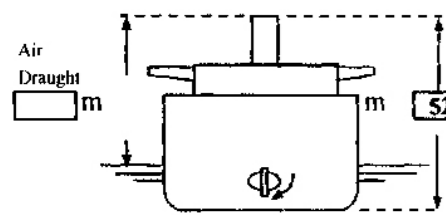
Лоцманська картка (рис. 1.4) заповнюється капітаном і призначена для того, щоб забезпечити інформацією лоцмана, який приймає судно під проводку. Лоцманська картка повинна дати уявлення про завантаження судна, стан СЕУ і рушіїв, рульового і підрулюючого пристроїв та іншого відповідного обладнання. Для заповнення лоцманської картки проведення спеціальних ходових випробувань не потрібно.

Дані про маневрених характеристик, даних по якірного ланцюга, по роботі рульового пристрою, збільшення опади, дані про діаметр повороту і т.д. представлені на рис. 1.5 "Wheelhouse poster".

SHIP'S PARTICULARS:				PORT: in/out	
Name: Kleven		Flag: MONROVIA		Call sign: D5RZ8	
Displacement: tonnes		Deadweight: 85823 tonnes		year built: 1996	
Length OA 300 (m)		Breadth 40		Bulbous bow yes	
Draught fwd (m)		Draught aft (m)		Draught amidships (m)	
Port anchor 12 (shackles)		Stbd anchor 12 (shackles); (1 shackles = 27,5m)			



Parallel W/L.
loaded 130,0 m
Ballast 105,0 m
Freeboard: m



Air Draught m

ENGINE:			
Type: DIESEL		Maximum power 57866 kW 67500 (HP)	
	rpm / pitch	loaded speed	ballast speed
full ahead	65	16,6 kts	17,4 kts
half ahead	45	10,7 kts	11,9 kts
slow ahead	35	6,8 kts	8,3 kts
Dead slow ahead	27	3,8 kts	5,3 kts
Dead slow astern	27		
slow astern	35		
half astern	45		
full astern	65	70 (% of full ahead power)	
Engine critical rpm 48-54			Max.No of consecutive starts 14
Time limit astern No limits (min)			Time full ahead to full astern 457 (sec)

STEERING:			
Rudders: 1 (number)		SEMIBALANCED (type)	
Time hard-over to hard-over 28 sec		Rudder angle for neutral effect 0 °	
Propellers 1 (number)		Direction of turn RIGHT	
Thrustors 1 (number)		Bow power 1300/1743 (kW/HP)	
Steering peculiarities. 		Stern power 	

EQUIPMENT CHECKED & READY FOR USE:			
Anchors		Cleared away	
X-Band radar		ARPA	
S-Band radar		ARPA	
Speed log		Water/G round single axis / dual axis	
Echo sounder		Engine telegraphs 	
Electronic position - fixing		Type GPS	
Compass system		Gyro compass error 0 °	
Steering gear		Number of power units in use 	
Rudder/RPM/ROT indicators		Mooring winches and lines 	

EQUIPMENT DEFECTS RELEVANT TO SAFE NAVIGATION & OTHER IMPORTANT DETAILS:

Master's Name:

Pilot's Name:

Date:

Рисунок 1.4 - Лоцманська картка

14248, 0

WHEELHOUSE POSTER

according to IMO Res. A. 601 (15)

Ship's name Kleven

Call sign D5RZ8

Prepared by _____

Date _____

SHIP'S PARTICULARS

Gross tonnage	73280
Net tonnage	45376
Displacement, maximum	61668
Draught, maximum	45190
Block coefficient at summer full load draught	0.667

Performance may differ from this record due to environmental, hull and loading conditions.

MANOEUVRING DATA WERE OBTAINED

	Loaded	Ballast
	True/Estimated	True/Estimated
Forward	12,62	1,54
Aft	12,62	6,62

STEERING PARTICULARS

Type of rudder(s)	SEMI-BALANCED
Maximum rudder angle	35°
Time hard-over to hard-over with one power unit	28.81 s
Time hard-over to hard-over with two power units	18.21 s
Maximum speed to maintain course, propeller stopped	~2.8 kts
Rudder angle for neutral effect	0.9° port/starboard

ANCHOR CHAIN

	Number of shackles	Max. rate of heaving (min/shackle)
Port	12	2.3 min
Starboard	12	2.3 min
Open	N/A	---
1 shackle =	27.5 m = 15 fathoms	

PROPULSION PARTICULARS

Type of engine	MAN B&W 8S58MC-57, 14220 kW (19320 hp)			
Type of propeller				
Engine order	Rev/Min	Speed (kts)	Engine order	Rev/Min
	Full	Full		Full
Full sea speed	100	14.50	25.00	
Full	85	14.00	17.40	
Half	45	10.70	11.90	
Slow	35	6.90	6.30	
Dead slow	27	3.80	5.30	
Critical revolutions	48-54 rpm			
Minimum revolutions	27 ± 5, 6 kts			
Time limit at minimum revolutions	min			
Emergency full ahead to full astern	457 s			
Stop to full astern	27 s			
Max power	70 % ahead			
Maximum number of consecutive starts	14			

THRUSTER EFFECT AT TRIAL CONDITIONS

Thruster	kW (hp)	Time delay for full thrust	Turning rate at 20 m speed	Time delay to reverse full thrust	Not effective above speed
Star	1300	---	---	---	6.0 kts
Star	N/A	---	---	---	---
Combined	N/A	---	---	---	---

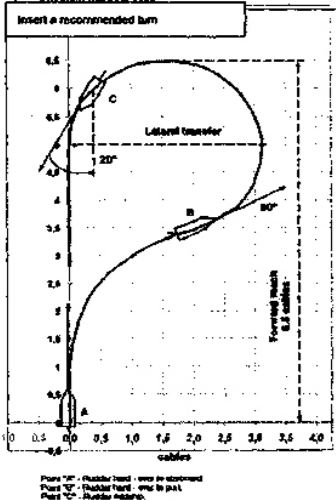
DRAUGHT INCREASE (LOADED)

Under load clearance	Ship's speed	Max. squat at bow / stern	Heel angle	Draught increase
1.10 m	14.0 kts	1.52 m	2°	0.56 m
	10.0 kts	0.78 m	4°	1.13 m
	7.0 kts	0.36 m	6°	2.36 m
	kts	m	12°	3.62 m
	kts	m	15°	4.62 m

MAN OVERBOARD RESCUE MANOEUVRE

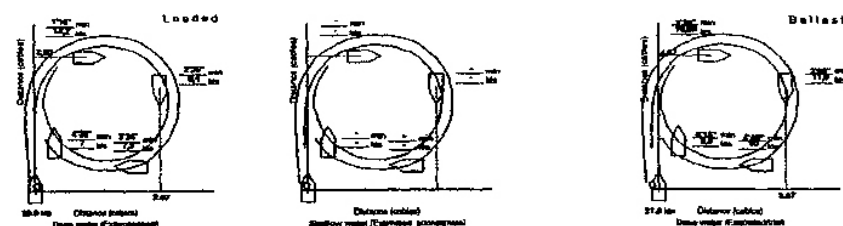
Sequence of actions to be taken:

- to call a Watchy
- to give the helm order
- to sound the alarm
- to keep the look-out

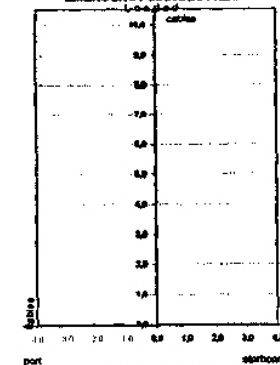


TURNING CIRCLES AT MAXIMUM RUDDER ANGLE

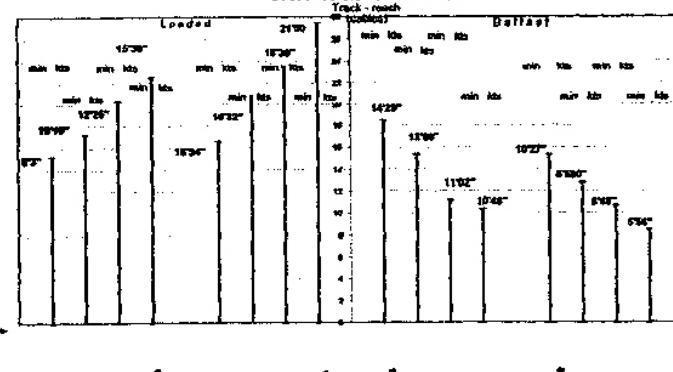
1 cable = 0.1 nautical mile



EMERGENCY MANOEUVRES



STOPPING CHARACTERISTICS



EMERGENCY MANOEUVRES

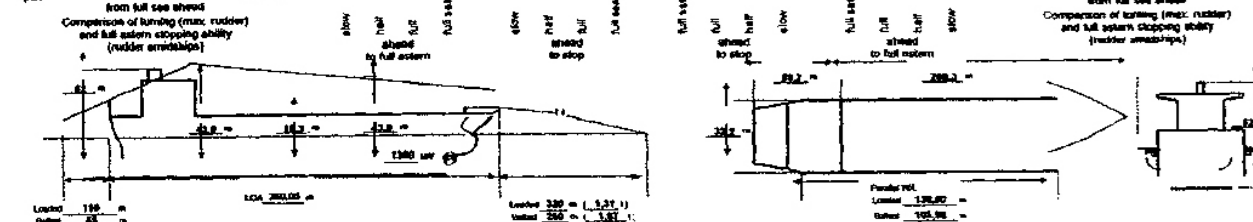
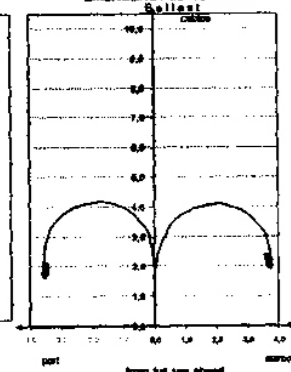


Рисунок 1.5 – Маневрені характеристики

1.4 Навігаційне обладнання

Дані всіх технічних засобів навігації (ТЗН) судна (електрорадіонавігаційні прилади та системи) представлені в таблиці 1.5.

Точнісні характеристики наявних на судні ТЗН представлені в таблиці 1.6.

Таблиця 1.5. - Технічні засоби навігації судна

Прилад, система	Тип, марка	К-ть
Магнітний компас	W.ludolf GFK-BII (1050N-N)	1
Гірокомпас	C.Plath, Navigat x mk2	1
Радіолокатор / ЗАРП	FURUNO FAR 2825-3A	1
Радіолокатор / ЗАРП	FURUNO FAR 2835S-7AF	1
Ехолот	DEBEG 4630	1
Лаг	DEBEG 4675	1
Супутникові системи визначення місця	GPS FURUNO GP 80	2
Авторульовий	NAVIPILOT 4000	1
AIC	SAM Electronics uais DEBEG 3400	1
НАВТЕКС	FURUNO NX-600	1
Приймач факсимільних карт погоди	FURUNO FAX 215	1

Таблиця 1.6 - Точнісні характеристики технічних засобів навігації.

Тип, марка ТЗН	Умови	Вимірювані навігаційні параметри	Середня квадратична похибка одного виміру
Gyrocompass	судно яке рухається	курс/пеленг	$0.75^{\circ} \cdot \secant \text{ latitude}$
Mag.compass	судно яке рухається	курс	$\pm 3^{\circ}$
Radars	електронний візир шкали до 3 миль шкали більше 3 миль	пеленг дистанція дистанція	$\pm 1^{\circ}$ 1% of the maximum range of the scale in use
GPS	судно яке рухається		13 – 36 metres
Echograph ATLAS	Щільність води $\rho=1.025 \text{ т/м}$ $t=20^{\circ}\text{C}$	глибина	± 1.5 метра
Speed & distance indicator		швидкість	± 0.1 узла

Дані про всі технічні засоби навігації (ТЗН) судна (електрорадіонавігаційні прилади та системи) представлені нижче на рис. 1.6.

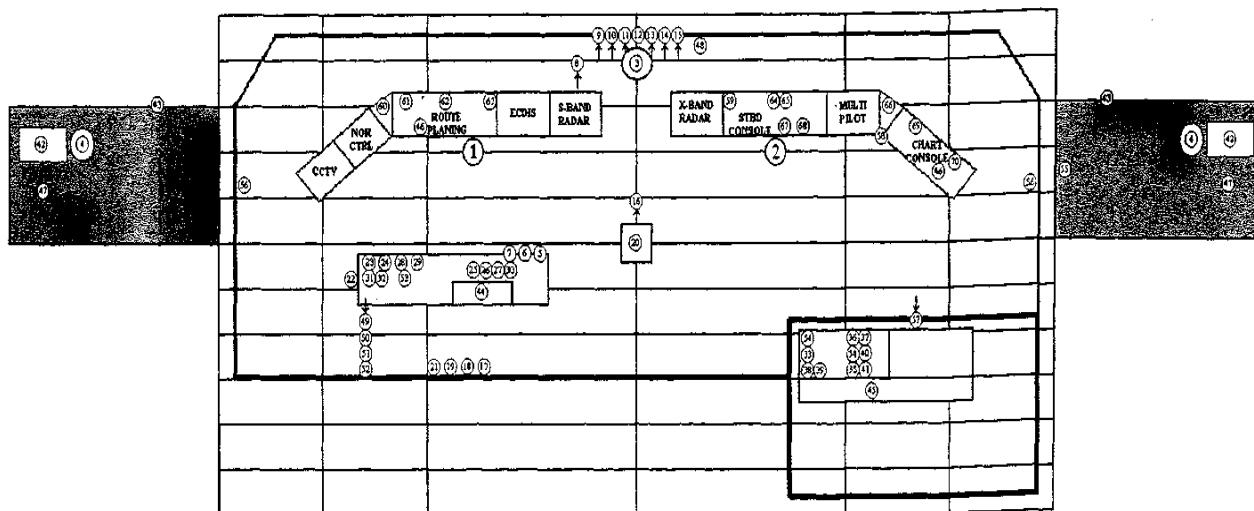


Рисунок 1.6 - Схема розташування ТЗН і пультів на ходовому містку

- | | |
|---|--|
| 1. BRIDGE CONTROL CONSOLE (PORT) | 20. AUTO PILOT STEERING STAND |
| 2. BRIDGE CONTROL CONSOLE (STARBOARD) | 21. GAS SAMPLING SYSTEM REPEATER PANEL |
| 3. GYRO REPETITOR | 22. PORTABLE VHT CHARGER |
| 4. GYRO REPETITOR (WINGS) | 23. CONVERTER FOR ANEMOMETER |
| 5. CHANGE OVER GYRO MONITOR UNIT | 24. TRANSFORMER BOX FOR ANEMOMETER |
| 6. NO. 1 GYRO CONTROL BOX | 25. COURSE RECORDER |
| 7. NO. 2 GYRO CONTROL BOX | 26. SPEED LOG INDICATOR |
| 8. 3 FACE RUDDER ANGLE INDICATOR | 27. LATITUDE CORRECTION SWITCH |
| 9. RUDDER ANGLE INDICATOR | 28. JOINT BOX FOR RATE OF TURN |
| 10. RATE OF TURN INDICATOR | 29. PLUG SYSTEM UNIT FOR RATE OF TURN |
| 11. SPEED LOG INDICATOR | 30. MAIN UNIT FOR ECHO SOUNDER |
| 12. CLINOMETER INDICATOR | 31. MASTER CLOCK |
| 13. ANEMOMETER INDICATOR | 32. WEATHER FAX RECEIVER |
| 14. ELECTRIC CLOCK | 33. RADIO CONTROLLER |
| 15. RPM INDICATOR | 34. SATCOM-B TELEPHONE |
| 16. MAGNETIC COMPASS (COMPASS DECK) | 35. SATCOM-B BUZZER |
| 17. SPEAKER | 36. SATCOM-C DATA TERMINAL SATCOM-C KEYBOARD |
| 18. FIRE DETECTION & ALARM SYSTEM | 37. MH/FH DATA TERMINAL |
| 19. POWER SUPPLY AND RELAY UNIT FOR FIRE DETECTION & ALARM SYSTEM | 38. MH/FH KEYBOARD |

39. AUTO TELEPHONE
40. SATCOM-C INTERNAL MOUNTED EQUIPMENT
41. BRIDGE WING CONTROL CONSOL (PORT & STARBOARD)
42. SEARCH LIGHT (WINGS PORT & STARBOARD)
43. NAVIGATION TABLE
44. RADIO TABLE
45. CHART TABLE
46. PLUG FOR DAYLIGHT SIGNALING (PORT & STARBOARD)
47. PLUG FOR DAYLIGHT SIGNALING
48. LIFE JACKET BOX
49. LINE THROWING APPLIANCE
50. HAND FLARES SIGNAL & PARACHUTE SIGNAL
51. SAFETY PLAN
52. CHRONOMETER
53. MF/HF EMERGENCY LIGHT
54. EPIRB (WING STARBOARD)
55. RADAR TRANSPONDER
56. FLAG LOCKER
57. PUBLIC ADDRESSOR
58. VHF TELEPHONE N0.1
59. VHF TELEPHONE N0.2
60. VHF/DSC PRINTER
61. GPS NO. 1
62. NAVTEX CONSOLE
63. STEERING POMPS CONTROLLER
64. HORN & MORSE CONTROLLER
65. COMMON BATTERY TELEPHONE
66. BOWTHRUSTER CONTROLLER
67. TELEGRAPH
68. GPS N0.2
69. ECHOSOUNDER REPEATER

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

Вимоги та рекомендації щодо планування переходу містяться в таких документах:

- Міжнародна Конвенція з охорони людського життя на морі 1974 р. (SOLAS-74), Розділ V «Безпека мореплавства»;
- Конвенція та кодекс з підготовки і дипломування моряків та несення вахти (STCW-78 з поправками), Розділ VIII;
- Резолюція ІМО А.893(21) – 1999 р. «Керівництво по плануванню рейсу»;
- Рекомендації по організації штурманської служби на морських судах України – 1998 р.;
- Bridge Procedures Guide, 5th Edition, 2016;
- Bridge Team Management, 2nd Edition, 2004.

Загальні вимоги щодо планування переходу містяться у вимогах кодексу з підготовки і дипломування моряків та несення вахти (ПДМНВ-78/95) в розділі А-VIII/2, частина 2, які сформулюються наступним чином:

- Майбутній рейс повинен плануватися заздалегідь, беручи до уваги всю наявну до цього інформацію;
- Старший механік повинен, проконсультувавшись з капітаном, визначити заздалегідь потреби майбутнього рейсу, беручи до уваги потреби в паливі, воді, мастильних матеріалах, хімікатах, витратних та інших запасних частинах, інструментах, запаси і інших вимог;
- До початку кожного рейсу капітан кожного судна повинен забезпечити, щоб передбачуваний шлях з порту відходу до першого порту заходження планувався, використовуючи відповідні карти та інші навігаційні посібники, необхідні для майбутнього рейсу, містять точну повну і скориговану

інформацію щодо тих навігаційних обмежень і небезпек, які мають постійний або передбачуваний характер, і які мають відношення до безпеки плавання суден;

- По завершенні перевірки запланованого шляху, беручи до уваги всю відноситься до нього інформацію, запланований шлях повинен бути прокладений на відповідних картах і бути постійно доступним для вахтового помічника капітана, який до того, як лягти на відповідний курс, зобов'язаний перевірити його;

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

Планування переходу та його виконання включає в себе чотири послідовні фази:

- Оцінка (Appraisal);
- Планування (Planning);
- Виконання (Execution);
- Управління (Monitoring);

2.2 Оцінка запланованого переходу

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

Відомості про підібраних картах і книгах зведені в таблиці 2.1 і 2.2.

Таблиця 2.1 – Перелік карт на перехід

Тип карти	Cell No.	Назва карти	Дата випуску
Генеральні карти	4011	North Atlantic Ocean – Northern Part	07.2020
	4403	South-East Coast of NorthAmerica incl. Bahama Island sand Greater Antiles	06.2021
	4407	Trinidad toMid-Atlantic Ridge	11.2021
	4114	Arqui pelagodos Acoresto Flamish Cap	10.2020
	4103	English Channel tp the Strait of Gibraltar and thearquipelagodo Acores	06.2021
Путьові, часні карти та плани	2809	Charleston Harbor	06.2020
	2806	Inner Approaches tp Charlesto Harbor	08.2019
	2803	Outer Approaches tp Charleston Harbor	08.2019
	2865	Cape Romain tp Cape Canaveral	02.2007
	2710	Delaware Bay tp Straits of Florida	11.2021
	3132	Strait of Gibraltar tp Arquipelagoda Madeira	04.2020
	91	Cabo de Sao Vicente tp the Strait of Gibraltar	11.2018
	142	Strait of Gibraltar	11.2018
	1448	Gibraltar Bay	05.2018
	1455	Algeciras	02.2016
Допоміжні карти	5006	The World Time Zone Chart	12.2021
	5308	The World Sailing Ship Routes	2011
	5309	World General Surface Current Distribution	2016
	5375	Magnetic variation. 2015 and Annual rates of Change - North Atlantic Ocean and Mediterranean Sea	2020
	D6083	The World Load Line Regulations	2018
	5124(4)	North Atlantic Ocean Routeing chart April	2021

Таблиця 2.2 – Перелік публікацій на перехід

NP No	TITLE
1	2
SAILING DIRECTIONS	
70	West Indies Pilot, Vol.1
71	West Indies Pilot, Vol.2
67	West Coast of Spain&Portugal Pilot
45	Mediterranean Pilot, Vol.1
ADMIRALTY LIST OF LIGHTS AND FOG SIGNALS	
82	Western Side of The North Atlantic Ocean from Maine to Cabo Orange
77	Eastern Atlantic Ocean, Western Indian Ocean and Arabian Sea
78	Mediterranean, Black and Red Seas
ADMIRALTY LIST OF RADIO SIGNALS	
281(1)	Part 1, Maritime Radio Stations: Europe, Africa and Asia
281(2)	Part 2, Maritime Radio Stations: The Americas, Far East and Oceania
282	Volume 2 – Radio Navigational Aids, Electronic Position Fixing Systems and Radio Time Signals
283(1)	Part 1, Maritime Safety Information Services: Europe, Africa and Asia
283(2)	Part 2, Maritime Safety Information Services: The Americas, Far East and Oceania
284	Meteorological Observation Stations
285	Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS)
286(5)	Part 5, Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations: Americas and Antarctica
286(2)	Part 2, Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations: Europe
286(3)	Part 3, Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations: Mediterranean and Africa
288	Satellite Navigation Systems
ADMIRALTY TIDE TABLES	

Продовження табл.2.2

1	2
---	---

202	Volume 2 – Atlantic and Indian Ocean
ADMIRALTY DISTANCE TABLES	
350	Part 1 – Atlantic Ocean, NW Europe, Mediterranean Sea, Caribbean Sea and Gulf of Mexico
ASTRONOMICAL PUBLICATIONS	
314-00	Nautical Almanac
303 (4)	Sight Reduction Forms (H.494)
323	Star Finder and Identifier
401 (2)	Sight Reduction Tables for Marine Navigator – Vol. II Lat 30° - 45°
MISCELLANEOUS PUBLICATIONS	
100	The Mariners Handbook
136	Ocean Passages for the World (4th Edition, 1987)
131	Catalogue of Admiralty Charts and Publication
294	How to Correct your charts the Admiralty Way
735	IALA Maritime Buoyage System, Edition 5 1994
5011	Symbols and Abbreviations used on Admiralty Charts, Edition 2
Guide to Port Entry	
Fairplay	

2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

В даний час всі завдання отримання, передачі інформації на судах вирішуються штурманським складом в процедурах і з використанням апаратних засобів GMDSS. Однією з функцій GMDSS є передача на судна в морі інформації з безпеки мореплавства (ІБМ). Збором, координацією і передачею ІБМ займається служба безпеки SafetyNET, яка є складовою частиною GMDSS. Структура SafetyNET і завдання, які вирішуються службою, викладені в керівництві IMO International SafetyNET Manual.

Інформація з безпеки на морі (ІБМ, Maritime Safety Information – MSI) включає навігаційні та метеорологічні попередження, метеорологічні прогнози та інші невідкладні повідомлення, пов'язані з безпекою. Ця інформація є життєво важливою для всіх судів, тому вона є обов'язковою для прийому на всіх судах незалежно від району плавання.

В GMDSS інформація з безпеки включає:

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

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

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

Інформація щодо пошуку та рятування забезпечується владою, відповідальними за координацію рятувальних операцій на морі – (морськими) рятувально-координаційними центрами (RCC, MRCC), у відповідності зі стандартами і процедурами, встановленими Міжнародної морської організації (ІМО).

За допомогою посібника ALRS 283 використовуємо інформацію щодо факсимільних карт погоди та зводимо її до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

N	Радіо	Позначення кордону	Зміст	Час
---	-------	--------------------	-------	-----

п/п	станції	карти	передачі	передачі
1	New Orleans	0° - 31°N 35°W - 100°W	24 hour wind forecast 24 hour surface forecast	0035(00) 1235(12) 0705(00) 1905(12)
2	North wood	54°N 82°W 26°N 45°W 54°N 51°E 28°N 12°E	Surface Analysis Significant Wind Areas T+24	0400(00) 0900(06) 1500(12) 1800(12) 0748(00) 2112(12)
3	Dakar	1:25000000 40°N 30°W 40°N 33°E 20°S 30°W 20°N 33°E	Significant Weather Prognosis	0545(00) 1745(12) 2345(18) 1145(06)

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

Таблиця 2.4 - Райони NAVAREA, станції NAVTEX на переході

N п/п	Ділянка переходу	Район NAVAREA	Станції NAVTEX	Координатор NAVAREA
1	West Indies	IV	Bermuda [B] Miami [A]	USA
2	Mediterranean Sea	II	Tarifa [G]	France

За допомогою посібника ALRS 286 визначаємо наявність по маршруту контрольних постів, районів, де здійснюється управління рухом суден постами СУРС (Reporting Areas), вирішуємо питання про зв'язок з контрольними станціями і постами - терміни, форми і способи подачі інформації. З'ясовуємо деталі зв'язку з лоцманськими станціями і операторами терміналів в портах. Отримані відомості зводимо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Зв'язок на переході

N п/п	Станція	Спосіб зв'язку	Канали, частоти	Примітка
1	Charleston Pilots and Port	VHF	13, 16; 65	Approach, berthing, unberthing
2	Algeciras Port Control & Pilot	VHF	16; 09; 74	Callsign, name of ship, IMO number, Last port of Call

Таблиця 2.6 – СУРС по маршруту переходу

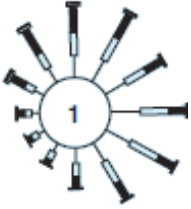
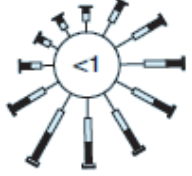
№	Traffic separation scheme	Station	VHF	Reporting point description
1	Charleston	Charleston VTS	18A; 14	Mandatory Reporting
2	Gibraltar Strait	Tarifa VTS	16, 10	Reporting system area

На підставі аналізу підібраних і відкоригованих матеріалів робимо висновок про те, що інформаційного забезпечення для безпечного плавання на переході досить.

2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

Аналіз гідрометеорологічних умов по маршруту плавання виконується за період (місяць) переходу, що проробляється. Для цього використовуються середні багаторічні дані, які наведені в Атласах океанів, кліматологічних, гідрографічних і океанографічних посібниках, Pilot Chart (Інтернет-сайт www.passageweather.com). Для опису гідрометеорологічних умов необхідно перехід розбити на ділянки (три і більше) в залежності від відстані між портами. Необхідні данні вносимо в таблиці 2.7, 2.8.

Таблиця 2.7. - Атмосферний тиск і розшифровка «роз вітрів»

Характеристики за ділянками	West Indies			Atlantic Ocean			Gibraltar Strait		
Атмосферний тиск, гПа	1020			1020			1022		
Вітер									
Направлення вітру	Повторюваність вітру, %			Повторюваність вітру, %			Повторюваність вітру, %		
	Сумарна	11-15 м/с	>16 м/с	Сумарна	11-15 м/с	>16 м/с	Сумарна	11-15 м/с	>16 м/с
N	20	7	2	13	-	-	3	-	-
NE	14	-	-	48	2	1	1	-	-
E	16	1	-	5	-	-	20	1	-
SE	19	-	-	12	1	-	12	-	-
S	15	-	-	11	-	-	9	-	-
SW	4	-	-	6	2	-	10	-	-
W	3	1	1	4	2	-	27	5	1
NW	9	1	-	1	1	-	14	1	-
Результуючий вітер	направлення, у румбах		ESE	направлення, у румбах		SSW	направлення, у румбах		WNW
	швидкість, м/с		7	швидкість, м/с		8	швидкість, м/с		10
Максимальна швидкість вітру, м/с	спостережена		8	спостережена		12	спостережена		12
	розрахункова		9	розрахункова		14	розрахункова		14
Повторюваність штилів, %	30			25			40		

Таблиця 2.8. - Видимість, водний і тепловий режими атмосфери, гідрологічні характеристики

Характеристики за ділянками		West Indies	Atlantic Ocean	Gibraltar Strait
Температура повітря, °C		26	16	14
Температура води, °C		19	12	12
Відносна вологість, %		70	75	76
Повторюваність туманів, %		10	30	40
Видимість менше 2 міль		2	3	2
Хмарність, бали		5	6	6-7
Солоність води, ‰		35	37	36
Щільність води, г/см ³ (або кг/м ³)		1,025	1.025	1.025
Постійні течії	назва	Флоридське	Гольфстрім	Гольфстрім
	термодинамічна характеристика	тепле	тепле	тепле
	направлення	NE	E	E
	швидкість, вузл.	1-2	1-2	1-2
	стійкість	50-75	50-75	50-75
Швидкість припливних течій, вузл.		1	0,5	1
Висота хвиль, м	середня	4	5	4
	максимальна	6	8	7
Період хвиль, с		7	9	8

2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні

Порт Чарльстон розташований в гирлі судноплавних річок Купер і Ашлі, загальне гирлі яких знаходиться в 44 милях на SW від бухти Уіньо.

Вхід в порт захищений двома молами. Північний мовляв виступає на 2,5 милі до SE від середини острова Салліванс-Айленд (Sullivans Island), що обмежує вхід у порт Чарльстон з півночі. Південний мовляв виступає на відстань близько 3 миль до ESE від мису Каммінгс, що є південним вхідним мисом порту Чарльстон. Зовнішні частини обох молів тягнуться паралельно

один іншому. Відстань між краями молів близько 5 кбт. Прибережні частини молів затоплені водою.

До порту примикає місто Чарльстон. Порт включає в себе рейд Чарльстон-Харбор (Charleston harbor). У набережних міста Чарльстон споруджено велику кількість добре обладнаних портових причалів і пірсів; глибини вздовж причальних споруд до 10,7 м. Порт Чарльстон пов'язаний внутрішнім водним шляхом з Чесапікського затоки.

Порт Чарльстон доступний для великих океанських суден і є одним з кращих портів на східному узбережжі США.

Прикметні пункти. На північній стороні входу в порт Чарльстон прикметні дві цистерни і форт Форт-Мултрі (Fort Moultrie), що знаходяться на острові Салліванс-Айленд. У 3,6 милі до SSW від входу прикметна конічна вежа недіючого маяка.

Добре помітні також телевізійні вежі висотою 321 і 258 м, розташовані відповідно в 3,7 милі до NNW, в 3,6 милі до NNE від мису Каммінгс. На вежах запалюються загороджувальні авіаційні вогні. В умовах нормальної радіолокаційної спостережливості телевізійні башти дають слабкий сигнал на екрані радіолокатора з відстані близько 28 миль.

У нічний час орієнтиром можуть служити також червоні вогні, запалювані на судноплавних прольотах моста, спорудженого через річку Купер, і вогні, огороджувальні середину центрального прольоту моста, що перетинає протоку Таун-Крик.

Приливо-відливних течії перед входом в порт Чарльстон мають обертальний характер; швидкість течій близько 1 уз. Напрями течій змінюються за годинниковою стрілкою. У момент, коли течії досягають найбільшої швидкості, їх напрямлення збігаються з напрямом вхідного фарватеру порту.

Лоцманська служба. При вході в порт Чарльстон і виході з нього лоцманська проводка обов'язкова. У порту Чарльстон є два лоцманських катери завдовжки 19,8 і 18,2 м відповідно. Корпуси суден пофарбовані в чорний колір,

а надбудови в білий колір з сіркою обробкою. Назва судна написано білою фарбою на обох бортах. Судна несуть сигнал Р (Папа) по Міжнародного зводу сигналів і обладнані радіолокатором. Вони тримають радіозв'язок на частотах 2738 і 2182 кгц, 156,8 мгц (канал 16) і 156,9 мгц (канал 18А).

Лоцманська станція в порту Чарльстон несе радіовахту на цих частотах круглі добу. Між лоцманами, лоцманської станцією і буксирами зв'язок підтримується і на інших частотах. Взяти на борт лоцмана можна вдень і вночі біля приймального світиться буя № 2С. Виклик лоцмана здійснюється по радіотелефону через морського порту оператора Чарльстон або завчасно через судового агента.

Причальні споруди порту Чарльстон обладнані сучасними вантажно-розвантажувальними засобами і складськими приміщеннями. До більшості причалів підведені залізничні гілки, водопровід і електроенергія. У порту є плавучі крани вантажопідйомністю від 15 до 100 т. На користування краном вантажопідйомністю 100 т необхідно попередньо зробити заявку. На причалах порту є стаціонарні і пересувні крани вантажопідйомністю до 75 т. Генеральні вантажі зазвичай обробляються судовими засобами.

Порт Альхесірас-Ла-Лінеа (Algeciras La Linea) займає західну і північну частини Гібралтарської бухти; кордону порту показані на картах. У порту є кілька басейнів, захищених від вітрів і хвилювання з моря молами і островом Ісла-Верде. У басейнах споруджені причали для великих суден.

Уздовж берега в районі порту Альхесірас-Ла-Лінеа тягнеться скеляста мілина шириною до 2 кбт. На підході до порту з півночі мористеє мілини лежать небезпеки.

Прикметні пункти. При підході до порту Альхесірас-Ла-Лінеа орієнтирами є білі будівлі міста Альхесірас, дзвіниця найвищою церкви, будівлі готелів, що стоять біля берега, та інші високі споруди.

На північній околиці міста біля берега розташований примітний форт Сантьяго (Santiago). Вночі здалеку видно міські вогні.

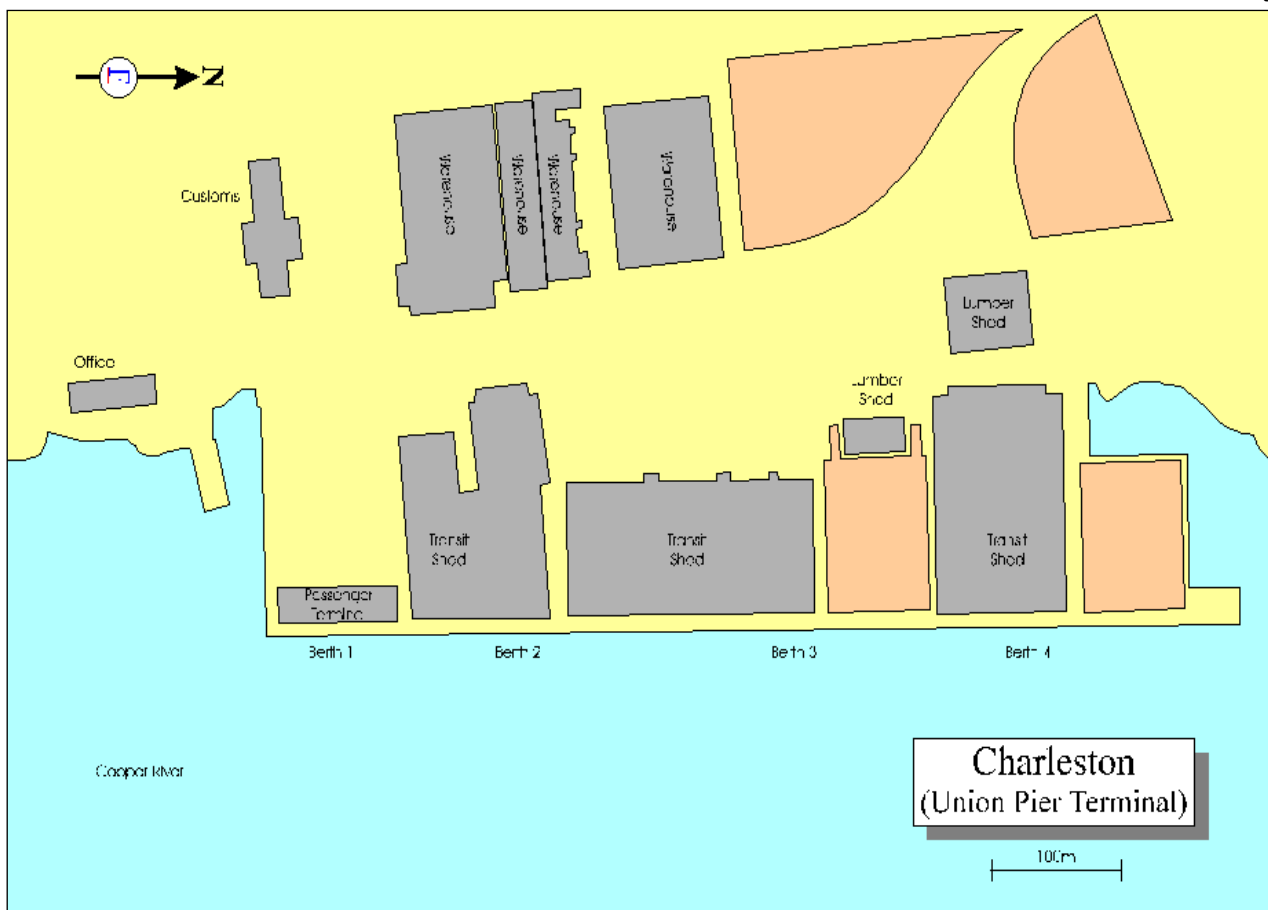


Рисунок 2.1. - План порту Чарльстон

Приливо-відливних течії. Приливне течія в районі порту йде на N, а отлівне - на S.

Лоцманська служба. Лоцманська проводка при вході в басейни порту Альхесірас-Ла-Лінеа і виході з них обов'язкова для всіх торгових суден місткістю більше 50 рег.т. Лоцман викликається сигналом за Міжнародним зводом сигналів, коли судно знаходиться приблизно в 2 милях від острова Ісла-Верде.

При штормах від Е лоцман очікує судно під захистом Зовнішнього молу.

Повідомлення і зв'язок. Між портом Альхесірас-Ла-Лінеа і портами Гібралтар, Сеута і Танжер підтримується регулярне морське сполучення. Порт з'єднаний із залізничною мережею країни.

Якірні місця. Великі суду можуть стати на якір на рейді Альхесірас (Algeciras), розташованому мористее басейнів порту Альхесірас-Ла-Лінеа і східніше банки Барранко. Глибини на рейді 15-30 м; ґрунт якоря тримає добре.

У вершині Гібралтарської бухти також є якірні місця, доступні для великих суден.

Рисунок 2.2 - План порту Альхесірас

Таблиця 2.9 - СНТ, використовувані на переході

N п/п	Назва	Координати φ λ	Діяльність видимості милі	Характеристики
1	Charleston Lt	32°45,5 N 079°50,6 W	18	FL(2) 30s
2	Tarifa	36°00,0 N 005°36,5 W	26	FL(3) 10s
3	Punta Cornero	36°04,7 N 005°25,6 W	22	FL(2) 10s

2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1 Розрахунок ортодромії

Основними критеріями при виборі оптимального шляху є безпечність, швидкість, метеоумови, економічність для сохрального перевезення вантажу та досягнення економічного ефекту в кінцевому підсумку.

На океанських переходах найкоротшою відстанню між двома точками є ортодромія, т. к. земну кулю-сфера.

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

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

$\varphi_n = 32^\circ 37' N$, $\lambda_n = 79^\circ 35' W$ до точки $\varphi_K = 35^\circ 47' N$, $\lambda_K = 08^\circ 36' W$.

Розраховую локсодромічний курс:

$$\operatorname{tg} k_n = \frac{PД}{PМЧ}$$

Обчислюють довжину локсодромії:

$$S_n = PIII \times \sec k_n$$

Таблиця 2.10 - Розрахунок локсодромії

фк	35°47 N	λк	08 °36 W	РМЧ	230
фн	32°37 N	λн	79°35 W	К	86°
РШ	190	РД	4259	S	3527

Визначити довжину ортодромії:

$$\cos D = \sin \varphi_1 \times \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \times \cos \varphi_2 \times \cos PД$$

$$D = 3448 \text{ мили}$$

Доцільність плавання по ортодромії дорівнює:

$$\Delta S = S_n - D = 3527 - 3448 = 79 \text{ миль}$$

Плавання по ортодромії вигідно.

Виконаємо розрахунок плавання по ортодромії:

Знаходимо λ_0 :

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

$$\operatorname{tg} k_0 = \frac{\sin(\lambda_n - \lambda_0)}{\operatorname{tg} \varphi_n}$$

обчислюємо $k_0 \Rightarrow$

Таблиця 2.11-Курси відстані при плаванні по ортодромії

N	Широта	Довгота	Курс	відстань
1	38° 07 N	60° 00.0 W	71	1013
2	39° 59 N	40° 00.0 W	83	939
3	38° 21 N	20° 00.0 W	96	935
4	35° 47 N	08° 36.0 W	106	567

2.3.2 Складання маршрутних листів

Відповідно до рекомендацій ІМО, при плануванні рейсу необхідно скласти маршрутні листи, які повинні лежати на штурманському столі. Безумовно, протягом рейсу в маршрутні листи вносяться необхідні зміни. Маршрутний лист приведено на рис. 2.3.

2.3.3 Графічний план переходу

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

2.3.4 Розрахунок природної освітленості

Розрахунки освітленості виконують двома послідовними наближеннями:

- за широтою φ і датою запланованого плавання виберемо з Nautical Almanac без інтерполяції моменти місцевого середнього часу (LMT) сходу і заходу Сонця і Місяця.

- по довготі λ передбачуваного місця на полудень кожної доби переводять моменти в судновий час (ZT) та на кожний такий момент знаходять прокладенням наперед координати φ і λ місця судна.

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

VOY. PLAN No. 015 (7) CHARLESTON TO ALGECIRAS (GC)													
WP	Lat	Lon	Distance	Course	Total Distance	ETA	ETD	TTG	Total Time	Speed	Bearing	Dist	Mark
0	32° 50.925' N	079° 55.881' W	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	12.04.2025 10:00	XXXX	XXXX	XXXX	177	0,2	49A
1	32° 50.638' N	079° 55.714' W	0,32 nm	153,8 °	0,32 nm	12.04.2025 10:02	12.04.2025 10:02	00d 00h 02m	00d 00h 02m	7,0 kt	298	0,15	49A
2	32° 49.390' N	079° 55.803' W	1,25 nm	183,4 °	1,57 nm	12.04.2025 10:13	12.04.2025 10:13	00d 00h 10m	00d 00h 13m	7,0 kt	155	0,4	D
3	32° 49.161' N	079° 55.651' W	0,26 nm	150,7 °	1,83 nm	12.04.2025 10:15	12.04.2025 10:15	00d 00h 02m	00d 00h 15m	7,0 kt	165	0,15	D
4	32° 48.778' N	079° 54.821' W	0,80 nm	118,7 °	2,63 nm	12.04.2025 10:22	12.04.2025 10:22	00d 00h 06m	00d 00h 22m	7,0 kt	290	0,9	D
5	32° 47.659' N	079° 55.049' W	1,13 nm	189,8 °	3,76 nm	12.04.2025 10:32	12.04.2025 10:32	00d 00h 09m	00d 00h 32m	7,0 kt	156	1,1	Shutes Front
6	32° 47.129' N	079° 54.996' W	0,53 nm	175,2 °	4,29 nm	12.04.2025 10:36	12.04.2025 10:36	00d 00h 04m	00d 00h 36m	7,0 kt	142	0,6	Shutes Front
7	32° 46.326' N	079° 53.288' W	1,65 nm	119,1 °	5,94 nm	12.04.2025 10:50	12.04.2025 10:50	00d 00h 14m	00d 00h 50m	7,0 kt	286	1,1	Shutes Front
8	32° 45.525' N	079° 51.994' W	1,35 nm	126,2 °	7,29 nm	12.04.2025 11:02	12.04.2025 11:02	00d 00h 11m	00d 01h 02m	7,0 kt	92	1,2	Charleston
9	32° 44.349' N	079° 50.722' W	1,59 nm	137,6 °	8,88 nm	12.04.2025 11:09	12.04.2025 11:09	00d 00h 06m	00d 01h 09m	14,0 kt	5	1,1	Charleston
10	32° 36.859' N	079° 34.956' W	15,26 nm	119,3 °	24,14 nm	12.04.2025 11:50	12.04.2025 11:50	00d 00h 41m	00d 01h 50m	22,0 kt	-	-	GPS
11	38° 07.000' N	060° 00.000' W	1015,21 nm	071,1 °	1039,35 nm	14.04.2025 10:59	14.04.2025 10:59	01d 22h 08m	01d 23h 59m	22,0 kt	-	-	GPS
12	39° 59.000' N	040° 00.000' W	941,41 nm	083,2 °	1980,76 nm	16.04.2025 06:47	16.04.2025 06:47	01d 18h 47m	03d 18h 47m	22,0 kt	-	-	GPS
13	39° 32.553' N	019° 59.268' W	926,30 nm	091,6 °	2907,06 nm	18.04.2025 02:53	18.04.2025 02:53	01d 18h 06m	05d 12h 53m	22,0 kt	-	-	GPS
14	35° 47.451' N	008° 35.726' W	587,26 nm	112,5 °	3494,32 nm	19.04.2025 06:35	19.04.2025 06:35	01d 02h 41m	06d 15h 35m	22,0 kt	-	-	GPS
15	35° 55.503' N	005° 36.454' W	145,94 nm	086,8 °	3640,26 nm	19.04.2025 13:13	19.04.2025 13:13	00d 06h 38m	06d 22h 13m	22,0 kt	358	4,6	Tarifa
16	35° 59.305' N	005° 22.216' W	12,17 nm	071,8 °	3652,43 nm	19.04.2025 13:46	19.04.2025 13:46	00d 00h 33m	06d 22h 46m	22,0 kt	333	6,0	Punta Cornero
17	36° 08.347' N	005° 23.884' W	9,13 nm	351,5 °	3661,56 nm	19.04.2025 14:25	19.04.2025 14:25	00d 00h 39m	06d 23h 25m	14,0 kt	272	1,6	Brkw
18	36° 09.003' N	005° 25.190' W	1,24 nm	301,8 °	3662,80 nm	19.04.2025 14:36	19.04.2025 14:36	00d 00h 10m	06d 23h 36m	7,0 kt	239	0,6	Brkw
19	36° 08.997' N	005° 25.777' W	0,48 nm	269,3 °	3663,28 nm	19.04.2025 14:40	19.04.2025 14:40	00d 00h 04m	06d 23h 40m	7,0 kt	150	0,16	Brkw
20	36° 08.810' N	005° 25.977' W	0,25 nm	221,0 °	3663,52 nm	19.04.2025 14:42	19.04.2025 14:42	00d 00h 02m	06d 23h 42m	7,0 kt	82	0,25	Brkw
21	36° 08.300' N	005° 25.977' W	0,51 nm	180,0 °	3664,03 nm	19.04.2025 14:46	XXXX	00d 00h 04m	06d 23h 46m	7,0 kt	24	0,6	Brkw
Sea passage Charleston PILOT to Algeciras PILOT : Pilotage						DISTANCE = 12	TIME FOR SEA PASSAGE = 166						
During pilotage a position on the chart every 6 min and before course alteration. All depths less than 8 m are highlighted Reporting Points and Notes are marked on the charts.						1. ALRS - NP 281(1,2), 283(1,2), 285, 286(1,3,5) 2. NP 202, 120 - Tidal Tables, 3. NP 82, 77, 78 - Light List 4. NP 70, 71, 67, 45 - Sailing Directions							
						4011-4403-4407-4114-4103-2809-2806-2803-2865-2710- 3132-91-142-1448-1455							

Рисунок 2.3 – Маршрутний лист

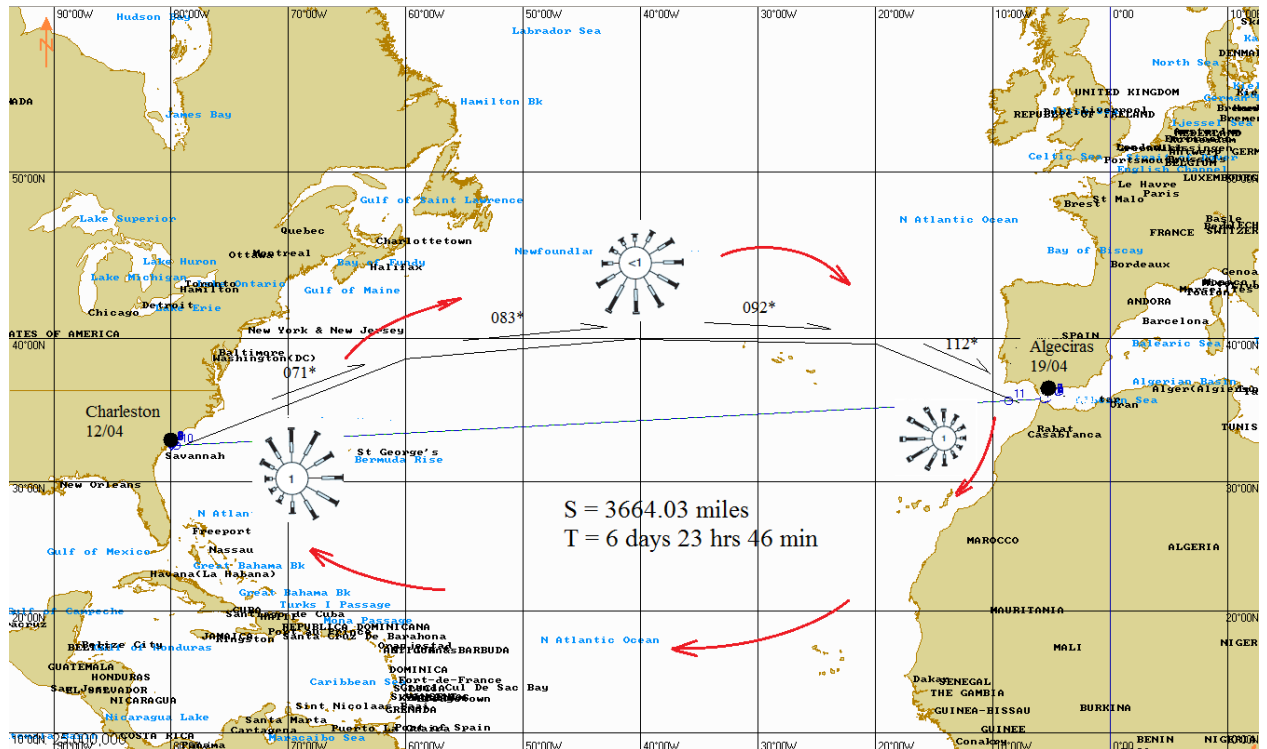


Рисунок 2.4 – Графічний план переходу

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

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

Місцевий час явища переводять у Грінвічний:

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

Грінвічний час явища переводять в судновий:

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

Таблиця 2.12 – Елементи освітленості

Дата	Початок навігац. сумерек	Сонце				Кінець нав. суме- рек	Луна		
		Схід		Захід			Схід Тс	Воз- раст, дни	Захід Тс
		Тс	А	Тс	А				
12/04	04.59	05.54	80	18.33	280	19.27	06.05	29	18.33
16/04	04.15	05.10	78	17.53	282	18.49	07.24	3	21.31
19/04	05.03	06.00	76	18.59	284	19.57	10.31	6	01.02

2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

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

Загальна характеристика припливних явищ для переходу описана вище. В даному підпункті приведені дати і час висот повних і малих вод на дати і порти відходу і приходу.

Нижче представлена таблиця повних і малих вод для зазначених портів на дату відходу і приходу.

Таблиця 2.13 – Час настання повних і малих вод.

Чарльстон				Альхесірас			
12/04		12/04		19/04		19/04	
Тп	hп	Тп	hп	Тп	hп	Тп	hп
05:16	1.6	17:45	1.8	03:16	0.9	15.30	0.9
Тм	hм	Тм	hм	Тм	hм	Тм	hм
11:21	0.0	23:56	0.1	08:57	0.2	21.12	0.2

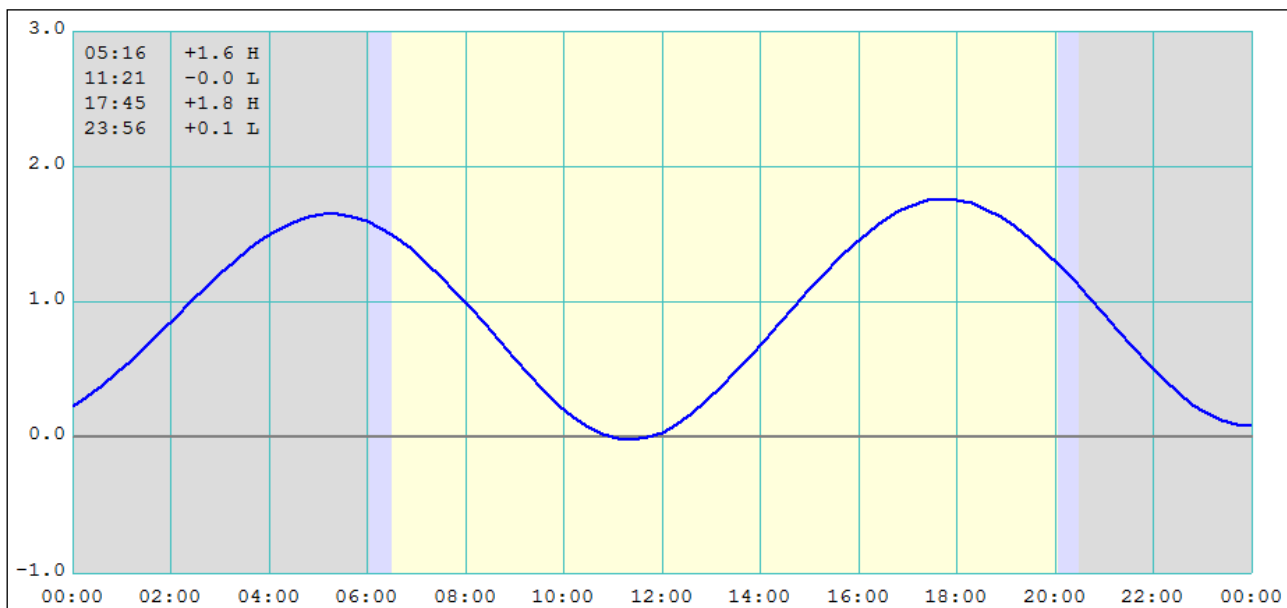


Рисунок 2.4 - Графік повної і малої води для порту Чарльстон

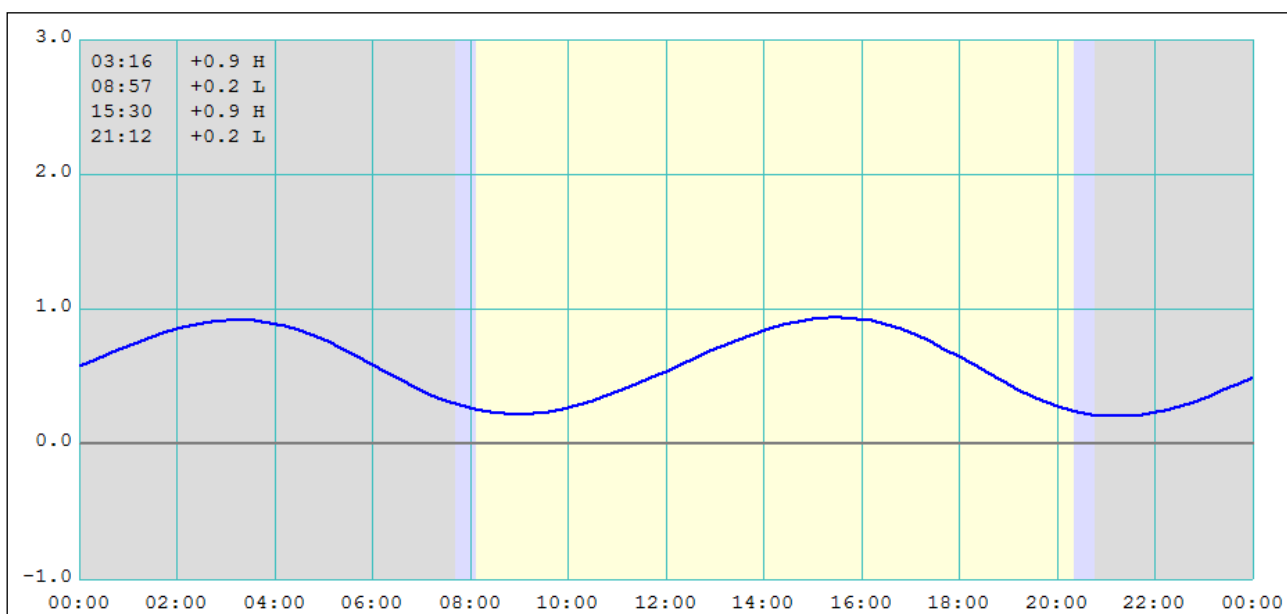


Рисунок 2.5 - Графік повної і малої води для порту Альхесірас

2.4 Висновки

Перехід з порту Чарльстон до порту Альхесірас проходить через Флоридську протоку минаючи Багамські острови і далі через Атлантичний океан до протоки Гібралтар. У процесі опрацювання навігаційного переходу були обрані безпечні курси плавання відповідно до пори року. Загальна протяжність переходу склала 3664,03 милі; час виходу з порту Чарльстон 12.04.25 о 10:00 за місцевим часом; час приходу в порт Альхесірас 19.04.25 о 14:46. Тривалість переходу 6 днів 23 години 46 хвилин. Запропонований шлях судна є економічним і безпечним з точки зору навігації маршрутом для даного переходу.

РОЗДІЛ 3

ОБРОБКА І РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖУ

3.1 Транспортні характеристики вантажів

Вивчення транспортних характеристик і властивостей вантажів, є важливим етапом підготовки до розрахунку вантажного плану. Детальне і правильне врахування транспортних характеристик і властивостей вантажів, сприяє забезпеченню безпеки плавання суден, своєчасній і бережливій їх доставці.

Контейнери. Під вантажним контейнером розуміється одиниця транспортного устаткування багаторазово використовувана 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.

Двері контейнера повинні вільно закриватися і відкриватися, для чого при укладанні вантажу необхідно залишати вільний простір між вантажем і дверима контейнера: для контейнерів масою брутто до 5 т – від 3 до 5 см, масою брутто понад 5 т – 5 см.

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.).

Вантажі в контейнері приймаються і здаються за масою і пломбами вантажовідправників, по зовнішньому огляду справності контейнерів та пломб та відповідності відбитків на пломбах записи в транспортних документах.

Після завантаження контейнер повинен бути опломбований вантажовідправником або за його дорученням експедитором, виробляють завантаження контейнера. В окремих випадках, коли завантаження контейнерів за дорученням і за рахунок вантажовласника виробляє порт, він може пломбувати ці контейнери своїми пломбами.

На кожному контейнері, 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 остається також вільне місце для дати першого та наступних 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 згідно з іншими діючими правилами.

Конструкція виготовлених контейнерів, повинна відповідати Правилам з виготовлення контейнерів. За діючими Правилами контейнер повинен витримувати штабелювання в 6 ярусів.

Основні транспортні характеристики вантажів, що перевозяться представимо в табличній формі (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Транспортні характеристики вантажів

№ п/п	Найменування вантажу	Кількість, шт	Маса партії груза, т	Тип контейнера, ISO	IMDG Code					Норми вантажних робіт, шт/добу	
					Номер ООН	Клас	Знак маркування	Категорія розміщення і обробка	Аварійні дії (АвК)	Вантаження	Вивантаження
1	Контейнери 20'	412	5193,8	GP	-	-	-	-	-	2000	1800
2	Контейнери 40'	2671	35420,8	GP	-	-	-	-	-		
3	Контейнери 20'	22	311,4	RS	-	-	-	-	-		
4	Контейнери 40'	115	1657,9	RS	-	-	-	-	-		
5	Контейнери 20'	16	188,9	GP	3028	8		Category A	F-A, S-B		
6	Контейнери 40'	5	91,4	GP	1133	3		Category A	F-E, S-D		
7	Контейнери 20'	11	135,4	GP	1373	4.2		Category A	F-A, S-J		
8	Контейнери 20'	2	28,8	GP	3091	9		Category A	F-A, S-I		
Всього		3254	43028,2								

Під час перевезення контейнерів необхідно керуватися:

1) Кодексом безпечної практики розміщення й кріплення вантажів (CSS Code);

- 2) МК СОЛАС Гл.6. (SOLAS -74);
- 3) Інформацією про остійність судна;
- 4) Правилами перевезення вантажів у контейнерах морським транспортом.

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

Усі вантажні пристрої судна повинні бути цілком підготовлені до приймання вантажу, обумовленого в договорі морського перевезення.

У попередній інформації Капітан повинний подати відомості про осадку судна, кількість вантажу і розподіл його по трюмах або танкам, наявності палубного вантажу або великовагових вантажів із указівкою їхньої маси, найменування вантажоодержувачів, справності суднових перевантажувальних засобів, а також про всі потреби судна в паливі, воді, продуктах, необхідному ремонті й інших потребах судна, задоволення яких входить в обов'язки порту.

Судно повинне бути обладнане схваленою у встановленому порядку системою кріплення контейнерів і/або мати необхідну кількість знімних засобів кріплення для виконання схем, приведених в "Наставлянні по кріпленню контейнерів", у тому числі для разового перевезення.

Люкові кришки, призначені для розміщення контейнерів, повинні мати надійне кріплення схваленого типу від навантажень, що зрушують і відривають, створюваних контейнерами.

На люкових кришках, палубах і інших міцних конструкціях судна повинні бути встановлені в достатній кількості рими й обухи.

Вимоги до суднового обладнання:

- стаціонарні конструкції коміркового типу, фундаменти, рими й деталі кріплення контейнерів у трюмах і на палубах повинні бути в справному стані;
- знімні засоби кріплення - різні замки, конуси, стяжки, найтови, упори, розпірки й т. д. повинні бути в справному стані й у кількості, що відповідає затвердженим схемам кріплення з 10-процентним запасом.

Припустиме число ярусів контейнерів визначається схемами, розробленими з врахуванням:

- вимог до остійності судна;
- навантажень, що допускаються, на суднові конструкції;
- навантажень, що допускаються, на контейнери;
- навантажень, що допускаються, на засоби кріплення контейнерів.

У випадку, якщо контейнери виступають за люкові кришки або інші опорні палубні конструкції, повинні бути передбачені додаткові опори, що сприймають навантаження від контейнера й розносять їх по палубних зв'язках.

По закінченні підготовки судна до вантажних робіт капітан подає на ім'я начальника порту чи на адресу відправника вантажу Повідомлення капітана, яким він формально фіксує фактичну готовність судна до навантаження. У Повідомленні капітана повідомляють про дату, час готовності судна до прийому (здачі) вантажу через відповідні люки трюмів, вантажопідйомності суднових вантажних засобів, часу прийому палива і води й інші потреби судна.

До початку вантажних операцій факт готовності вантажних приміщень оформляють актом.

Первинним документом, що супроводжує вантаж при передачі його на судно в іноземних портах, є Shipping Order — **ордер на вантаж**.

Shipping Order виписується в декількох екземплярах, два з яких вручаються судну до початку навантаження судна, а в окремих випадках — перед початком навантаження даної партії вантажу на судно. На одному з них після навантаження вантажу на судно розписується вантажний помічник капітана. Цей екземпляр, названий **штурманською розпискою** (Mate's Receipt), видається відправникові вантажу після навантаження, на підтвердження прийняття на судно певної партії вантажу для перевезення. У нього повинні бути внесені всі розбіжності. Дата, поставлена на штурманській розписці, повинна відповідати фактичній даті навантаження вантажу на судно, тому що в ній відбивається факт переходу відповідальності за вантаж з відправника вантажу на судно (перевізника).

Після навантаження кожної партії вантажу вантажний помічник повинен указати в ордері на вантаж прописом число місць або кількість прийнятого вантажу й розписатися. Такий ордер на вантаж з акцептом вантажного помічника - Mate's Receipt є документом, що слугує підставою для виписки коносаменту. При цьому варто мати на увазі, що вантажі, які потребують упакування, повинні пред'являтися відправником вантажу в міцній, стандартній і справній тарі, що забезпечує їхню схоронність в умовах морського перевезення. Не приймаються до перевезення вантажні місця зі слідами розкриття, із зірваними контрольними стрічками або пломбами, деформовані й т.д.

З метою скорочення документообігу в країнах Західної Європи й США застосовується **стандартний ордер на вантаж** (Standard Shipping Note, SSN), який використовується як приймально-здавальний документ при переміщенні малопартійного відправлення вантажу з її комплекцією в "контейнерному депо" (на терміналі) у збірне поконтейнерне відправлення вантажів. SSN застосовується не тільки для виписки коносаментів, але й для оформлення внутрітермінальних операцій (переміщення вантажу або контейнера через вантажні райони й склади терміналу), а також для митного й санітарно-карантинного оформлення.

Штурманська розписка є підставою для виписки коносаментів перевізником на прийнятий вантаж.

Коносамент (Bill of Lading) — найбільш важливий серед документів, що служать для оформлення морського перевезення вантажу, що підтверджує факт прийняття вантажу до перевезення й зобов'язання доставити вантаж у порт призначення. Він містить короткий опис вантажу й умов перевезення й пересилається вантажоодержувачеві.

Коносамент - документ, що складається морським перевізником на підставі даних, представлених відправником вантажу.

У сфері лінійного судноплавства він називається **лінійним коносаментом** (Liner Bill of Lading) і виконує наступні три функції:

- 1) є доказом договору морського перевезення;
- 2) служить розпискою перевізника в прийманні вантажу до перевезення;
- 3) є товаророзпорядчим документом, що дає право його власникові розпоряджатися вантажем.

У сфері трампового судноплавства, де відносини сторін оформляються чартером, функція коносаментів як договору морського перевезення поглинається чартером і коносамент, що виконує "урізани" функції, стає **чартерним коносаментом** (Charter Bill of Lading), що, проте, продовжує відігравати важливу роль, наділяючи вантажоодержувача правами сторони в договорі морського перевезення, коли він договірною стороною в чартері не є.

На весь завантажений на судно вантаж виписується **вантажний маніфест** (Cargo Manifest) — транспортний документ, що містить перелік коносаментів по вантажам, прийнятим у даному порту відправлення на кожний порт призначення.

Подібний документ виписується й на контейнер зі збірними вантажами (на декілька відправників вантажу). У ньому вказуються: номер контейнера; номер пломби; номери наскрізних коносаментів; номер рейсу; назва судна; найменування відправника вантажу й вантажоодержувача; число вантажних місць; обсяг, вага по кожному коносаменті й т.д.

Після завершення навантаження відправник вантажу звичайно передає судової адміністрації наступні документи:

1. Розписка про отримані документи (Receipt for Documents);
2. Коносаменти (Bills of Lading);
3. Вантажні маніфести (Cargo Manifests);
4. Сертифікат походження (Certificate of Origin) товару;
5. Сертифікат якості (Certificate of Quality);
6. Таймшит (Time Sheet);

Сертифікат походження (Certificate of Origin) товару — це документ, що підтверджує країну походження або вивозу товару, необхідний у випадках, передбачених законодавством країни ввозу або міжнародних договорів для застосування до товарів пільгового режиму або режиму найбільшого сприяння відносно митного обкладання або заходів фітосанітарного або ветеринарного характеру.

Здача судном вантажу оформляється **Генеральним актом** (General Statement) вивантаження судна, що складається агентом разом з адміністрацією судна після вивантаження й підписується представниками порту, митниці й судна. У ньому вказується число вантажних місць, що були на судні відповідно до вантажних документів, і фактична кількість і якість вивантаженого й прийнятого портом вантажу.

У процесі здійснення морського перевезення вантажів оформляються також, крім зазначених вище слідуючі документи:

Акт про готовність судна — перелік заходів щодо забезпечення безпеки робіт на судні й березі;

Таймшит (Time Sheet) — відомість обліку стояночного й сталійного часу судна. Складається в кожному порту навантаження й вивантаження судна, підписується капітаном і представником фрахтувальника. У таймшите точно фіксується тривалість вантажно-розвантажувальних операцій і непродуктивних простоїв судна за весь період знаходження в порту;

Список ушкоджень (Damage List) — докладний список отриманих судном ушкоджень під час проведення вантажних операцій;

Вантажний план (Cargo Plan; Stowage Plan) — план розміщення вантажу на судні для найбільш раціонального використання вантажних приміщень. Служить керівництвом при навантаженні й розвантаженні й складається з метою забезпечення повного використання вантажопідйомності й вантажомісткості судна, схоронності вантажів під час перевезення, зручного й швидкого їхнього навантаження й вивантаження, а також достатньої остійності судна, його припустимої осадки, загальної й місцевої міцності корпусу.

Вантажний план (карго-план) для суден ро-ро являє собою схематичне зображення палуб судна, на яких зазначене найменування й кількість вантажу, число місць окремих партій, положення центру ваги, порти призначення, а при необхідності й номери коносаментів.

Як правило складають: попередній вантажний план (Preliminary Cargo Plan) - до початку навантаження й виконавчий вантажний план (Executive Cargo Plan) - після закінчення завантаження судна, що містить загальний розподіл вантажу по вантажних приміщеннях і на верхній палубі.

Прийом і здача контейнерів проводиться по їхній кількості, із зовнішнім оглядом контейнерів і перевіркою цілісності пломб первісних відправників вантажу, стану закриттів і без зважування. У перевізних документах вказуються відбитки знаків на пломбах. У випадку виявлення в момент передачі технічної несправності контейнера, у результаті якої міг мати місце доступ до вантажу або можливе його псування, а також при виявленні ушкодження або відсутності пломб, або невідповідності знаків і номерів на пломбах даним, зазначеним у перевізних документах, прийом або здача контейнерів здійснюється з перевіркою вантажу, що знаходиться в контейнері. Така перевірка провадиться комісією, що складається із представників

вантажовласника, перевізника й митниці. Варто мати на увазі, що перевізник має право в будь-який час розкрити контейнер і перевірити його вміст. Якщо при цьому буде виявлено, що вантаж у контейнері не може бути перевезений безпечно, без ушкодження або додаткових витрат з боку перевізника, останній може відмовитися від перевезення.

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

Повна розрахункова водотоннажність судна Δ_p , що служить вихідною величиною при визначенні його чистої вантажопідйомності $\Delta_{\text{ч}}$ на рейс, залежить від вантажних марок у портах навантаження і вивантаження і вантажних марок і обмежень осадки на трасі переходу.

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

Перехід Чарльстон – Альхесірас проходить в зоні дії літньої вантажної марки без обмежень по осадці. За розрахункову водотоннажність приймаємо, встановлену для зони дії літньої вантажної марки.

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

$$\Delta_p = 107751 \text{ т.}$$

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

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

де Δ_0 - водотоннажність судна порожнього, т.

$$\Delta_w = 107751 - 27200 = 80551 \text{ т}$$

Ходовий час визначається за формулою:

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

де V_s - швидкість судна;

S - довжина траси переходу, милі;

$t_{\text{зп}}$ - час затримок судна в дорозі, діб.

$$t_x = 3664,03 / (22,0 \cdot 24) + 0,1 = 7,0 \text{ доб.}$$

Нормативна тривалість стояночного часу розраховується за формулою:

$$t_{\text{ст}} = \frac{\sum Q_i}{M},$$

де Q_i - маса вантажу одного найменування, т;

M - валова норма вантажних робіт, шт/добу.

$$t_{\text{ст}} = 3254/1800 = 1,8 \text{ доби}$$

Кількість вантажу, що може прийняти судно, залежить від величини запасів. Загальна кількість рейсових запасів $P_{\text{зап}}$ розраховується як сума ходових запасів $P_{\text{зап}}^x$ і необхідних для порту вивантаження стояночних запасів $P_{\text{зап}}^{\text{ст}}$:

$$P_{\text{зап}} = P_{\text{зап}}^x + P_{\text{зап}}^{\text{ст}};$$

Кількість ходових запасів складає суму:

$$P_{\text{зап}}^x = P_{\text{т}}^x + P_{\text{в}}^x + P_{\text{см}}^x;$$

де $P_{\text{т}}^x$, $P_{\text{в}}^x$, $P_{\text{см}}^x$ - відповідно кількість палива, води і мастила необхідна на перехід від порту навантаження до порту вивантаження з урахуванням коефіцієнта штормового запасу $k_{\text{шт}}$ (прийmemo 10%).

$$P_{\text{т}}^x = q_{\text{т}}^x \cdot t_{\text{х}} \cdot k_{\text{шт}};$$

$$P_{\text{в}}^x = q_{\text{в}}^x \cdot t_{\text{х}} \cdot k_{\text{шт}};$$

$$P_{\text{см}}^x = q_{\text{см}}^x \cdot t_{\text{х}} \cdot k_{\text{шт}};$$

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

$$P_{\text{т}}^x = 200 \cdot 7,0 \cdot 1,1 = 1540 \text{ т}$$

$$P_{\text{в}}^x = 8 \cdot 7,0 \cdot 1,1 = 61,6 \text{ т}$$

$$P_{\text{см}}^x = 0,5 \cdot 7,0 \cdot 1,1 = 3,9 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}}^x = 1540 + 61,6 + 3,9 = 1605,5 \text{ т}$$

Аналогічно знаходять кількість стояночних запасів:

$$P_{\text{зап}}^{\text{ст}} = P_{\text{т}}^{\text{ст}} + P_{\text{в}}^{\text{ст}} + P_{\text{см}}^{\text{ст}};$$

$$P_{\text{т}}^{\text{ст}} = q_{\text{т}}^{\text{ст}} \cdot t_{\text{ст}};$$

$$P_{\text{в}}^{\text{ст}} = q_{\text{в}}^{\text{ст}} \cdot t_{\text{ст}};$$

$$P_{\text{см}}^{\text{ст}} = q_{\text{см}}^{\text{ст}} \cdot t_{\text{ст}};$$

де $q_{\text{т}}^{\text{ст}}$, $q_{\text{в}}^{\text{ст}}$, $q_{\text{см}}^{\text{ст}}$ - добова норма витрати палива, води і мастила на стоянці судна відповідно, т/добу.

$$P_{\text{ст}_T}^{\text{ст}} = 10,0 \cdot 1,8 = 18,0 \text{ т}$$

$$P_{\text{ст}_B}^{\text{ст}} = 8 \cdot 1,8 = 14,4 \text{ т}$$

$$P_{\text{ст}_{\text{см}}}^{\text{ст}} = 0,05 \cdot 1,8 = 0,1 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}}^{\text{ст}} = 18,0 + 14,4 + 0,1 = 32,5 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}} = 1605,5 + 32,5 = 1638 \text{ т}$$

Оскільки рейс фактичний, то кількість запасів прийнятих на судно відрізняється від розрахованого.

Запаси палива, мастила і води прийняті трохи більше чим необхідно на рейс.

На відхід на судні було: важкого палива 4235,2 т; дизельного палива 137,5 т; води 356,1 т; мастила 151,9 т.

$$\text{Усього } P_{\text{зап}} = 4880,7 \text{ т}$$

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

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

де $P_{\text{эк}}$ – екіпаж, постачання та ін.

$$\Delta_{\text{ч}} = 80551 - (4880,7 + 451) = 75219,3 \text{ т}$$

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

3.4 Складання вантажного плану

Перевізник несе відповідальність за неправильне розміщення вантажів на судні. Неправильне чи невдале розміщення вантажів, перевантаження окремих відсіків неминуче приводить до перенапруг корпусу, а в окремих випадках до ушкоджень і навіть аварії судна. Тому судно повинне бути завантажено так, щоб не з'явилося крену, були належний диферент і достатня остійність, не були порушені умови місцевої і загальної міцності. Це досягається відповідним розподілом вагового навантаження по вантажних приміщеннях судна.

Розміщення контейнерів представлено в главі 4 на рис.4.1 і в табл.4.4.

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

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

Гідрометеорологічні умови плавання, опис та характеристика портів заходу в частині що стосується вантажних операцій представлені в розділі 2.

Відстань між портами: $S = 3664,03$ миль

Порт відходу: Чарльстон. Густина води $\rho = 1,025$ т/м³.

У порту Чарльстон діє літня вантажна марка.

Порт Чарльстона розташований у центрі Східного узбережжя США в штаті Південна Кароліна.

Державні свята: 1 січня, День інавгурації 20 січня, День Мартіна Лютера Кінга-молодшого 3 пн в січні, День президентів / Вашингтон День народження 3 пн в лютому, день пам'яті Останній пн у травні, День прапора 14 червня, День Незалежності 4 липня, День праці 1-й понеділок вересня, День Колумба 2 пн в жовтні, День Ветеранів 11 листопада, День подяки Четвертий четверг в листопаді, Різдво 25 грудня.

Робочий час: Протягом 24 годин у 3 зміни.

Порт приходу: Альхесірас. Густина води $\rho = 1,025$ т/м³.

У порту Альхесірас діє літня вантажна марка.

Державні свята: Порт працює протягом 365 днів.

Час роботи: протягом 24 годин.

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1. Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

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

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

Таблиця 4.1- Розподіл запасів на відхід

Найменування цистерн	Місткість, т	Маса т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо $\rho = 0,99 \text{ т/м}^3$						
3 DBF.O.T[C]	591,1	433,0	72,33	0,75	31319	325
3 DBF.O.T(P)	272,8	214,0	60,96	0,81	13045	173
3 DBF.O.T(S)	272,8	212,0	60,96	0,80	12924	170
4 DBF.O.T(P)	434,5	353,0	28,94	0,81	10216	286
4 DBF.O.T(S)	434,5	351,0	28,94	0,81	10158	284
5 DBF.O.T(P)	434,5	345,0	-0,22	0,79	-76	273
5 DBF.O.T(S)	434,5	345,0	-0,22	0,79	-76	273
6 DBF.O.T(P)	434,5	340,0	-29,38	0,78	-9989	265
6 DBF.O.T(S)	434,5	335,0	-29,38	0,77	-9842	258
6 USF.O.T(P)	770,8	394,0	-29,38	10,51	-11576	4141
6 USF.O.T(P)	770,8	421,0	-29,38	10,73	-12369	4517
E/RF.O.T(S)	240,6	21,9	-81,36	0,33	-1782	7
HFO.SERV(P)	306,8	251,6	-74,64	10,67	-18779	2685
HFO.SETT(P)	292,9	218,7	-75,64	11,75	-16543	2570
Всього моторного палива		4235,2			-3370	16227

Продовження табл.4.1

1	2	3	4	5	6	7
Дизельне паливо $\rho = 0,90 \text{ т/м}^3$						
M.D.O.T(P)	102,2	28,0	-84,38	0,69	-2363	19
MDO.SERV(S)	139,1	50,1	-77,84	13,78	-3900	690
MDO.SETT(S)	127,5	59,4	-87,04	14,19	-5170	843
Всього дизельного палива		137,5			-11433	1552
Мастило $\rho = 0,90 \text{ т/м}^3$						
M.LO.SUMP[C]	96,5	82,0	-94,90	1,17	-7782	96
1CYLOST(S)	57,9	30,0	-75,47	8,58	-2264	257
2CYLOST(S)	55,2	39,9	-80,20	9,15	-3200	365
Всього мастила		151,9			-13246	708
Вода $\rho = 1,00 \text{ т/м}^3$						
F.W.T.(P)	201,9	165,6	-99,32	15,60	-16447	2583
D.W.T.(S)	201,9	148,9	-99,32	15,27	-14789	2274
C.W.T	41,6	41,6	-133,71	4,15	-5562	173
Всього води		356,1			-36798	5030
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:		4880,7	-13,29	4,82	-64847	23517

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 $\rho = 0,99 \text{ т/м}^3$						
3 DBF.O.T[C]	591,1	433,0	72,33	0,75	31319	325
3 DBF.O.T(P)	272,8	214,0	60,96	0,81	13045	173
3 DBF.O.T(S)	272,8	212,0	60,96	0,80	12924	170
4 DBF.O.T(P)	434,5	353,0	28,94	0,81	10216	286
4 DBF.O.T(S)	434,5	351,0	28,94	0,81	10158	284
5 DBF.O.T(P)	434,5	345,0	-0,22	0,79	-76	273
5 DBF.O.T(S)	434,5	345,0	-0,22	0,79	-76	273
6 DBF.O.T(P)	434,5	45,0	-29,38	0,78	-1322	35
6 DBF.O.T(S)	434,5	45,0	-29,38	0,77	-1322	35
E/RF.O.T(S)	240,6	21,9	-81,36	0,33	-1782	7

Продовження табл.4.2

1	2	3	4	5	6	7
HFO.SERV(P)	306,8	251,6	-74,64	10,67	-18779	2685
HFO.SETT(P)	292,9	218,7	-75,64	11,75	-16542	2570
Всього моторного палива		2835,2			37763	7116
Дизельне паливо $\rho = 0,90 \text{ т/м}^3$						
M.D.O.T(P)	102,2	28,0	-84,38	0,69	-2363	19
MDO.SERV(S)	139,1	50,1	-77,84	13,78	-3900	690
MDO.SETT(S)	127,5	59,4	-87,04	14,19	-5170	843
Всього дизельного палива		137,5			-11433	1552
Мастило $\rho = 0,90 \text{ т/м}^3$						
M.LO.SUMP[C]	96,5	82,0	-94,90	1,17	-7782	96
1CYLOST(S)	57,9	30,0	-75,47	8,58	-2264	257
2CYLOST(S)	55,2	37,0	-80,20	9,15	-2919	333
Всього мастила		148,4			-12965	686
Вода $\rho = 1,00 \text{ т/м}^3$						
F.W.T.(P)	201,9	138,0	-99,32	15,60	-13706	2153
D.W.T.(S)	201,9	120,5	-99,32	15,27	-11968	1840
C.W.T	41,6	41,6	-133,71	4,15	-5562	173
Всього води		300,1			-31236	4166
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:		3421,2	-5,22	3,95	-17871	13520

Оскільки на судні, для забезпечення остійності, потрібен баласт, приведемо таблицю його розміщення (табл.4.3).

Таблиця 4.3– Розподіл баласту

Найменування цистерн	Місткість, т	Маса Т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
1 DW.B.T [C]	775,7	5,5	127,95	0,41	704	2
1 DBW.B.T [C]	434,7	11,6	108,11	0,21	1254	2
2 SW.B.T (P)	1866,5	99,5	86,04	1,55	8561	154
2SW.B.T (S)	1866,5	199,1	86,07	2,17	17137	432
3 FSW.B.T (P)	917,7	195,8	64,49	2,02	12627	396

Продовження табл.4.3

1	2	3	4	5	6	7
3 FSW.B.T (S)	917,7	501,7	64,45	4,55	32335	2283
3 ASW.B.T (P)	744,5	709,7	50,85	8,54	36088	6061
3 ASW.B.T (S)	744,5	709,7	50,85	8,54	36088	6061
4 USW.B.T(P)	968,7	897,7	29,12	11,67	26141	10476
4 USW.B.T(S)	968,7	907,0	29,12	11,74	26412	10648
5 USW.B.T(P)	954,2	909,6	-0,23	12,04	-209	10952
5 USW.B.T(S)	954,2	890,6	-0,23	11,89	-205	10589
5 LSW.B.T(P)	844,8	844,8	-0,29	1,89	-245	1597
5 LSW.B.T(S)	844,8	844,8	-0,29	1,89	-245	1597
6 LSW.B.T(S)	905,0	349,9	-28,33	0,84	-9913	294
7 ALW.B.T(S)	424,2	297,0	-65,59	3,01	-19480	894
8 SW.B.T(S)	1154,0	230,8	-104,19	8,62	-24047	1990
ВСЬОГО БАЛАСТУ:		8604,8	16,62	7,49	143003	64428

Розподіл вантажів представлений у табл.4.4.

Таблиця 4.4— Розподіл вантажів

Бей №	Кількість, шт	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
В трюмах						
03	6	85,0	121,25	15,57	10306	1324
07	10	144,8	107,05	16,11	15501	2333
11	8	47,2	92,47	13,90	4365	656
15	6	48,5	77,89	12,79	3778	620
19	4	53,5	63,31	13,05	3387	698
21	110	1311,4	54,87	14,34	71957	18806
23	103	1306,5	48,73	13,71	63666	17912
49	90	1260,5	-47,19	13,39	-59483	16878
51	85	1076,5	-53,33	12,58	-57410	13542
53	6	92,6	-61,77	6,27	-5720	581

Продовження табл.4.4

1	2	3	4	5	6	7
57	1	17,0	-96,27	11,15	-1637	190
61	2	30,0	-110,85	11,15	-3326	335
Всього в трюмах 20'	431	5473,5			45384	73875
02	14	151,0	124,32	22,17	18772	3348
06	36	597,5	110,12	17,89	65797	10689
10	56	736,1	95,54	15,64	70327	11513
14	81	964,4	80,96	15,61	78078	15054
18	99	1274,7	66,38	14,17	84615	18063
26	120	1664,2	37,22	13,79	61942	22949
30	120	1728,4	22,64	12,88	39131	22262
34	120	1574,1	8,06	12,76	12687	20086
38	114	1408,7	-6,52	12,61	-9185	17764
42	117	1920,2	-21,10	13,68	-40516	26268
46	115	1411,5	-35,68	12,45	-50362	17573
54	111	1753,5	-64,84	14,86	-113697	26057
58	50	672,0	-99,34	18,75	-66757	12600
62	74	1123,1	-113,92	18,17	-127944	20407
66	62	827,0	-128,50	19,23	-106270	15903
Всього в трюмах 40'	1289	17806,4			-83382	260534
Всього в трюмах	1720	23279,9	-1,63	14,36	-37998	334409
На палубі						
13	16	159,4	84,37	31,41	13449	5007
15	16	225,2	77,57	31,41	17469	7074
Всього на палубі 20'	32	384,6			30918	12081
02	50	630,5	124,33	31,95	78390	20145
06	56	833,9	110,13	32,30	91837	26935
10	80	956,6	95,55	32,51	91403	31099
14	60	821,2	80,97	33,53	66493	27535

Продовження табл.4.4

1	2	3	4	5	6	7
18	80	1046,6	66,39	33,60	69484	35166
22	80	983,8	51,81	32,88	50971	32347
26	80	1158,8	37,23	32,73	43142	37928
30	80	1057,8	22,65	33,78	23959	35733
34	94	1181,4	8,07	34,16	9534	40357
38	94	1047,8	-6,51	35,29	-6821	36977
42	94	1247,7	-21,09	33,70	-26314	42048
46	92	1314,2	-35,67	34,84	-46878	45787
50	93	950,3	-50,25	34,19	-47753	32491
54	94	1243,0	-64,83	34,55	-80584	42946
58	94	1102,9	-99,35	33,61	-109573	37069
62	94	1323,0	-113,93	34,47	-150729	45604
66	94	1192,7	-128,51	34,22	-153274	40814
70	93	1271,5	-142,96	32,53	-181774	41362
Всього на палубі 40'	1502	19363,7			-278487	652338
Всього на палубі	1534	19748,3	-12,54	33,64	-247569	664419
ВСЬОГО	3254	43028,2	-6,64	23,21	-285566	998828

Апліката центра ваги контейнерів у кожному беї визначалася в такий спосіб: лічився момент кожного ярусу контейнерів щодо основної площини, потім визначався сумарний момент усього бея, і потім розраховувалася апліката центра ваги всього бея.

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

Таблиця 4.5 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на відхід

Найменування статей навантаження	На відхід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		х	z	М _х	М _z
Судно порожнє	27200,3	-23,59	14,94	-641655	406372
Постачання, екіпаж, провізія, ін.	451	-24,00	12,00	-10824	5412
Суднові запаси	4880,7	-13,29	4,82	-64847	23517
Вантаж	43028,2	-6,64	23,21	-285566	998828
Баласт	8604,8	16,62	7,49	143003	64428
РАЗОМ ВОДОТОННАЖНІСТЬ:	84165	-10,22	17,80	-859889	1498557

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	27200,3	-23,59	14,94	-641655	406372
Постачання, екіпаж, провізія, ін.	451	-24,00	12,00	-10824	5412
Суднові запаси	3421,2	-5,22	3,95	-17871	13520
Вантаж	43028,2	-6,64	23,21	-285566	998828
Баласт	8604,8	16,62	7,49	143003	64428
РАЗОМ ВОДОТОННАЖНІСТЬ:	82705,5	-9,83	18,00	-812913	1488560

Схематично розподіл вантажу представлений на бей-плані (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.

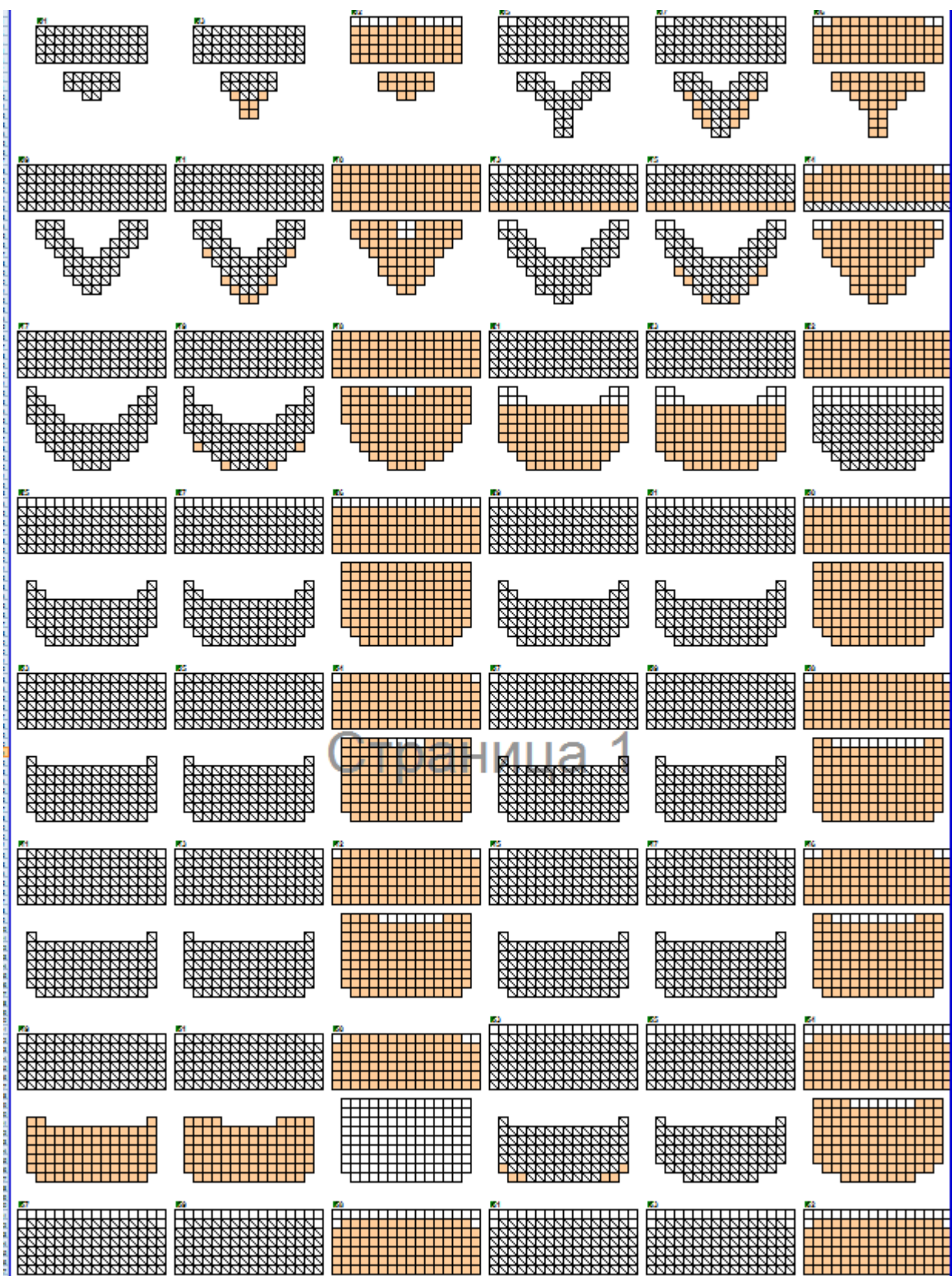


Рисунок 4.1 – Бей-план

Таблиця 4.7 – Розрахунок посадки судна на відхід і на прихід

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	84165	82705,5
Абсциса центра ваги судна, м	x_g	-10,22	-9,83
Водотоннажність об'ємна, м ³	$V = D / \rho$	82112	80688
Густина води, т/м ³	ρ	1,025	1,025
Осадка судна, м	T	11,63	11,48
Момент диферентуючий на 1 см, тм/см	M_{cm}	1530,2	1508,2
Абсциса центра плавучості судна, м	x_c	-4,955	-4,813
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	x_f	-16,729	-16,264
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	19,75	19,76
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,601	0,599
Диферент судна, м	$d = D(x_g - x_c) / (100M_{cm})$	-2,90	-2,75
Осадка судна носом, м	$T_H = T + (L/2 + x_f) d/L$	10,01	9,95
Осадка судна кормою, м	$T_K = T_H - d$	12,91	12,70

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

Таблиця 4.8 - Поправки на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h , тм
1	2
3 DBF.O.T[C]	708
3 DBF.O.T(P)	246
3 DBF.O.T(S)	246

Продовження табл.4.8

1	2
4 DBF.O.T(P)	1090
4 DBF.O.T(S)	1090
5 DBF.O.T(P)	1090
5 DBF.O.T(S)	1090
6 DBF.O.T(P)	1090
6 DBF.O.T(S)	1090
6 USF.O.T(P)	22
6 USF.O.T(P)	22
E/RF.O.T(S)	82
HFO.SERV(P)	80
HFO.SETT(P)	50
M.D.O.T(P)	60
M.LO.SUMP[C]	49
1 DBW.B.T [C]	39
2 SW.B.T (P)	234
2SW.B.T (S)	378
3 FSW.B.T (P)	160
3 FSW.B.T (S)	56
4 USW.B.T(P)	23
4 USW.B.T(S)	23
5 USW.B.T(P)	23
5 USW.B.T(S)	23
6 LSW.B.T(S)	2180
7 ALW.B.T(S)	70
8 SW.B.T(S)	1958
Сума: $\Sigma\Delta m_h$	13272

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний в табл.4.9.

Таблиця 4.9 – Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	84165	82705,5
Невиправлена апліката центра ваги судна, м	z_{g0}	17,80	18,00
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	19,75	19,76
Невиправлена метацентрична висота, м	$h_0 = z_m - z_{g0}$	1,95	1,76
Виправлення на вільні поверхні, м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / D$	0,16	0,16
Виправлена апліката центра ваги судна, м	$z_g = z_{g0} + \Delta h$	17,96	18,16
Виправлена метацентрична висота, м	$h = h_0 - \Delta h$	1,79	1,60

4.3. Контроль остійності за матеріалами Інформації

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

Таблиця 4.10– Перевірка остійності по критичній аплікаті центра ваги судна

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	84165	82705,5
Виправлена апліката центра ваги судна, м	z_g	17,96	18,16
Максимальна гранична апліката центра ваги судна, м	$z_g^{\max}$	19,30	19,61

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

4.4. Розрахунок і побудова діаграм остійності

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

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

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

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

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

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.

Таблиця 4.11 – Розрахунок плечей статичної остійності на відхід

Водотоннажність D, т							84165,0	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							17,80	
Апліката умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м							17,96	
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плеche форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \cdot \sin \theta^\circ$	Плеche статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \theta^\circ$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	3,437	0,174	3,125	0,312	4	1,248	3	0,936
20	6,842	0,342	6,142	0,700	2	1,400	3	2,100
30	10,205	0,500	8,980	1,225	4	4,900	1	1,225
40	13,206	0,643	11,548	1,658	1	1,658	$\sum_{30}$	4,261
50	15,338	0,766	13,757	1,581	$\sum_{40}$	9,206	$a_{0-30} =$ $0,1745 \times 9,206 / 3 = 0,535$ $a_{30-40} = 0,535 - 0,279 = 0,256$	
60	16,549	0,866	15,553	0,996	$a_{0-40} =$ $0,1745 \times 9,206 / 3 = 0,535$			
70	16,969	0,940	16,882	0,087				

Таблиця 4.12 – Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність D, т							82705,5	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							18,00	
Апліката умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м							18,16	
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плеche форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \cdot \sin \theta^\circ$	Плеche статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \theta^\circ$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	3,440	0,174	3,160	0,280	4	1,120	3	0,840
20	6,847	0,342	6,211	0,636	2	1,272	3	1,908
30	10,212	0,500	9,080	1,132	4	4,528	1	1,132
40	13,214	0,643	11,677	1,537	1	1,537	Σ_{30}	3,880
50	15,346	0,766	13,911	1,435	Σ_{40}	8,457	$a_{0-30} = 3 \times 0,1745 \times 3,88 / 8 = 0,254$	
60	16,556	0,866	15,727	0,829	$a_{0-40} = 0,1745 \times 8,457 / 3 = 0,492$			
70	16,974	0,940	17,070	-0,096				
					$a_{30-40} = 0,492 - 0,254 = 0,238$			

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

4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності

Рекомендовані критерії остійності неушкоджених суден Міжнародною Морською Організацією (ІМО) 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.

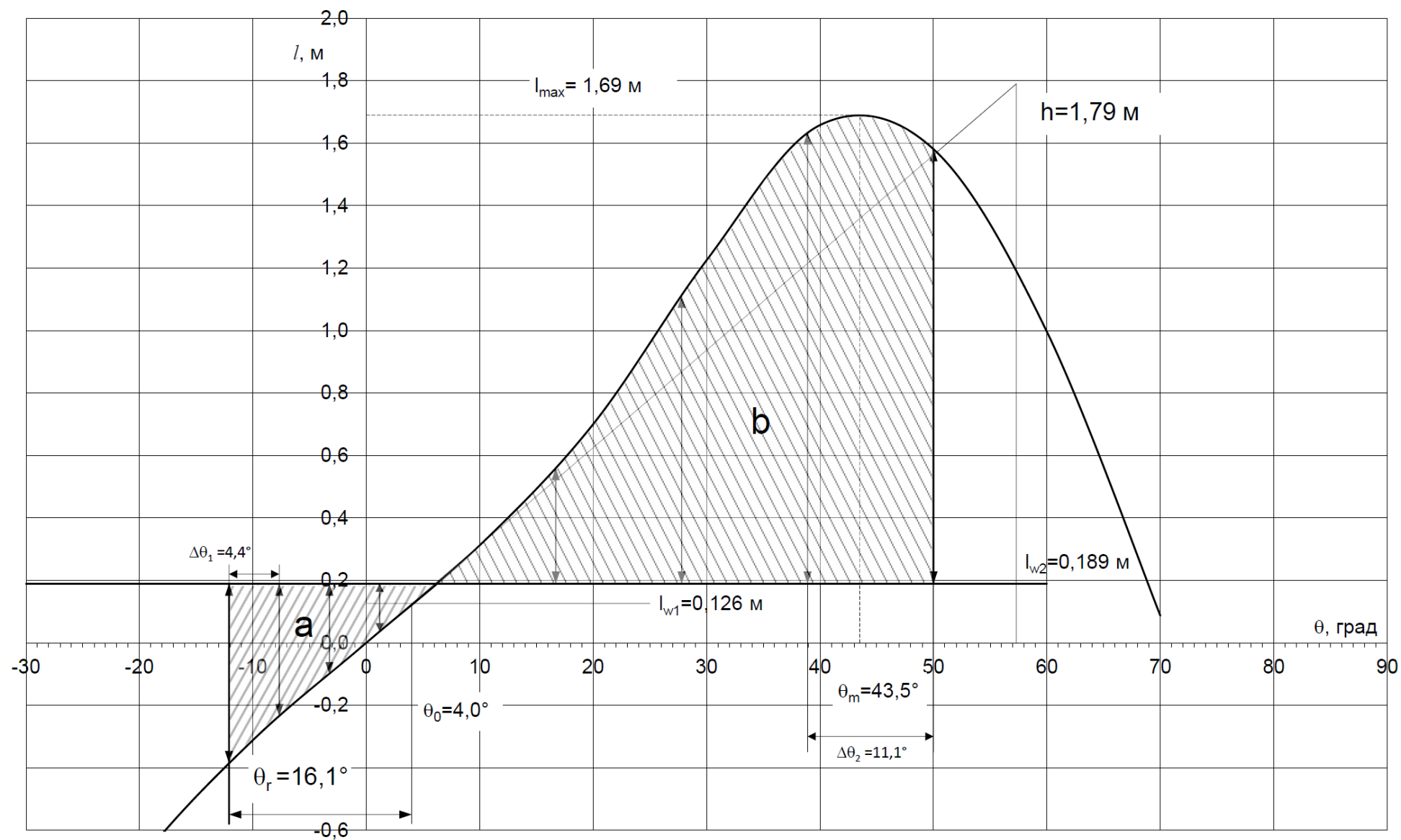


Рисунок 4.2 - Діаграма статичної остійності на відхід і визначення критерію погоди

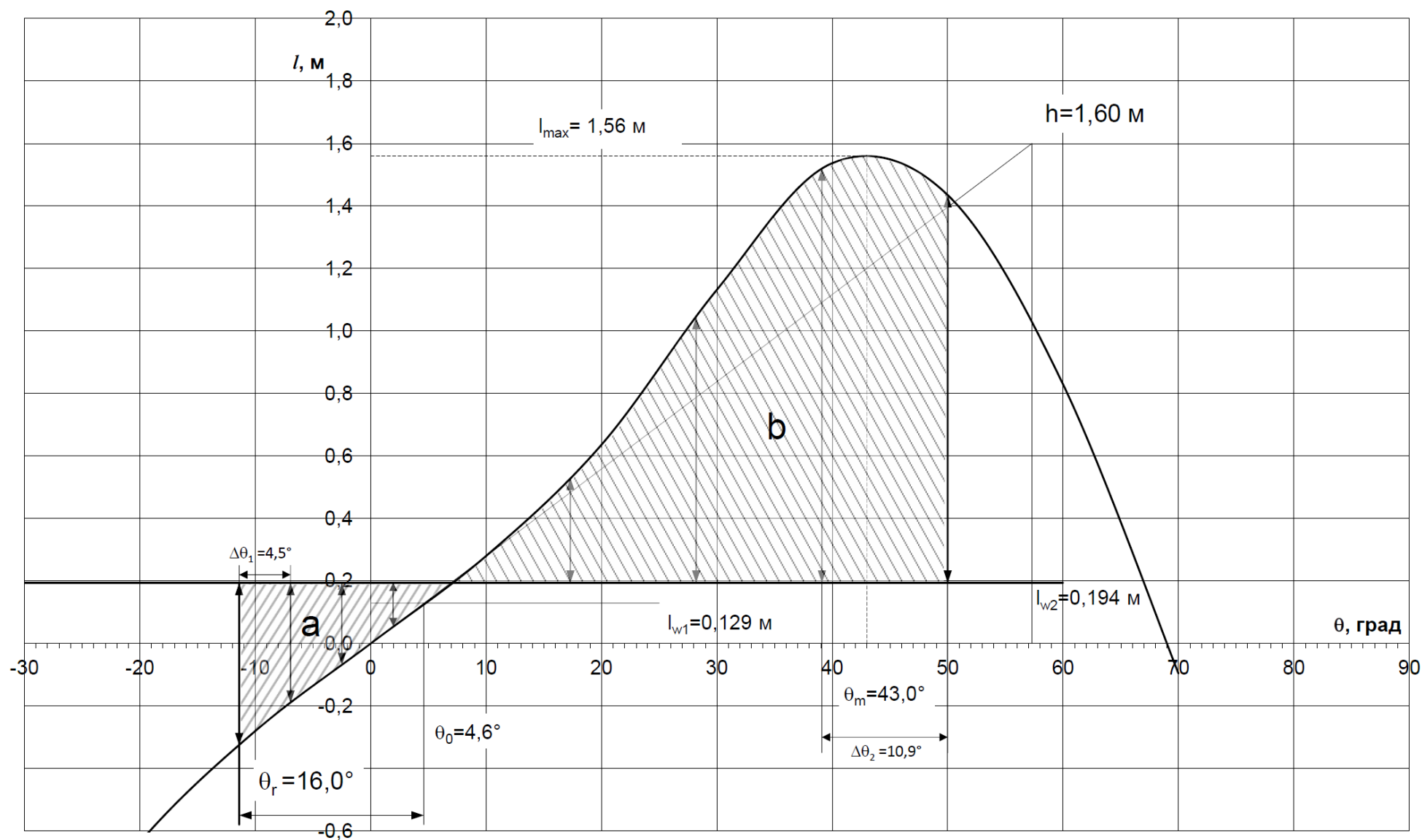


Рисунок 4.3 - Діаграма статичної остійності на прихід і визначення критерію погоди

Таблиця 4.13 – Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	84165	82705,5
Осадка судна, м	T	11,63	11,48
Виправлена метацентрична висота, м	h	1,79	1,60
Площа парусності, м ²	A _v	9440	9484
Апліката центра парусності (ЦП), м	z	16,00	16,08
Плече парусності при постійному вітрі, м	$z_v = z + T/2$	21,82	21,82
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	$l_{w1}=0,504 A_v z_v / (g D)$	0,126	0,129
Кренувальне плече від пориву вітру, м	$l_{w2} = 1,5 l_{w1}$	0,189	0,194
Відносна площа скулових кілей,%	$100 A_k / (L B)$	0,388	
Коефіцієнт	k	0,992	
Відносна ширина	B/T	3,44	3,48
Безрозмірний множник	X ₁	0,812	0,804
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,601	0,599
Безрозмірний множник	X ₂	0,950	0,949
Інерційний коефіцієнт	$c=0,373+0,023B/T-0,043L/100$	0,330	0,331
Період хитавиці, с	$T_\theta = 2 c B / \sqrt{h}$	19,7	20,9
Коефіцієнт	S	0,0355	0,0350
Коефіцієнт	$r = 0,73 + 0,6 (z_g - T) / T$	1,057	1,079
Амплітуда хитавиці, °	$\theta_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{rS}$	16,1	16,0
Кут заливання, °	θ _f	>50	>50
Кут входу палуби у воду, °	$\theta_d = \arctg(2(H- T) / B)$	32,2	32,5
Кут крену від постійного вітру, °	θ ₀	4,0	4,6
Кут крену при хитавиці назустріч вітру, °	$\theta_1 = \theta_{r \text{ IMO}} - \theta_0$	12,1	11,4
Границя площ. “b” діаграми праворуч, °	θ _b	50	50
Площа “a” діаграми, м-рад	a	0,089	0,081
Площа “b” діаграми, м-рад	b	0,678	0,608
Критерій погоди	$K = b / a$	7,62	7,51

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

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

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

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (12,1 + 1,5 \cdot 4,0)/4 = 4,43^\circ$			$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 4,43^\circ/57,3 = 0,0772 \text{ рад}$		
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 4,0)/4 = 11,1^\circ$			$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 11,1^\circ/57,3 = 0,1937 \text{ рад}$		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0,575$	1	0,575	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,424$	4	1,696	$b_2 = 0,371$	4	1,484
$a_3 = 0,290$	2	0,580	$b_3 = 0,923$	2	1,846
$a_4 = 0,152$	4	0,608	$b_4 = 1,446$	4	5,784
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 1,392$	1	1,392
		$\Sigma_a = 3,459$			$\Sigma_b = 10,506$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 3,459 \times 0,0772 = 0,089$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 10,506 \times 0,1937 = 0,678$		

Таблиця 4.15 – Визначення площ “ a ” і “ b ” на прихід за правилом Сімпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (11,4 + 1,5 \cdot 4,6)/4 = 4,45^\circ$			$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 4,45^\circ/57,3 = 0,0777 \text{ рад}$		
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 4,6)/4 = 10,9^\circ$			$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 10,9^\circ/57,3 = 0,1902 \text{ рад}$		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0,520$	1	0,520	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,384$	4	1,536	$b_2 = 0,336$	4	1,344
$a_3 = 0,263$	2	0,526	$b_3 = 0,850$	2	1,700
$a_4 = 0,138$	4	0,552	$b_4 = 1,326$	4	5,304
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 1,241$	1	1,241
		$\Sigma_a = 3,134$			$\Sigma_b = 9,589$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 3,134 \times 0,0777 = 0,081$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 9,589 \times 0,1902 = 0,608$		

4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

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

Таблиця 4.16 – Перевірка виконання рекомендацій ІМО

Найменування величин	Позна-чення	Значення величин			Викон. (YES/NO)
		норма-тивні	відхід	прихід	
Загальні критерії:					
Площа під ДСО до кута крену 30 ⁰ , м·рад	A ₃₀	≥ 0,055	0,279	0,254	YES
Площа під ДСО до кута крену 40 ⁰ , м·рад	A ₄₀	≥ 0,09	0,535	0,492	YES
Площа під ДСО між 30 ° і 40 °, м рад	A ₃₀₋₄₀	≥ 0,03	0,256	0,238	YES
Плече ДСО при куті крену 30° або більше, м	l ₃₀	≥ 0,20	1,225	1,132	YES
Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, °	θ _m	≥ 25	43,5	43,0	YES
Виправлена метацентрична висота, м	h	> 0,15	1,79	1,60	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	7,62	7,51	YES
Кут крену від постійного вітру, °	θ ₀	≤ 16,0	4,0	4,6	YES

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

4.7 Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу

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

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

Розрахунок міцності виконаємо використовуючи судову програму схвалену класифікаційним товариством.

Результати розрахунку по судновій програмі перерізуючої сили, SF і згинального моменту BM на відхід і на прихід судна представлені в табл.4.14.

Таблиця 4.14 – Перевірка подовжньої міцності на відхід

Переріз	SF, т	SFsea, %	Доп.SF, т	BM, тм	BMsea,%	Доп.BM,тм
14	2268	90%	2530	18559	75%	24750
18	2871	89%	3230	26724	78%	34200
33	4157	85%	4880	67813	79%	85450
52	5223	90%	5780	137880	84%	165100
68	6724	91%	7400	212869	89%	238390
93	5001	68%	7400	330116	91%	362550
98	3466	63%	5450	388607	94%	415350
103	1697	42%	4000	424124	94%	450000
108	-383	10%	-4000	432637	96%	450000
113	-1454	36%	-4000	417188	93%	450000
118	-2619	65%	-4000	385158	93%	412800
123	-2905	65%	-4480	342373	88%	388500
128	-4244	75%	-5630	287716	84%	344150
133	-4619	86%	-5380	220135	76%	288800
138	-3062	55%	-5600	159458	71%	224450
143	-3073	61%	-5000	111593	65%	170550
148	-2693	60%	-4500	66119	61%	108150
153	-1775	51%	-3500	30849	49%	62640
158	-805	45%	-1790	9680	32%	30350
165	-40	4%	-1000	2351	23%	10450

Максимальна перерізуюча сила 5223 т (90%) на 52 шпангоуті.

Максимальний згинальний момент 432637 тм (96%) на 108 шпангоуті.

На рис. 4.4. представлена епюра міцності на відхід.

За результатами розрахунків, які приведені, у таблицях і на графіку можна зробити висновок, що протягом усього рейсу загальна подовжня міцність забезпечена.

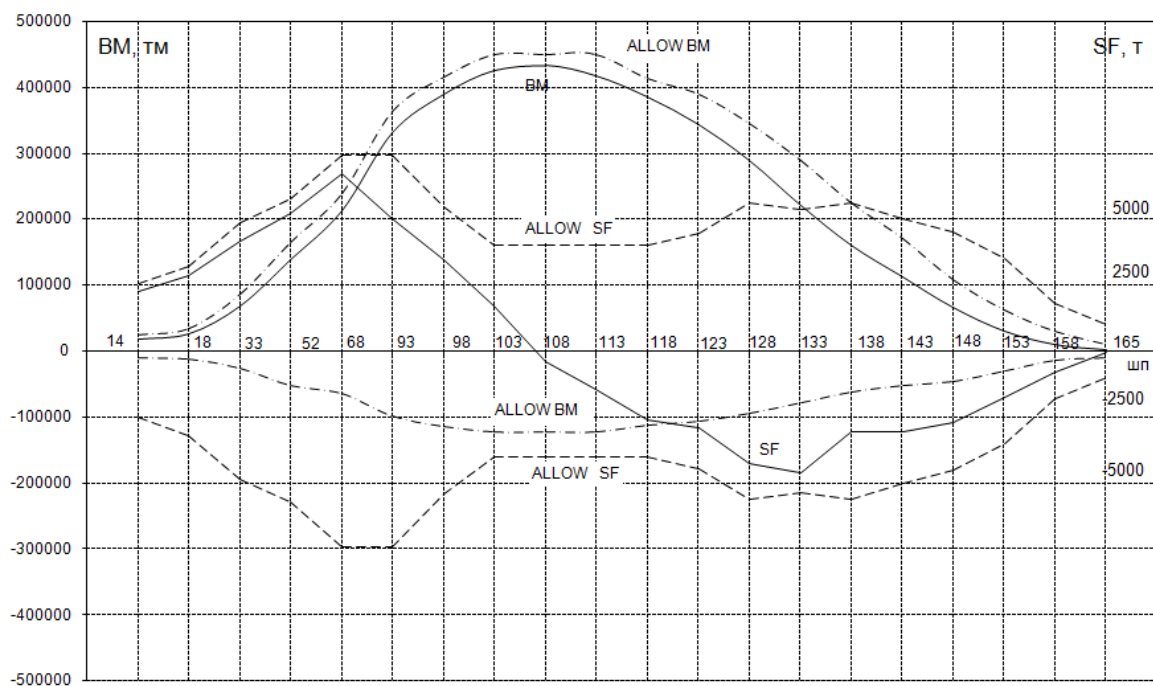


Рисунок 4.4 - Контроль міцності на відхід

РОЗДІЛ 5

ОПТИМІЗАЦІЯ ПОПИТУ НА ЯКІРНІ СТОЯНКИ ПОРТУ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ЦИФРОВІЗАЦІЇ ПОРТОВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Вступ

Завдяки стратегії «The Belt and Road» масштаб будівництва порту став більшим. Якірна стоянка, як акваторія в порту для безпечної стоянки суден, укриття від вітру, перевірки митного кордону, карантину, завантаження та розвантаження вантажів і проведення ліхтерних операцій, є не тільки дуже важливим портовим ресурсом, але й незамінним частина реалізації ініціативи «The Belt and Road».

Після того, як судно прибуває в порт, зазвичай неможливо негайно пришвартуватися, і йому потрібно чекати на якірній стоянці. Оскільки швидкість прибуття суден продовжує зростати, потреба в будівництві якірної стоянки стає дедалі гострішою. Ключовим питанням у будівництві є те, як визначити оптимальний попит на якірну стоянку. За ідеальних умов оптимальний попит на якірну стоянку в порту повинен означати попит, коли якірна стоянка завжди може бути повністю використана [25]. Однак ця ситуація не може бути вирішена через випадковість прибуття судна та інші неконтрольовані фактори. Незважаючи на те, що збільшення кількості якірних місць може призвести до збільшення коефіцієнта використання якірних місць, це неминуче спричинить непотрібні витрати. Якщо кількість положень якоря занадто мала, і судно не може бути заякорено та зафіксовано, можна легко спричинити блокування каналу, що створює небезпеку зіткнення. Тому необхідно дослідити оптимальний попит на якірну стоянку.

Оскільки час обслуговування причалу є безперервною випадковою змінною, а процес прибуття судна є динамічним і випадковим, закон якого підкоряється розподілу Пуассона, для розрахунку масштабу якірної стоянки порту використовується теорія масового обслуговування. Дослідницькі ідеї, що

наведені у цьому Розділі дипломної роботи полягають у наступному. На основі поділу рівня причалу теорія масового обслуговування використовується для побудови моделі розрахунку попиту на якірну стоянку. Потім оптимальний попит на якірне кріплення розраховується за допомогою обмеження ставки гарантії на кріплення.

5.1 Аналіз факторів, що впливають на попит якірної стоянки в порту

Фактори, що впливають на попит якірної стоянки в порту, визначаються шляхом аналізу робочого процесу, що йде на прибуття судна. Після прибуття судна в порт, якщо немає вільного місця, воно буде чекати на якірній стоянці. Якщо якірної стоянки немає, судну буде відмовлено у вході в порт. Якщо причал простоє і на якірній стоянці немає судна, яке очікує, судно, яке прибуває може пришвартуватися безпосередньо (рис. 5.1) [26].



Рисунок 5.1 - Схема обробки інформації для судна, що заходить у порту

Як ми бачимо з рис. 5.1, чинники, що впливають на попит на якірні стоянки в порту, такі:

1. Кількість суден, що прибувають у порт за одиницю часу.
2. Кількість причалів у порту.
3. Ефективність обробки причалів.

Ці фактори безпосередньо пов'язані з нижче наведеним аналіз показників у побудові моделі теорії масового обслуговування, що є корисним для вибору параметрів і статистики ознак.

Побудова розрахункової моделі оптимального попиту на якірну стоянку порту

Побудова розрахункової моделі оптимального попиту на якірну стоянку порту може базуватися на аналізі робочого процесу судна, що заходить у порт, і визначенні основних характеристик і параметрів стохастичної системи обслуговування судно-якірна стоянка-причал відповідно до факторів впливу на попит на якірну стоянку в порту.

Основні характерні показники

Теорія масового обслуговування, також відома як теорія стохастичних систем обслуговування, в основному вивчає перевантаження, спричинені випадковими факторами. Він складається з трьох частин, включаючи процес введення, правило черги та сервісне агентство.

Робочий потік після прибуття судна можна розглядати як стохастичну систему обслуговування судно-якірна стоянка-причал. Серед них судно можна розглядати як клієнта, який отримує послугу, тоді як стоянка якоря - це вестибюль, де клієнт очікує послуги [28], а причал – це служба обслуговування. Пропускна здатність системи повинна бути сумою номера причалу та номера якірної стоянки, як показано на рис.5.2.

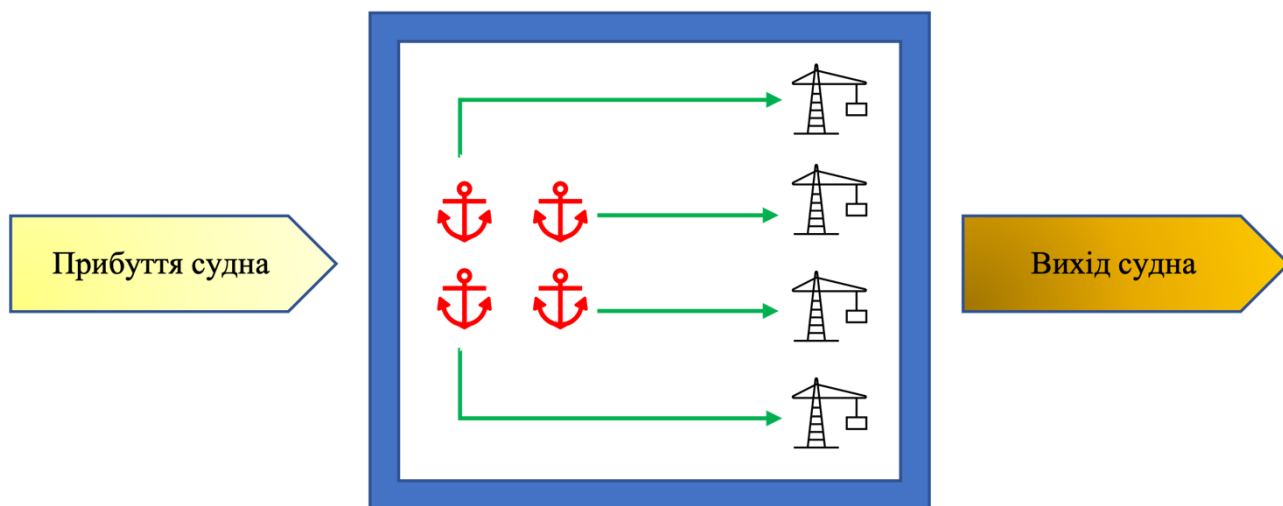


Рисунок 5.2 - Принципова схема черги постановки суден на якір

Вхідний процес цієї системи полягає в дослідженні закону прибуття суден. Крім того, наведений вище аналіз показує, що судно прибуває в порт випадковим чином, і процес формує потік Пуассона, тоді як правило черги «першим прийшов, першим обслужено». Крім того, обслуговуюче агентство, тобто причал, має подібний час обслуговування для того самого типу судна, а час обслуговування є випадковою величиною, яка, як правило, підлягає негативному експоненціальному розподілу ймовірностей.

Таблиця 5.1 - Основні фактори формування попиту на якірну стоянку

№	Фактор	Характер впливу	Вплив на систему
1	Інтенсивність прибуття суден (λ)	стохастичний	Збільшення $\lambda \rightarrow$ зростання черги
2	Кількість діючих причалів (c)	детермінований	Більше $c \rightarrow$ менший час очікування
3	Продуктивність причалів (μ)	залежить від технології	Вища $\mu \rightarrow$ скорочення часу обробки
4	Погодні обмеження	непередбачувані	Зменшують дні роботи порту
5	Тип і тоннаж суден	класифікаційний	Визначає окремі черги за класами
6	Організація диспетчеризації	операційний	Впливає на точність ETA/NAT

Основні показники параметрів

Бачимо, що прибуття кораблів підкоряється розподілу Пуассона. Згідно з природою потоку Пуассона, ймовірність кількості суден, що прибувають у часовому інтервалі, може бути виражена наступним чином:

$$P_n(t) = \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-\lambda t}, \quad (5.1)$$

де $t > 0$, $n = 0, 1, 2, \dots$

λ у Формулі (5.1) — це середня кількість суден, що прибувають за одиницю часу, тобто середня швидкість прибуття судна. При оцінці λ за період часу приймають річну кількість днів роботи причалу, а за λ відношення кількості суден, що прибувають у порт, до кількості днів роботи причалів за рік.

μ використовується для вираження кількості клієнтів, виконаних службою обслуговування за одиницю часу, тобто середнього рівня обслуговування судна. У процесі оцінки μ різниця в часі візової реєстрації між прибуттям і відбуттям судна записується як d , зворотне середнє значення якого приймається як μ .

c позначає кількість місць обслуговування, а n позначає пропускну здатність системи. Якщо в системі є n суден, нове судно не зможе увійти. Тим часом система досягає стабільного стану, який записується як $\rho \leq 1$. ρ називається інтенсивністю обслуговування і формула його розрахунку має вигляд:

$$\rho = \frac{\lambda}{c\mu}. \quad (5.2)$$

Конструкція моделі

Оскільки стан системи постійно змінюється з прибуттям і відходом судна, можна отримати потік стану Маркова [29], як показано на рис.5.3.

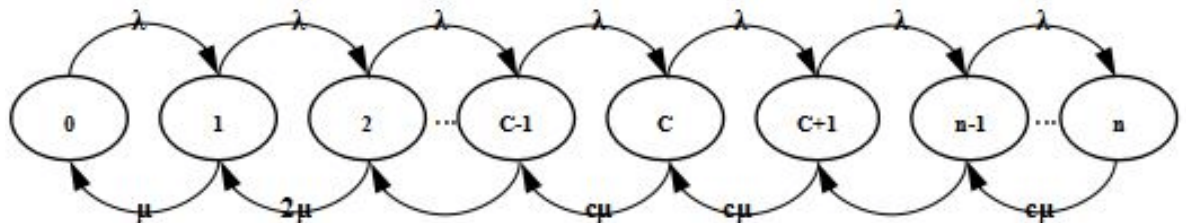


Рисунок 5.3 - Діаграма переходів станів моделі масового обслуговування М/М/с

Стан $k(0 \leq k \leq n)$ означає, що в системі є k суден, і ймовірність того, що система перебуває в стані статистичної рівноваги, дорівнює P_k . Потім перехід із стану 1 у стан 0 вказує на те, що спочатку в системі було судно, а після того, як судно було обслужено, воно покинуло порт. Швидкість переходу його стану дорівнює μP_1 . Крім того, перехід із стану 2 у стан 1 вказує на те, що одне з двох суден у системі, яке обслуговується у причалі, завершило обслуговування та

залишило порт. Його швидкість переходу між станами становить $2\mu P_2$. За аналогією, коли стан c переходить у стан $c-1$, це розглядається в наступних двох випадках:

- Коли $k < c$, швидкість переходу стану становить $k\mu P_k$;
- Коли $k \geq c$, оскільки кількість столиків обслуговування, тобто причалів, у системі дорівнює c , то одночасно в системі обслуговуються не більше c суден. Швидкість переходу між станами дорівнює $c\mu P_k$.

Згідно з наведеним вище аналізом у поєднанні з рисунком 4, К-алгебраїчне рівняння отримується таким чином, коли система досягає стаціонарного стану:

$$\mu P_1 = \lambda P_0, \quad (5.3)$$

$$(k + 1)\mu P_{k+1} + \lambda P_{k-1} = (\lambda + k\mu)P_k, \quad 1 \leq k \leq c, \quad (5.4)$$

$$c\mu P_{k+1} + \lambda P_{k-1} = (\lambda + c\mu)P_k, \quad c \leq k \leq n, \quad (5.5)$$

$$\lambda P_{n-1} = c\mu P_n, \quad k=n, \quad (5.6)$$

$$\sum_{i=0}^n P_i = 1. \quad (5.7)$$

З формули (5.7) можна знайти, що використовуючи рекурсивний метод для розв'язування наведеного вище різницевого рівняння, рівняння ймовірності стаціонарного стану можна отримати таким чином:

$$P_k = \frac{1}{k!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k P_0, \quad 0 \leq k \leq c, \quad (5.8)$$

$$P_k = \frac{1}{c!c^{k-c}} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k P_0, \quad c \leq k \leq n, \quad (5.9)$$

$$\text{при } \rho = 1, P_0 = \left[\sum_{k=0}^{c-1} \frac{c^k}{k!} + \frac{c^c}{c!} (n - c + 1) \right]^{-1}, \quad (5.10)$$

$$\text{при } \rho \neq 1, P_0 = \left[\sum_{k=0}^{c-1} \frac{1}{k!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^k + \frac{1}{c!} \times \frac{1 - \rho^{n-c+1}}{1 - \rho} \times \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^c \right]^{-1}. \quad (5.11)$$

Якщо кількість судин дорівнює n , то відповідна ймовірність дорівнює:

$$Q_n = \sum_{i=0}^n P_i. \quad (5.12)$$

Попит на якірну стоянку визначається обмеженням ставки гарантії на якірну стоянку. Коли оцінене значення Q_n перевищує гарантійну ставку стоянки, отримана оптимальна вимога:

$$N_a = n - c. \quad (5.13)$$

5.2 Використання теоретичних розрахунків на практиці

Оскільки зона вугільного порту Хуанхуа має такі характеристики, як єдиний канал, відповідну погоду та один тип вантажу, збирати дані легко. У цьому розділі в основному розраховується та вивчається оптимальний попит на якірну стоянку в районі вугільного порту Хуанхуа на основі ситуації прибуття суден у 2022 році [30].

З дослідження прибулих суден, наданого Адміністрацією порту Хуанхуа, можна побачити, що майже 95% прибулих суден у 2022 році в районі вугільного порту порту Хунхуза є балкери. Тому в цьому розділі в основному розглядається балкер як приклад.

Поділ класу причалів

Відповідно до обстановки суден, що прибувають у 2022 році, тоннаж суден, що стоять на причалі, коливається від 10 000 тонн до 100 000 тонн. Очевидно, що судна не можуть швартуватися довільно, і причали повинні бути розумно вибрані відповідно до плану судна та домовленостей морського відомства. Отже, перш ніж розраховувати оптимальні вимоги до якорної

стоянки, необхідно класифікувати причали відповідно до розподілу тоннажу суден, що прибувають, і місткості порту для причалів, а потім окремо розрахувати параметри.

Відповідно до інформації про причали, наданої адміністрацією порту, і розподілу тоннажу суден, що прибувають, класи причалів можна класифікувати наступним чином: 10000-тонний; 15000-тонний; 35000-тонний; 50000-тонний; 70000-тонний і 100000-тонний. Далі виділяється кількість суден, які прибули в порт у 2022 році, за відповідним ступенем розподілу тоннажу [31].

Визначення параметрів

Згідно зі статтею 46 портових правил порту Хуанхуа, Адміністрація морської безпеки Канчжоу має право вживати обов'язкових заходів, таких як обмеження навігації, припинення навігації та припинення роботи за однієї з наступних метеорологічних умов:

1. Потужність вітру становить 6 або вище .
2. Видимість становить менше 1000 метрів.

Відповідно до історичних даних про погоду, отриманих із веб-сайту Weather Post-Report, ми можемо підрахувати, що кількість днів, на які впливала вітряна погода рівня 6 або вище, становить 48, а потім кількість днів, коли на видимість впливають такі погодні умови, як імла, вітер і сильний дощ, становить 19. Таким чином, кількість днів роботи причалів за цілий рік можна розрахувати як 298. Це можна дізнатися з порівняння та аналізу даних суден, що прибувають у 2022 році, за даними Адміністрації порту, кількість балкерних суден, які прибувають до порту, становить 4151. Більше того, ми можемо отримати статистику загальної кількості днів обслуговування, тобто d, як показано в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Статистика загальної кількості днів обслуговування

Клас причалу/t	10000	15000	35000	50000	70000	100000
Загальна кількість днів обслуговування/d	213,9	41,79	580,79	3275,4	595,01	266,8

Потім ми обчислюємо параметри λ , μ і ρ , взявши як приклад клас водотоннажністю 10 000 тонн. Відповідно до ситуації, наданої адміністрацією порту Хуанхуа, ми можемо отримати, що 213 суден прибули до порту класу 10 000 тонн протягом року, а кількість причалів у класі дорівнює 1. Відповідно до аналізу основних показників параметрів можна побачити, що:

- λ можна розрахувати за відношенням кількості суден, що заходять до порту, яка становить 213, та кількості днів роботи причалів за цілий рік, що становить 298. Висновок: 0,7148.
- μ є зворотним значенням середнього d , яке показано в таблиці 1. У поєднанні з часом прибуття судна ми можемо розрахувати кількість днів обслуговування кожного судна, тобто середнє число наробітків, що становить 1,0042. Зрештою, ми можемо отримати, що значення μ становить 0,9958.
- ρ можна визначити шляхом поєднання формули (5.2) з λ і μ . Виходячи з кількості сервісних столів, тобто причалів, у класі 10000 тонн, який дорівнює 1, ми можемо отримати, що результат розрахунку ρ становить 0,7178.

Кроки розрахунку параметрів інших класів такі ж, як і вище. Нарешті, статистичні параметри моделі теорії масового обслуговування порту Хуанхуа наведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 — Стохастичні параметри системи «судно–якір–причал»

Параметр	Позначення	Опис
Середня інтенсивність прибуття	λ	Кількість суден/день
Середня швидкість обслуговування	μ	Кількість суден/день
Кількість каналів обслуговування	c	Причали
Пропускна здатність системи	n	Максимальна кількість суден у системі
Інтенсивність завантаження	$\rho = \lambda / (c \cdot \mu)$	Має бути ≤ 1

Розрахунок оптимальної вимоги до якірної стоянки

У даному дослідженні оптимальна вимога до якірної стоянки порту визначається методом лінійної оптимізації. Після отримання параметрів кожного рівня вище, у цій роботі використовується програмне забезпечення Matlab для розрахунку ймовірності розподілу через вхідні параметри, як показано в таблиці 5.4, а потім використовує він поєднується з умовами обмеження для обчислення кінцевого результату.

Таблиця 5.4 - Статистика ймовірностей

Клас при-чалу/t	P_0	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10000	0,2822	0,2026	0,1454	0,1044	0,0794	0,0538	0,03866	0,0277	0,0199	0,0143	0,0101
15000	0,869	0,1219	0,0085	0,0006	0	0	0	0	0	0	0
35000	0,3448	0,336	0,1637	0,0798	0,0389	0,0189	0,0092	0,0045	0,0022	0,0011	0,0006
50000	0,3682	0,3679	0,1838	0,0612	0,0153	0,0031	0,0005	0,0001	0	0	0
70000	0,3341	0,3335	0,1665	0,0831	0,0415	0,0207	0,0103	0,0052	0,0026	0,0013	0,0006
100000	0,3815	0,3416	0,1529	0,0685	0,0306	0,0137	0,0061	0,0027	0,0012	0,0006	0,0003

Виберемо клас 10000 тон як приклад, щоб визначити оптимальний попит на якірне кріплення. Відомо, що гарантія на якірній стоянці балкерів повинна бути не менше 95%. Відповідно до формули (12) ми можемо отримати наступне: при $n = 9$, $Q_n = P_0 + P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9 + P_{10} = 96,38\% > 95\%$. Відповідно до формули (13), ми можемо нарешті отримати оптимальний попит на якірну стоянку, що дорівнює 8. Оптимальні етапи визначення попиту на закріплення для інших класів такі самі, як і вище, а кінцевий результат наведено в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 - Оптимальний попит на якірну стоянку кожного рівня в зоні вугільного порту Хуанхуа. Вихідні статистичні дані

Клас причалу/t	10000	15000	35000	50000	70000	100000
n	9	2	4	11	4	4
c	1	2	2	11	2	2
Na	8	0	2	0	2	2
Всього	14					

Згідно з існуючою інформацією про якірну стоянку, у районі вугільного порту Хуанхуа є три якірні стоянки, а саме 1#, 2# і 3#, з площею якірної стоянки 53,41 квадратних кілометрів і висотою якірної стоянки -9 метрів, -12 метрів і -15 метрів, який може вмістити 18-27 суден на якір. Таким чином, існуючі ресурси якірної стоянки в порту Хуанхуа є відносно багатими, що може задовольнити попит на якірну стоянку.

5.3 Цифровізація управління якірними стоянками

Імпульс оцифрованих інформаційних систем реального часу в портах розгортається хвилями. Є багато організацій, які займаються інноваціями в портах; ЮНКТАД (2020) має неповний перелік із п'ятнадцяти ініціатив, включаючи оптимізацію заходу в порти International Taskforce (ITPCO), Міжнародну асоціацію систем портового співтовариства (IPCSA) і Міжнародну раду спільного прийняття рішень у портах (IPCDMC). Концепція розумного порту інституціоналізована в проекті розвитку підприємницької екосистеми Smart Ports (SPEED, рис. 5.5), який спрямований на покращення роботи портів у Бельгії, Франції, Нідерландах та Сполученому Королівстві за допомогою нових досягнень у технологіях і наукових даних. Проект ResilienceShift спрямований на покращення надання портової інфраструктури, включно з інформацією, для розвитку портових спільнот [32].

Існує також багато нових технологічних компаній, які розробили апаратні та програмні системи для сегментів ринку. До них входять послуги для сприяння оптимізації маршруту та швидкості суден за допомогою інформації в реальному часі про багато екологічних та економічних умов; прикладами є Nautilus Labs і TerraVision (рис. 5.4). Існують також послуги, наприклад PortLink, які зосереджені на портових інформаційних системах, які підходять для систем управління рухом суден. Нові послуги доступні для суден і терміналів для розрахунку орієнтовного часу завершення (ETC) завантаження, наприклад, CargoMate з інтелектуальних вантажних систем із Великобританії. NxtPort в Антверпені пропонує платформу послуг для обміну даними між різними гравцями порту. MGI, логістична компанія, заснована в Марселі, розробила систему для управління товарними потоками в портах, аеропортах і внутрішніх логістичних спільнотах [33].

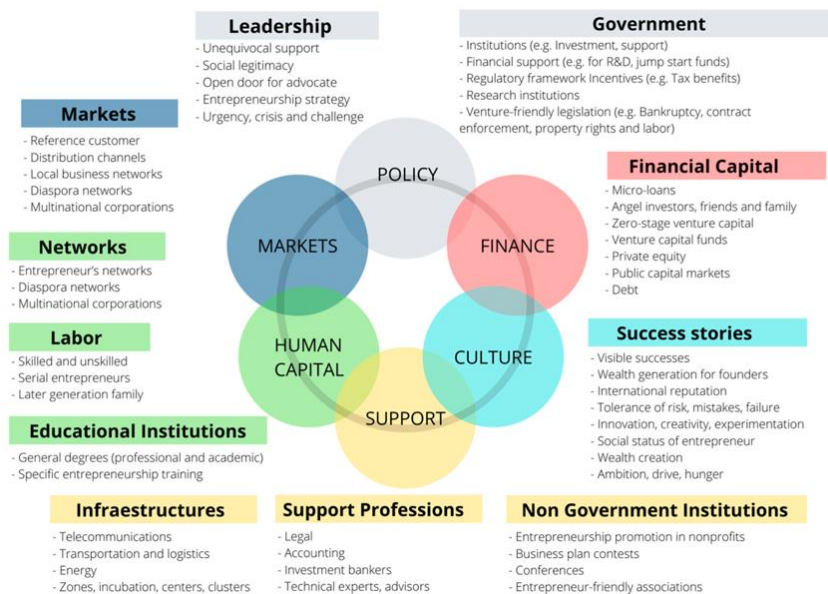


Рисунок 5.4 - Проект розвитку підприємницької екосистеми Smart Ports

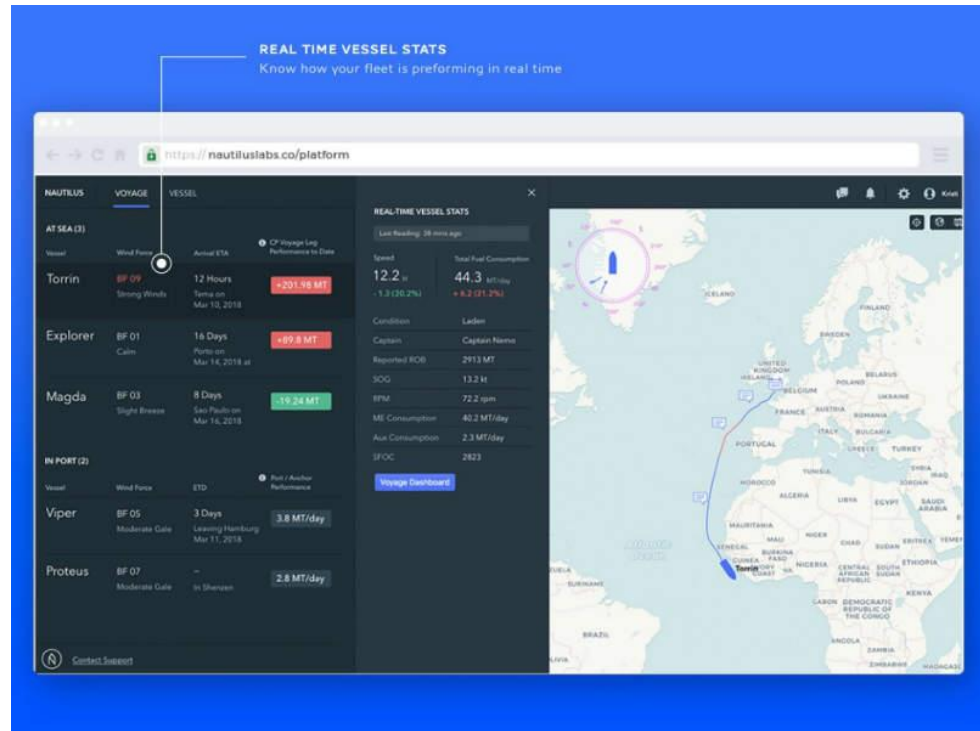


Рисунок 5.5 - Програма Nautilus Labs і TerraVision

Європейські порти є господарями ініціатив, спрямованих на оптимізацію портів. Лінд представив статтю у Ванкувері, щоб пропагувати впровадження спільного портового прийняття рішень (PortCDM) для подолання поганої передбачуваності щодо часу подій у портах. (Ванкувер все ще відстає) PortCDM — це концепція обміну даними про час, пов'язаних із заходами в порти, у режимі реального часу, щоб сприяти підвищенню ефективності своєчасного прибуття, продуктивності причалу, скорочення часу очікування та стоянки на якорі. Концепцію було випробувано в кількох європейських портах у рамках проекту перевірки управління морським рухом, який спільно фінансується Європейським Союзом і численними корпораціями. Порт Роттердама комерціалізував свою систему Pronto у PortXchange. Порт Антверпена розробив систему інформації та управління портом Антверпена (APICS). Адміністрація порту Гамбурга ініціювала ChainPORT для співпраці з іншими провідними портами, щоб поділитися знаннями про нові можливості використання переваг цифровізації. Wärtsilä успішно впровадила свою систему Navi-Port для прибуття та причалу круїзного лайнера в Гамбурзі. Розробка та застосування таких систем для оптимізації заходу в порт просувається у звіті про оцифровку Світового банку [34].

Таблиця 5.6 - Ключові цифрові рішення у провідних портах

Технологія	Приклад реалізації	Переваги
PortCDM – спільне прийняття рішень	Порти Балтики, Програма STM	Зменшення часу очікування, точність ETA
Платформи ETA/ETC прогнозування	Nautilus Labs, TerraVision	Оптимізація швидкості та маршруту суден
Портові інформаційні системи	APICS, PortXchange	Гнучке управління чергами
Інтегровані логістичні платформи	NxtPort, MGI	Прозорість ланцюга поставок
Системи моніторингу вантажів	CargoMate	Прогноз часу завершення вантажних робіт

Поступ у оцифровці та оптимізації заходу в порт є помітним. Цьому сприяє багато факторів. Вони включають зацікавленість місцевої портової влади в ефективній логістиці, важливість морських перевезень на короткій відстані, підтримку транспортних інновацій з боку урядів та Європейського Союзу та присутність провідних технологічних фірм. Такі умови не зустрічаються у Ванкувері, але, зважаючи на події в інших місцях, здається ймовірним, що існують особливі умови, які перешкоджають змінам.

Є чотири виміри управління портом, які, здається, відрізняють стратегію якірної стоянки між Ньюкаслем і Ванкувером. Ними є: рівень місцевої відповідальності; важливість ролі орендодавця; кількість організацій, залучених до якірної стоянки; а також відкритість портів до цифрових інформаційних систем.

Доречно зазначити, що NPA є державним органом, тоді як VFPA є федеральною неакціонерною корпорацією. Це може бути актуальним двома способами. По-перше, можна стверджувати, що її національна приналежність впливає на реакцію VFPA на місцеві проблеми, але немає суттєвих доказів на підтримку цього. Однак керівництво може бути стриманим у критиці інших федеральних органів, таких як транспорт Канади, з якими вони співпрацюють. По-друге, можна стверджувати, що ефективність турботи громади в уряді є найбільш ефективною, коли відповідальний уряд є місцевим. Це залишає відкритим питання про те, чи висадка балкера Паші (рис. 5.6) призвела до

великої ініціативи, підтриманої урядом, тому що вона була «місцевою» чи тому, що це була велика подія. (В обох країнах офіційні розслідування безпеки проводяться національними органами) [35].



Рисунок 5.6 - Посадка на мілину балкера

Тим не менш, досвід у цих портах свідчить про те, що чим більше місцева відповідальність, тим більше реагують дії на проблеми навколишнього середовища. Відчутніші ефекти управління пов'язані з повноваженнями портової адміністрації, її повноваженнями. відповідь на цей мандат і структуру, в рамках якої він виконує свої обов'язки. VFPA є портом орендодавця, для якого найбільша увага приділяється сухопутним сполученням. Це відповідає інтересам Канади до залізниць. Основною проблемою в Австралії, як острівному штаті, є судноплавство, хоча воно стало єдиним напрямком діяльності NPA лише в 2014 році. Статус власника порту може спричинити обставини, які ускладняють інновації, що впливають на логістику, включно з транспортуванням. У порту, який є орендодавцем, відносини між адміністрацією порту та вантажовідправниками та операторами терміналів включають взаємні та суперечливі інтереси, а також потенційну недовіру орендарів до інтересів, які обслуговуються ініціативами адміністрації порту.

Останнє занепокоєння загострюється у Ванкувері через різноманітність торгівлі та низку конкурентних умов у торгівлі.

Таблиця 5.7 - Ключові цифрові рішення у провідних портах

Технологія	Приклад реалізації	Переваги
PortCDM – спільне прийняття рішень	Порти Балтики, Програма STM	Зменшення часу очікування, точність ETA
Платформи ETA/ETC прогнозування	Nautilus Labs, TerraVision	Оптимізація швидкості та маршруту суден
Портові інформаційні системи	APICS, PortXchange	Гнучке управління чергами
Інтегровані логістичні платформи	NxtPort, MGI	Прозорість ланцюга поставок
Системи моніторингу вантажів	CargoMate	Прогноз часу завершення вантажних робіт

У Ньюкаслі домінування торгівлі вугіллям у портовому бізнесі пом'якшило занепокоєння щодо інтересів NPA. Набагато легше запровадити зміни в простих, ніж у складних рамках. У Ньюкаслі відповідальність за послуги судноплавства в прибережних водах на практиці покладається лише на NPA. У Ванкувері він розділений на чотири частини; VFPA, TC, PPA, CCG. Крім того, провідною організацією для судноплавства є TC, яка розташована в Оттаві, на відстані приблизно 3500 км, і яка не має добрих морських традицій. Зазвичай очікується, що портова влада буде лідером, інноватором змін у портовій логістиці. NPA, будучи корпорацією Нового Уельсу, відіграла провідну роль у переговорах щодо вугільної мережі HunterValley і була лідером у впровадженні технології, що підтримує VAS [36]. VFPA зосереджується на ролі землевласника. З 1980-х років вона дотримується політики не залучення до інформаційних систем громади, а потім до електронного обміну даними. Згодом він запровадив технології у вибраних областях, наприклад, для підтримки Програми видимості ланцюга поставок [37].

Таблиця 5.7 - Порівняльний аналіз підходів (Ванкувер–Ньюкасл)

Параметр	Ванкувер	Ньюкасл	Висновок
Місцева	Обмежена	Висока	Локальне управління

відповідальність			ефективніше
Роль орендодавця	Значна	Помірна	У Ванкувері сповільнює реформи
Кількість організацій	4	1	Більше учасників → складніша координація
Рівень цифровізації	Середній	Високий	Ньюкасл – лідер у VAS
Точність ETA/NAT	24h	14–7 днів	Ньюкасл мінімізує очікування

Однак навіть у цій сфері ініціативам у масовій торгівлі перешкоджає різноманітність професій і неоднорідність конкуруючих інтересів. Жодного національного тиску щодо змін не існує, оскільки Канада не виконала своїх зобов'язань у 2019 році згідно з Конвенцією про спрощення міжнародного морського сполучення щодо впровадження електронного обміну інформацією у зв'язку «судно-берег».

Таблиця 5.7 — Потенційні вигоди від цифровізації

Напрямок	Вигода	Орієнтовний ефект
Скорочення часу на якорі	Менше затримок	–15–40%
Точність планування причалів	Більше прозорості	+20–30%
Екологія	Менше викидів при очікуванні	–10–25% CO ₂
Безпека	Менший ризик блокування каналу	+15%
Операційні витрати	Раціональне використання ресурсів	–10–20%

5.4 Висновки

Проведений аналіз підтвердив, що оптимізація попиту на якірні стоянки є критично важливим чинником ефективного функціонування порту в умовах зростання інтенсивності судноплавства та обмеженості акваторії. Використання теорії масового обслуговування дозволило об'єктивно оцінити ймовірнісний характер прибуття суден, визначити параметри системи та розрахувати

оптимальну кількість якірних місць з урахуванням заданої гарантійної доступності.

На прикладі порту Хуанхуа показано, що точні розрахунки параметрів λ , μ і ρ забезпечують достовірні результати щодо необхідної структури й кількості якірних стоянок за тоннажними групами суден. Аналіз також виявив, що існуючі ресурси якірної акваторії порту достатні для задоволення попиту, що підтверджує ефективність організації його морської логістики.

Окремий акцент зроблено на сучасній цифровізації портів, яка стає ключовим інструментом скорочення часу очікування та підвищення безпеки. Міжнародний досвід застосування систем PortCDM, інтегрованих інформаційних платформ, автоматизованого моніторингу прибуття та оптимізації черговості обробки суден демонструє суттєве зниження потреби у надмірних якірних площах та покращення керованості потоків суден.

Таким чином, комплексне поєднання математичного моделювання та цифрових технологій створює основу для підвищення ефективності управління якірними стоянками, покращення планування операцій і забезпечення сталого розвитку портової інфраструктури.

РОЗДІЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙС

6.1 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі

Розрахунок виконаний на підставі завдання і даних, отриманих у попередніх розділах цієї дипломної роботи, взятих із суднової документації при роботі на переддипломної практиці, з довідкових матеріалів кафедри М і ЕМТ НУ«ОМА», прейскурантів, тарифів та ін. Вихідні дані рейсу т/х «Kleven» з порту Чарльстон в порт Альхесірас зведені в табл. 6.1.

Таблиця 6.1 Початкові дані для розрахунку рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Дедвейт т/х «Kleven»	D_w	тон	80551
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	5331,7
3	Відстань між портами	L	милі	3664,03
4	Кількість навантаженого вантажу: контейнери Контейнера 20 Контейнера 40	$\Sigma Q_{шт}$	шт	3254 463 2791
5	Фрахтова ставка за 1 шт вантажу	f_l	\$/шт	600 750
6	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	шт/доб.	1885
7	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	шт/доб.	1670
8	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	22,0
9	Швидкість в каналах, вузостях	v	кан. вуз.	10,0
10	Добова витрата палива на ходу: важке	q^e_x	тон/доб	200,0
	Добова витрата палива на стоянці: легке	$q_{ст}$	тон/доб	10,0
Продовження табл.6.1				

1	2	3	4	5
11	Ціна 1 тони палива: важке легке	C_v C_l	\$/т \$/т	420 600
12	Балансова вартість судна	$C_{бал}$	\$	16110200
13	Річна норма амортизації	Ha	%	10
14	Позаексплуатаційний час	$T_{зе}$	діб.	15
15	Чисельність екіпажу	$Ч_{ек}$	чол.	24
16	Час затримки в дорозі	$t_{зат}$	доб.	0,12
17	Додатковий час в портах стоянки	$t_{доод}$	год.	2
18	Заробітна платня	$R_{зн}$	\$/доб	3100
19	Витрати на технічне постачання	$R_{т.пос}$	\$/доб	500
20	Навігаційні витрати	$R_{нав}$	\$/доб	300
21	Портові збори	$R_{порт}$	\$	35480
22	Агентування суден	$R_{аг}$	\$/доб	300
23	Витрати на страхування судна	$R_{стр}$	\$/доб	420
24	Витрати на ремонт	$C_{рем}$	\$/мр.п.	850000
25	Вартість одного доковання	$C_{док}$	\$	80000

При розрахунку кількісних показників роботи судна в рейсі використовуємо дані рейсового завдання [41, 43].

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

$$D_q = D_w - G_{зан}, \quad (6.1)$$

$$D_q = 80551 - 5331,7 = 75219,3 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

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

де T_k - календарний період, приймаємо 365 діб;

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

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

$$t_x = 3664,03 / (22,0 \times 24) + 0,12 = 7,1 \text{ діб}$$

- стоянковий час:

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

$$t_{cm} = 3254 / 1885 + 3254 / 1670 + 2/24 = 3,8 \text{ діб}$$

- час рейсу складе:

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

$$t_p = 7,1 + 3,8 = 10,9 \text{ діб}$$

4. Розрахуємо провізну спроможність судна:

- зроблено шт-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 3254 \times 3664,03 = 11922754 \text{ шт-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_{\text{ч}} L = 75219,3 \times 3664,03 = 275605772 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

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

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = 463 \times 600 + 2791 \times 750 = 2371050 \text{ $/рейс}$$

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

Постійні експлуатаційні витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

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

- витрати на заробітну плату (R_{zn}) 3100 \$/добу;
- витрати на харчування екіпажу ($R_{хар}$) розраховуємо за формулою:

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

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

$$R_{хар} = 24 \times 12 = 288 \text{ $/добу};$$

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

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

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

t_{mn} – міжремонтний період 5 років.

$$R_{рем} = ((80000 + 850000) / 5) / 350 = 531 \text{ $/добу}$$

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

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

$$R_{ам} = (16110200 \times 0,1) / 350 = 4603 \text{ $/добу};$$

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

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

де $H_{сн}$ - норма постачання;

$$R_{сн} = (16110200 \times 0,02) / 350 = 921 \text{ $/добу};$$

- витрати на технічне постачання ($R_{т.пос.}$) 500 \$/добу;
- навігаційні витрати, \$/добу ($R_{нав}$) 300 \$/добу;
- портові збори ($R_{порт}$) 35480 \$/рейс;
- витрати з агентування ($R_{аг}$) 300 \$/добу;
- витрати на страхування ($R_{стр}$) 450 \$/добу.

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

$$R_{екс} = 3100 + 288 + 531 + 4603 + 921 + 500 + 300 + 35480 / 10,9 + \\ + 300 + 450 = 14248 \text{ $/ добу}$$

7. Розраховуємо непрямі (адміністративно-управлінські)

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

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

$$R_{кос.} = 14248 \times 0,02 = 285 \text{ $/добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{заг} = 14248 + 285 = 14533 \text{ $/добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{заг.екс} = 14533 \times 10,9 = 158410 \text{ $/рейс}$$

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

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

$$R_x^e = k_{cm} \cdot q_x \cdot \Pi_e \quad (6.15)$$

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

$$R_x^e = 1,1 \times 200,0 \times 420 = 92400 \text{ \$ / добу}$$

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

$$R_{cm}^n = k_{cm} \cdot q_{cm} \cdot \Pi_n \quad (6.16)$$

$$R_{cm}^n = 1,1 \times 10,0 \times 600 = 6600 \text{ \$ / добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

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

$$\Sigma R_{nep} = 92400 \times 7,1 + 6600 \times 3,8 = 681120 \text{ \$ / рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{рейс} = 158410 + 681120 = 839530 \text{ \$ / рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

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

$$\Sigma \Pi_{рейс} = 2371050 - 839530 = 1531520 \text{ \$ / рейс}$$

Прибуток судна т/х «Kleven» з порту Чарльстон в порт Альхесірас з вантажем контейнери за рейс склав 1531520 \$/рейс.

Якісні показники роботи судна в рейсі розраховуємо за методикою [43]:

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

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

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

2. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

$$V_{cp.} = \frac{L}{t_x}, \quad (6.21)$$

$$V_{cp} = 3664,03 / 7,1 = 516$$

3. Коефіцієнт ходового часу:

$$\varepsilon_x = \frac{t_x}{t_p}; \quad (6.22)$$

$$\varepsilon_x = 7,1 / 10,9 = 0,651$$

4. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

$$\mu_v = \alpha_z \cdot V_{cp.} \cdot \varepsilon_x, \quad (6.23)$$

$$\mu_v = 0,986 \times 516 \times 0,651 = 331,21$$

5. Валова прибутковість одних судно-днів:

$$\mu = \Sigma F_{рейс} / t_p, \quad (6.24)$$

$$\mu = 2371050 / 10,9 = 217527 \text{ $/доба}$$

6. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

$$S_{um} = \Sigma R_{рейс.} / \Sigma Q, \quad (6.25)$$

$$S_{um} = 839530 / 3254 = 257,99 \text{ $/шт}$$

7. Собівартість 1 тонно-милі в рейсі:

$$S_{шт-м} = \Sigma R_{рейс} / \Sigma Ql, \quad (6.26)$$

$$S_{шт-м} = 839530 / 11922754 = 0,0704141 \text{ \$/шт-м}$$

8. Собівартість утримання судна в добу експлуатації:

$$S_{с-д} = \Sigma R_{рейс} / t_p \quad (6.27)$$

$$S_{с-д} = 839530 / 10,9 = 77021 \text{ \$/ доба.екс}$$

10. Рівень прибутковості являє відношення доходів до витрат:

$$PF = \Sigma F_{рейс} / \Sigma R_{рейс} \quad (6.28)$$

$$PF = 2371050 / 839530 = 2,82$$

При $PF > 1$ рейс прибутковий. Рівень дохідності (target yield) — показник розрахунку ефективності виконаного рейсу заснований на аналізі кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі.

6.3 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу

Якісні показники роботи судна за експлуатаційний період розраховуємо з урахуванням розрахованого експлуатаційного період роботи судна за формулою (6.2) за методикою [43]:

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$Ч_p = T_{екс} / t_p \quad (6.29)$$

$$Ч_p = 350 / 10,9 = 32,11$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

$$\Sigma Q_{екс} = \Sigma Q Ч_p \quad (6.30)$$

$$\Sigma Q_{екс} = 3254 \times 32,11 = 104485 \text{ шт / рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

$$\Sigma Ql_{екс} = \Sigma Ql \cdot \mathcal{C}_p \quad (6.31)$$

$$\Sigma Ql_{екс} = 11922754 \times 32,11 = 382839631 \text{ шт-миль / рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

$$\Sigma F_{екс} = \Sigma F_{рейс} \cdot \mathcal{C}_p \quad (6.32)$$

$$\Sigma F_{екс} = 2371050 \times 32,11 = 76134415 \text{ \$ / рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma R_{екс} = R_{рейс} \cdot \mathcal{C}_p \quad (6.33)$$

$$\Sigma R_{екс} = 839530 \times 32,11 = 26957308 \text{ \$ / рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma \Pi = \Pi_p \cdot \mathcal{C}_p \quad (6.34)$$

$$\Sigma \Pi = 1531520 \times 32,11 = 49177107 \text{ \$ / рік}$$

7. Рівень прибутковості роботи судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma PF = \Sigma F_{екс} / \Sigma R_{екс} \quad (6.35)$$

$$PF = 76134415 / 26957308 = 2,82$$

Для оцінка ефективності виконаного рейсу і роботи судна за експлуатаційний період зведем розрахункові дані в табл. 6.2.

Таблица 6.2 - Кількісні і якісні показники виконаного рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Валовий дохід	F	\$	2371050
2	Затрати загальні	R	\$	839530
3	Прибуток	Π	\$	1531520
4	Коефіцієнт ходового часу	ε_x		0,651
5	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	милі/доб	516
6	Дохідність судна	μ	\$/ доб	217527
7	Рівень дохідності	PF		2,82
8	Собівартість перевезення 1 шт вантажу	$S_{шт}$	\$/шт	257,99
9	Собівартість 1 шт-милі	$S_{шт-м}$	\$/шт-м	0,0704141
10	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	$S_{c-д}$	\$/доб.	77021

В результаті проведених розрахунків, наведених у таблиці 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень прибутковості 2,82, прибуток 1531520 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 49177107 \$. Судно «Kleven» доцільно використовувати на даній лінії.

РОЗДІЛ 7

ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ

7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту

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

Судно-контейнеровоз «NYK Orpheus» стоїть в порту Маніла (Філіппіни) біля причалу № 7 спеціалізованого перевантажувального комплексу для контейнерів. Отримано повідомлення про вибух на сусідньому судні. Ймовірна причина вибуху - терористичний акт. В результаті вибуху пошкоджено багатоелементний газовий контейнер (БЕГК) зі скрапленим газом, сірчистим ангідридом, є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). Із зруйнованого БЕГК вилилося 5 т СДОР, характер розливу «вільно». Метеорологічні умови на момент аварії: час доби – день, 10.00, температура повітря 30⁰, швидкість вітру- 0,5 м/с, вітер зустрічний, суцільна хмарність. Відстань до аварійного судна – 0,6 км. Характер місцевості – територія порту. На території порту оголошена терористична загроза.

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

Визначити стандартні робочі процедури по прийняттю відповідних заходів у разі порушення захисту судна.

7.1.2. Оцінка масштабів хімічного зараження території

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

1) Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря

За заданими метеорологічними умовами (час доби – день, швидкість вітру 0,5 м/с, суцільна хмарність) визначаємо по таблиці 7.1 ступень вертикальної стійкості повітря – ізотерія.

Таблиця 7.1- Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

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

2) Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі

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

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

$$Q_{\text{э1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0 = 0,11 \cdot 0,333 \cdot 0,23 \cdot 1,3 \cdot 5 = 0,05 \text{ т,}$$

де: $K_1 = 0,11$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (таблиця 8.2);

$K_3 = 0,333$ – коефіцієнт (таблиця 7.2);

$K_5 = 0,23$ – коефіцієнт, який враховує ступень вертикальної стійкості повітря для ізотермії;

$K_7^1 = 1,3$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення первинної хмари (таблиця 7.2);

$Q_0 = 5$ – кількість сірчистого ангідриду, що розлився при аварії, т.

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

Площа розливу S_p (м²) сірчистого ангідриду дорівнює:

$$S_p = V_p / h = Q_0 / \rho / h = 5 / 1,462 / 0,05 = 68,4 \text{ м}^2 ,$$

де: V_p – об'єм сірчистого ангідриду, що розлився, м³;

$\rho = 1,462$ – щільність сірчистого ангідриду, т/м³ (таблиця 7.2);

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

Таблиця 7.2 - Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найменування СДОР	Щільність СДОР, т/ м ³		Температура кипіння °С	Порогова токсодоза, мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів							
	Газ	Рідина			K ₁	K ₂	K ₃	K ₇ для температури повітря (°С)				
								-10	0	10	20	30
Сірчистий ангідрид	–	1,462	-10	1,	0,11	0,049	0,333	<u>0,1</u> 0,7	<u>0,3</u> 1	<u>0,7</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1,3</u> 1

Примітка: У таблиці наведені значення K₇ у чисельнику – K₇^I (для первинної хмари), у знаменнику – K₇^{II} (для вторинної хмари).

Тривалість вражаючої дії сірчистого ангідриду 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.

Таблиця 7.3 - Значення коефіцієнту K₄ залежно від швидкості вітру

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

Таблиця 7.4 - Значення коефіцієнту K_м залежно від впливу характеру місцевості

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

Розраховуємо тривалість вражаючої дії T (год.) сірчистого ангідриду:

$$T = h \cdot \rho / (K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{II}) + 1 / (K_m \cdot v_{II}) = 0,05 \cdot 1,462 / (0,049 \cdot 1 \cdot 1) + 1 / (0,2 \cdot 6) = 1,49 + 0,83 = 2,3 \text{ год.} = 2 \text{ год.} 18 \text{ хв.},$$

де: $K_2 = 0,049$ – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей сірчистого ангідриду (таблиця 7.2);

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

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

$K_m = 0,2$ – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари сірчистого ангідриду (таблиця 7.4);

$v_{\text{п}} = 6$ – швидкість перенесення переднього фронту зараженого повітря, км/год. (таблиця 7.5).

Таблиця 7.5 - Швидкість (км/год.) перенесення $v_{\text{п}}$ переднього фронту хмари зараженого повітря залежно від швидкості вітру

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

Розраховуємо еквівалентну кількість сірчистого ангідриду $Q_{\text{с2}}$ (т) у вторинній хмарі:

$$Q_{\text{с2}} = (1-K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{\text{II}} \cdot Q_0 / (h \cdot \rho) = 0,89 \cdot 0,049 \cdot 0,333 \cdot 1 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 5 / (0,05 \cdot 1,462) = 0,22 \text{ т,}$$

де: $K_1 = 0,11$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (таблиця 8.2);

$K_3 = 0,333$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози сірчистого ангідриду (таблиця 7.2);

$K_5 = 0,23$ – коефіцієнт, який враховує ступень вертикальної стійкості повітря для ізотермії;

$K_6 = N^{0,8} = 1^{0,8} = 1$ – коефіцієнт, що залежить від часу N , що пройшов з

моменту початку аварії; за умовами завдання $N=1$ год.

4) Визначення глибини і площі зони зараження

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

Таблиця 7.6 - Глибина (км) зони зараження

Швидкість вітру, м/с	Еквівалентна кількість СДОР, т								
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20
1 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

Для $Q_{91} = 0,05$ т та швидкості вітру $u = 0,5$ м/с визначаємо глибину зони зараження первинною хмарою сірчистого ангідриду: $\Gamma_1 = 0,85$ км.

Для $Q_{92} = 0,22$ т та швидкості вітру $u = 0,5$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою сірчистого ангідриду: $\Gamma_2 = 1,82$ км.

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 1,82 + 0,5 \cdot 0,85 = 2,25 \text{ км},$$

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

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

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

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

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{matrix} \right\} = 2,25 \text{ км.}$$

Визначаємо площу зони можливого зараження S_v (км²) хмарою сірчистого ангідриду :

$$S_B = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^0 = 3,14 \cdot 2,25^2 \cdot 360^0 / 360^0 = 15,9 \text{ км}^2 ,$$

де: $\Gamma = 2,25$ – розрахункова глибина зони зараження, км;

$\varphi = 360^0$ – кутовий розмір зони зараження, град (таблиця 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

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

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

Визначаємо площу зони фактичного зараження S_ϕ (км²):

$$S_\phi = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 2,25^2 \cdot 1^{0,2} = 0,67 \text{ км}^2 ,$$

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

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

Територія можливого хімічного зараження умовно представляє собою коло, що має кутовий розмір $\varphi = 360^\circ$ (таблиця 7.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 2,25$ км. Центр кола співпадає з джерелом зараження - місцем розливу сірчистого ангідриду.

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

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ_1 (км):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_1} \right)^\Psi = 3,73 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{0,27}{6} \right)^{0,606} = 0,11 \text{ км},$$

де: $\lambda = 3,73$; $\Psi = 0,606$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (таблиця 8.8);

$Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0,05 + 0,22 = 0,27$ – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару, т;

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

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

$$\Gamma_{0,41} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,41}} \right)^\Psi = 3,73 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{0,27}{2,4} \right)^{0,606} = 0,2 \text{ км},$$

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):

$$\Gamma_{0,21} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,21}} \right)^\Psi = 3,73 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{0,27}{1,2} \right)^{0,606} = 0,3 \text{ км},$$

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

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 2,25$ км.

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

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

$$t = x / (K_M \cdot v_{\text{п}}) = 0,6 / (0,2 \cdot 6) = 0,5 \text{ год.} = 30 \text{ хв.},$$

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

8.1.3. Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження території порту показала, що в результаті інциденту утворюється небезпечна зона глибиною до 2,25 км. Судно-контейнеровоз «NYK Orpheus» потрапляє в зону легких уражень. Хмара зараженого повітря досягне судна через 30 хв. Час дії вражаючих концентрацій хмари зараженого повітря – 2год. 18хв.

Для зменшення можливих втрат серед екіпажу судна пропонуються наступні заходи:

- оголосити хімічну тривогу та повідомити екіпаж судна про небезпеку;
- терміново припинити усі роботи на судні та протягом 15 хв. підготуватися до евакуації людей за межі території небезпечної зони;
- евакуацію людей проводити у напрямку в сторону від руху хмари зараженого повітря на безпечну відстань;
- членам екіпажу, що не встигнуть евакуюватись, потрібно укритися всередині надбудови судна (максимально герметизувати усі приміщення в надбудові судна, де може укритися екіпаж судна; використати наявні на судні дихальні апарати, при цьому забезпечити контроль часу знаходження людей в апаратах; підготуватися до надання першої медичної допомоги постраждалим; зв'язатися з аварійними службами порту та запросити допомогу; підготувати людей, що укрилися в надбудові судна, до можливої евакуації);
- заборонити знаходження людей в небезпечній зоні та на відкритій палубі судна протягом часу дії вражаючих концентрацій СДОР.

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

- Записати докладно попередження про загрозу теракту (якщо воно було) . У судновому журналі відображати всі заходи по забезпеченню безпеки до закінчення дозволу надзвичайної ситуації.
- негайно доповісти капітану і ОКС;
- Оголосити загальносуднову тривогу;
- Задраїти і закрити на замки всі приміщення на палубах;

- Створити на судні зони безпеки, визначені Планом охорони судна і діяти у відповідності з Планом;
- Забезпечити зорове спостереження і суворий пропускний режим.
- Встановити зв'язок і взаємодію з Посадовою особою портового засобу, відповідальною за охорону, і портовою владою;
- Тримати каюти членів екіпажу і ілюмінатори в каютах постійно закритими.
- Забезпечити спостереження за сторонніми особами, які перебувають на борту, виключити їх вільне переміщення по судну;
- Здійснювати постійний контроль за вантажно-розвантажувальними роботами, при перерві в роботах і по їх закінченню провести ретельний огляд трюмів, палуб і закриття люків;
- З настанням темного часу доби забезпечити освітлення палуб і бортів судна, підняти трап, перевірити відсутність з бортів і корми звисаючих кінців, виставити додаткові спостережні пости, регулярно перевіряти, як задраєні і розкріплені зсередини всі двері і люки, що ведуть у коридори надбудови.

ВИСНОВОК

Дана робота виконана на тему «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Kleven» за маршрутом Чарльстон – Альхесірас». Метою даної роботи було ретельне і докладне вивчення і опрацювання рейсу на всіх етапах планування та безпосередньо його проведення. Особливу увагу при плануванні і опрацювання приділялася безпеки плавання, економічності та охорони навколишнього середовища.

У процесі опрацювання навігаційного переходу були обрані безпечні курси плавання відповідно до пори року. За каталогом карток, книг і посібників з маршрутами проведений підбір необхідної літератури.

Вироблено розміщення вантажів з трюмами, виконані розрахунок і перевірка статичної і динамічної остійності за вимогами ІМО. Проведена перевірка подовжньої міцності судна.

У дослідницькому розділі розглянуто питання «Оптимізація попиту на якірні стоянки порту на основі теорії масового обслуговування та цифровізації портової інфраструктури». Завдяки стратегії «The Belt and Road» масштаб будівництва порту став більшим. Якірна стоянка, як акваторія в порту для безпечної стоянки суден, укриття від вітру, перевірки митного кордону, карантину, завантаження та розвантаження вантажів і проведення ліхтерних операцій, є не тільки дуже важливим портовим ресурсом, але й незамінним частина реалізації ініціативи «The Belt and Road».

Розраховані кількісні і якісні економічні показники роботи судна в рейсі і виконано їх порівняльний аналіз за рейс і за експлуатаційний період.

Також проведено прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту. Виконана робота дозволила підсумувати курс теоретичної і практичної підготовки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки для виконання магістерської роботи / Укл. І.І. Ворохобін та ін. –Одеса: НУОМА, 2023. – 96 с.
2. Забезпечення навігаційної безпеки плавання [Текст]: навчальний посібник / В. Г. Алексішин, Л. А. Козир, С. В. Симоненко; Одеська морська національна академія. - Одеса: Фенікс; М.: ТрансЛіт, 2012. – 518 с.
3. Навігація та лоція, навігаційна гідрометеорологія, електронна картографія [Текст: Електронний ресурс]: підручник для середніх професійних освітніх навчальних закладів / В. І. Дмитрієв. - електрон. картогр. дано. – М.: Моркнига, 2012. – 312 с.
4. Практичне судноводіння [Текст]: навч. посібник / В. Г. Алексішин, В. Т. Долгочуб; Одеська морська національна академія. - 4-те вид., Випр. та дод. – О.: Фенікс, 2011. – 376 с.
5. Резолюція ІМО А.893 (21) -1999 «Посібник з планування рейсу».
6. Кондрашихін В.Т., Бердінських Б.В., Мальцев А.С., Козир Л.А. Довідник судноводія з навігаційної безпеки мореплавання. – Одеса, 1990.-167с.
7. http://shturman-tof.ru/Slovar/Slovar_01.htm
8. Конвенція та кодекс з підготовки, дипломування моряків та несення вахти (ПДМНВ-78/95) – International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, 1978/95 (STCW-78/95)
9. Рекомендації щодо організації штурманської служби на морських судах України (РІШСУ-98).-Одесса: ЮжНИИМФ, 1998.-111с.
10. Посібник з процедур на містку — Bridge Procedure Guide. - International chamber of shipping. 1998-87 p.
11. Михальчук В.В. Морехідна астрономія: конспект лекцій. - Одеса: ОНМА, 2003 - 55с.
12. D.J. House. Seamanship Techniques. Shipboard and Marine Operations. 5th Editdion. 2018. - 922 p.
13. Alan Murray. Astro Navigation From Square One To Ocean Master.- M-Y Books, 2013. - 445 p.

14. Николаєва Л. Л. Комерційна експлуатація судна: навч. [для студ. вищ. навч. зав.] / Л. Л. Николаєва. – Одеса: Фенікс, 2006. – 754 с.
15. Савчук В. Д. Технологія перевезення вантажів : підруч. / В. Д. Савчук. – Одеса: ВидавІнформ, 2008. – 335 с.
16. Мальцев А.С. Теорія та практика безпечного управління судном під час маневрування. Дис. докт. техн. наук: 05.22.16. Одеса, 2007. 395 с.
17. M. Reichel. Trim Optimisation – Theory and Practice / M. Reichel, A. Minchev & N.L. Larsen // The International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. – 2014. – Vol. 8, No. 3. – P. 388-392.
18. Правила класифікації та побудови морських суден. В 5-ти т. Том 2. – Київ: Регістр судноплавства України, 2020.
19. Довідник з теорії корабля: У трьох томах. Том 2. Статика судів. Качка судів / Под ред. Я. І. Войткунського.: Суднобудування, 1985. – 440 с.
20. Сізов В.Г. Теорія корабля: Підручник. Видання 4-те, перероблене та доповнене. – Одеса
21. How Vessel Trim Optimisation creates efficiencies [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
22. <https://www.hapag-lloyd.com/zh/news-insights/insights/2017/03/how-vessel-trim-optimisation-creates-efficiencies.html>
23. Code on Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments. Resolution A.267(85). -London: International Maritime Organization, 2008.-109 p.
24. M. Reichel. Trim Optimisation – Theory and Practice / M. Reichel, A. Minchev & N.L. Larsen // The International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. – 2014. – Vol. 8, No. 3. – P. 388-392.
25. Мальцев А.С. Теория и практика безопасного управления судном при маневрировании. Дис. докт. техн. наук: 05.22.16. Одесса, 2007.- 395 с.

26. *Алексішин В.Г., Козир Л.А., Короткий Т.Р. Міжнародні та національні стандарти безпеки мореплавання. - Одеса: Латстар, 2002. - 257 с.*
27. *Вагущенко Л.Л., Кошовий А.А. Автоматизовані комплекси судноводіння. – Київ, КВІЦ, 2000. – 292 с.*
28. *Гофман, Велінгоф, Ліхтенегер. Глобальна система позиціонування GPS. Теорія та практика. – Київ, Наукова думка, 1996.*
29. *Радіонавігаційний план України (проект). Посібник/ Баранов Г.Л., Кошовий А.А., Падалко В.Г., Скорик Є.Т., Хавило В.І. Під загальною редакцією д.т.н. Кошового А.А. – Київ, видавництво “КВІЦ”, 2002. – 77 с.*
30. *Радіонавігаційний план України (проект). Посібник/ Баранов Г.Л., Кошовий А.А., Падалко В.Г., Скорик Є.Т., Хавило В.І. під загальною редакцією д.т.н. Кошового А.А. – Київ, видавництво “КВІЦ”, 2002. – 77 с.*
31. *Кошовий В.М. Система та пристрої автоматичної ідентифікації судів - Навчальний посібник / В.М. Кошовий, А.В. Шишкін, В.І. Купровський. - Одеса: ОНМА, 2005. - 79 с.*
32. *Ming, L., Liu, J.X., Yang, S. (2017) Calculation method of anchorage demand in inland portwaters based on queuing theory. J. Transportation Systems Engineering and Information Technology, 17: 192-197.*
33. *Jiang, F.C., Zhong, Q.Y., Wang, D.F. (2017) Determination of the Best Anchor Number in Dongying Port Based on Queuing Theory. J. SHIP&OCEAN ENGINEERING, 46:191-196.*
34. *ZRNIĆ, D., DRAGOVIĆ, B., RADMILOVIĆ, Z. (1999) Anchorage- ship-berth Link as multiple server queuing system. J. Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, ASCE, 125: 232-240.*
35. *Wang, F.J. (2014) Analysis of Port Anchorage Area Demand. J. ACADEMIC, 3: 78-79.*

36. Xv, J J., Liu, D. (2012) *Queuing Models to Improve Port Terminal Handling Service*. *J. Systems Engineering*, 4: 345-351.
37. Jovanović, S., Olivella, J., Radmilović, Z. (2005) *Ship waiting time in a river port with priority servicing and limited anchorage area*. *J. Maritime Heritage and Modern Ports*, 79: 301-309.
38. Liao, H.C., Wang, W.J., Ai, Z. (2017) *Construction of ship avoiding anchorage*. *J. Watertransport management*, 39: 24-25.
39. *International safety management code (ISM Code): edition 1997 / IMO publication, ISBN 92-801-1436-0. – London.: International Maritime Organization, 1997. – 36 p.*
40. *SOLAS Consolidated text of the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974, and its Protocol of 1988: articles, annexes, and certificates – IMO – London. – 2004. – 566 p.*
41. <https://unctad.org/en/pages/> - Review of Maritime Transport 2018 (Огляд морського транспорту)
42. Вінніков В.В. Економіка підприємства морського транспорту (економіка морських перевезень): - 3 видавництва, перероб. дод. - О.: Фенікс, 2011. – 944 с., 2011. – 944 с.
43. Дем'янченко А.Г., Сотниченко Л.Л. Вдосконалення організаційно-економічного механізму управління розвитком підприємств морської галузі / кол. монографія за ред. А. Г. Дем'янченко. – Одеса: НУ «ОМА», 2017. – 325 с.
44. Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи. – Одеса: НУ «ОМА», 2017, с. 20.
45. Манільські поправки до Кодексу з підготовки і дипломування моряків та несення вахти (ПДНВ) [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896_052
46. Міжнародна конвенція щодо запобігання забруднення моря з суден (МАРПОЛ 73/78) -International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78)

47. Терновський В. Б. Методичні вказівки щодо виконання розділу дипломної роботи «Охоронні заходи та цивільна оборона на судні» / В. Б. Терновський – Одеса: НУ «ОМА», 2015. – 75 с.