

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

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра ЕКС

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА

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

Налапко Максим Миколайович

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна
RIDGEBURY JOHN ZIPSER за маршрутом Гібралтар – Ріо де Жанейро

Підпис магістранта Максим НАЛАПКО

Завідувач кафедри _____

Керівник Леонід ВАГУЩЕНКО

Рецензент _____

Нормоконтроль _____

м. Одеса
2025 рік

Магістерська робота містить 132 с., 18 рис., 56 таб., 48 використаних джерел.

У даній дипломній роботі виконано попереднє опрацювання рейсу судна т/х «Ridgebury John Zipser» з Гибралтар (порт навантаження) в Ріо де Жанейро (порт вивантаження).. Загальна протяжність переходу склала 4442,8 миль.

Дослідницький розділ присвячено аналізу основних складових системи е-Навігації та їхньої ролі в підвищенні ефективності сучасного судноводіння. Розглянуто навігаційні, комунікаційні та ідентифікаційно-моніторингові засоби, що забезпечують точне визначення місцеположення, безперервний обмін інформацією та контроль руху суден. Проаналізовано нормативні вимоги ІМО до точності навігації, технічні характеристики суднового радіобладнання, особливості функціонування AIS і LRIT, а також перспективні технології передачі даних у межах концепції е-Navigation. Показано, що інтеграція інформаційних потоків, уніфікація інтерфейсів та стандартизація навігаційних засобів істотно знижують навантаження на судноводія, підвищують безпеку плавання та оптимізують управління рухом суден у складних навігаційних умовах.

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

Також розглянуті охоронні заходи і цивільна оборона на судні.

The master's thesis contains 132 pages, 18 figures, 56 tables, 48 used sources.

This thesis provides a preliminary analysis of the voyage of the vessel "Ridgebury John Zipser" from Gibraltar (port of loading) to Rio de Janeiro (port of unloading). The total length of the crossing was 4442.8 miles.

Section examines the key components of the e-Navigation system and their contribution to enhancing the efficiency of modern maritime navigation. The chapter provides an analysis of navigational, communication, and identification/monitoring technologies that support accurate positioning, continuous information exchange, and real-time vessel traffic control. Special attention is devoted to IMO standards for positional accuracy, the technical capabilities of shipborne radio equipment, and the operational principles of AIS and LRIT systems. Emerging communication technologies and unified user interfaces, such as Wi-Max and S-Mode, are presented as essential elements of future navigation infrastructure. The study demonstrates that the integration of standardized data, advanced communication channels, and automated decision-support systems significantly reduces navigational risks, mitigates human-factor errors, and improves the situational awareness of both onboard personnel and shore-based authorities. As a result, e-Navigation establishes a unified digital environment that enhances maritime safety, optimizes vessel traffic management, and contributes to the overall modernization of global maritime transport.

The economic justification of the flight and the analysis of its quantitative and qualitative indicators were performed

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

ЗМІСТ

Вступ.....	7
РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА	9
1.1 Загальні відомості і головні розміри судна	9
1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики	10
1.3 Маневрені характеристики.....	14
1.4 Навігаційне обладнання.....	17
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ	19
2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу.....	19
2.2 Оцінка запланованого переходу	20
2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході	23
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.....	35
2.3.1 Розрахунок ортодромії.....	35
2.3.2 Складання маршрутних листів	37
2.3.3 Графічний план переходу.....	37
2.3.4 Розрахунок природної освітленості	37
2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів	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	44
3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна.....	49
3.4 Складання вантажного плану.....	54

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу	56
РОЗДІЛ 4 ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА.....	58
4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна	58
4.2. Розрахунки посадки і початкової остійності.....	63
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 РОЛЬ Е-НАВІГАЦІЇ В ПІДВИЩЕННІ ЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВОДІННЯ.....	75
5.1 Концепція Е-Навігації.....	75
5.2 Структура системи е-Навігації	83
5.3 Складові частини системи е-Навігації і її роль в підвищенні ефективності судноводіння.....	93
РОЗДІЛ 6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ.....	106
6.1 Аналітичний огляд фрахтового ринку танкерного флоту	106
6.2 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі	107
6.3 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу	114
РОЗДІЛ 7 ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ	117
7.1. Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту.....	117
Висновок	126
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	128

ВСТУП

Сучасні тенденції цифровізації морського транспорту зумовлюють необхідність інтегрованого підходу до управління навігаційними процесами. У межах концепції е-Навігації сформовано комплекс технологічних, організаційних та інформаційних рішень, спрямованих на забезпечення високої точності визначення місця, ефективності комунікацій і достовірності даних щодо руху суден. Розділ 5.3 демонструє, що впровадження е-Навігації є стратегічно важливим етапом розвитку сучасного морського транспорту, спрямованим на підвищення безпеки, ефективності та стійкості судноплавства. Аналіз навігаційних, комунікаційних та ідентифікаційних засобів показує, що завдяки їх комплексній інтеграції створюється новий рівень інформаційної підтримки судноводія, у якому поєднуються автоматизація, стандартизація та інтелектуальний аналіз даних.

Важливим досягненням є суттєве підвищення точності та цілісності навігаційної інформації, що забезпечується за рахунок використання високоточних GNSS-систем, ECDIS, INS, а також резервування ключових каналів зв'язку та датчиків. Це дозволяє мінімізувати помилки, пов'язані з людським фактором, та підвищити ефективність маневрування судна у складних навігаційних умовах.

Комунікаційні засоби, включаючи GMDSS, супутниковий зв'язок та перспективні технології типу Wi-Max, забезпечують безперервне інформаційне поле між судном і береговими структурами, створюючи умови для оперативного реагування на зміну навігаційної обстановки. Удосконалення обміну даними підсилює можливості пошуково-рятувальних операцій, оптимізує транспортну логістику та забезпечує більшу прозорість руху суден.

Системи ідентифікації та моніторингу, зокрема AIS та LRIT, формують багаторівневу модель спостереження за морським рухом, що дає змогу береговим службам, портовим адміністраціям та екіпажам суден завчасно

виявляти потенційно небезпечні ситуації. Це сприяє попередженню зіткнень, зниженню ризиків аварій та зміцненню охорони морських просторів.

Розвиток уніфікованих інтерфейсів, таких як S-Mode, робить навігаційні системи зрозумілими незалежно від виробника, що значно спрощує навчання персоналу та підвищує рівень взаємозамінності судноводіїв. Це є критично важливим для глобалізованого флоту, де екіпажі змінюються між судами з різним обладнанням.

У комплексі впровадження е-Навігації забезпечує:

- суттєве скорочення навігаційних ризиків;
- підвищення ефективності рейсового планування;
- зниження навантаження на вахтовий персонал;
- удосконалення логістичних процесів та управління рухом суден;
- формування єдиного інформаційного середовища «судно–берег–інфраструктура».

Таким чином, е-Навігація є фундаментальним елементом цифрової трансформації морської індустрії та формує передумови для створення більш безпечного, екологічно дружнього та технологічно інтегрованого судноплавства майбутнього.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

1.	Назва судна	Ridgebury John Zipser
2.	Тип судна	Tanker
3.	Позивний сигнал судна	3E5246
4.	ІМО	9416422
5.	MMSI	538005445
6.	Рік і місце побудови	2009 HYUNDAI SAMHO HEAVY INDUSTRIES CO. LTD. — ІНЧХОН, ПІВДЕННА КОРЕЯ.
7.	Клас Регістру	DET NORSKE VERITAS
8.	Порт приписки	HALIFAX
9.	Судновласник	ТАНКЕРИ РІДЖБЕРІ - ВЕСТПОРТ, Коннектикут, США (США)
10.	Менеджмент	BSM КІПР - ЛІМАСОЛ, КІПР
11.	Довжина найбільша L (м)	274,19
12.	Довжина між перпендикулярами L _П	264
13.	Ширина найбільша B (м)	50
14.	Висота борту до верхньої палуби H (м)	23,10
15.	Найбільша осідання T (м)	T _{тр} = 17,528; T _л = 17,171; T _з = 16,814
16.	Осадка T (м) в повному вантажу и порожньому	T _{max} = 17,528; T _{min} = 6,07
17.	Водотоннажність (т) в повному вантажу Δ порожньому Δ _о	195456 26279,50
18.	Повна вантажопідйомність Δ _w (т)	169175
19.	Головний двигун: тип: потужність: частота обертання:	B&W 6S70MC-C 18660 kW × 91 min
20.	Режим роботи головного двигуна	повний вперед - 76 об / хв; малий вперед -

		47 об / хв; найменший вперед - 30 об / хв; найменший тому - 30 об / хв; малий назад -47 об / хв; повний назад - 68 об / хв;
21.	Швидкість судна	14,2 / 15,3
22.	Гребний гвинт: Кількість лопастей: Діаметр та крок гвинта (м) Дискове відношення: Напрямок обертання:	4 (0.7P) - 8,200 мм × 5,811 0.7087 праве
23.	Тип руля і площа його пера (м ²)	напів-збалансований, S = 65,199
24.	Тип стернової машини: Підрулюючий пристрій:	аксіально-поршневий насос +1200 RPM 90 kW
25.	Суднова радіостанція: Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району A1, A2, A3, A4 та включає в себе:	Furuno FM-8800S VHF GMDSS DSC
26.	Валова реєстрова місткість (GRT)	84735
27.	Чиста реєстрова місткість (NRT)	54305
28.	Добова витрата палива: На ходу: важке паливо (HFO) На стоянці: дизельне паливо (DO)	60 (в вантажу), 45 (в баласті) 12
29.	Координати центру мас порожнього судна	Z = 12,31 X = - 9,28 м

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики

Схематичне креслення бічного виду судна наведено на рис. 1.1;

План верхньої палуби із зазначенням розміщення вантажних стріл і кранів, їх вантажопідйомності в робочій зоні, включаючи винесення за борт, наведено на рис. 1.2;

Вантажна шкала представлена на рис.1 3;

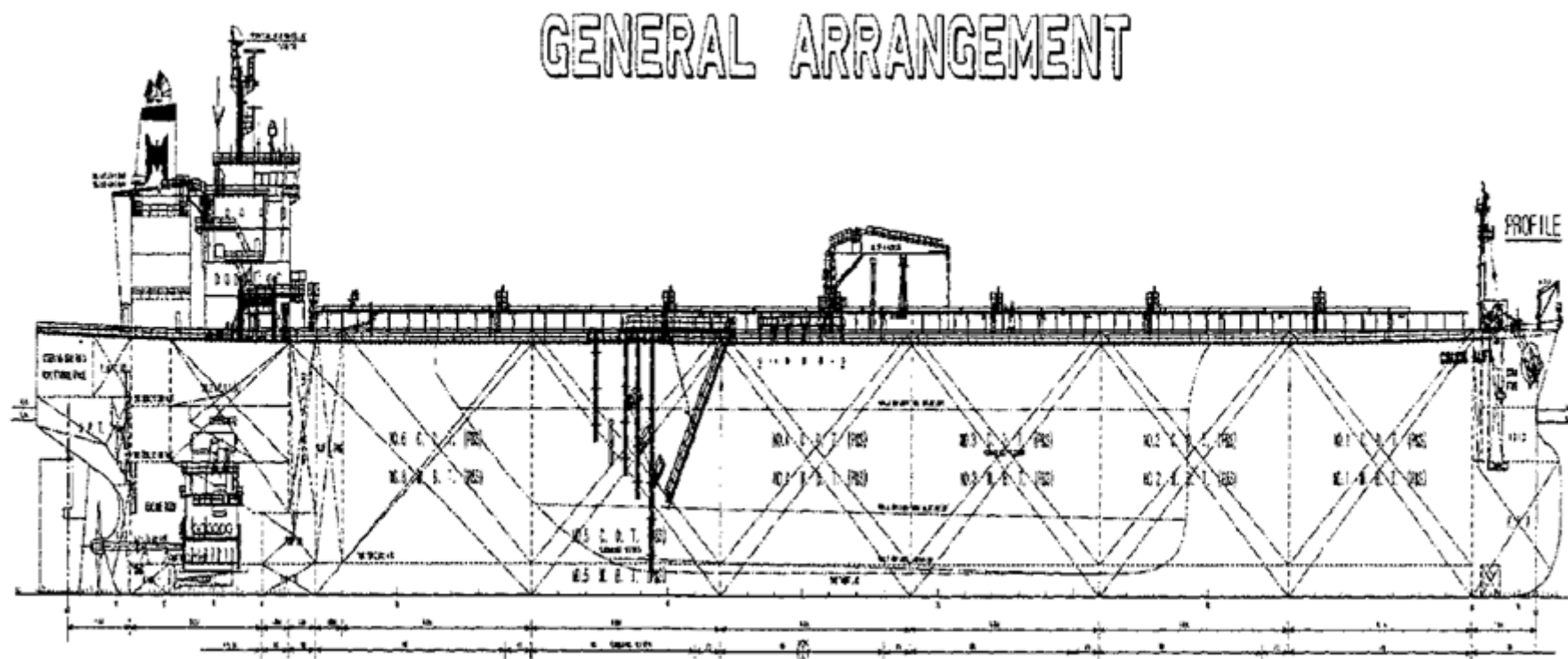


Рисунок 1.1 - Схематичне креслення бічного виду судна

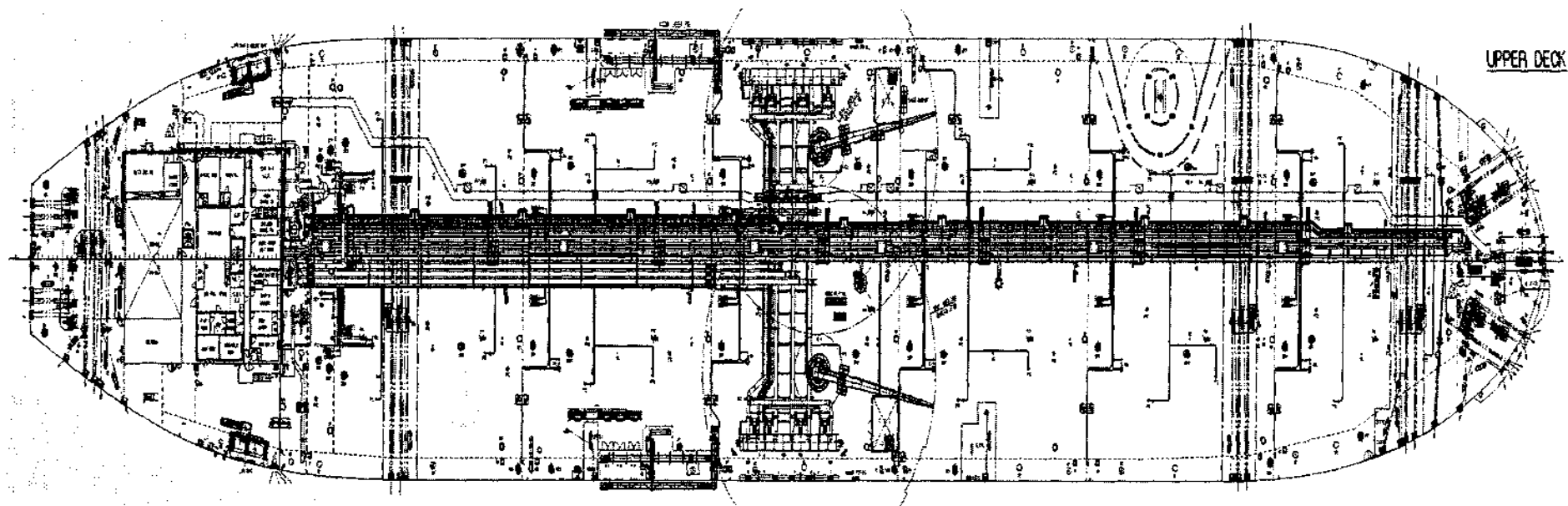


Рисунок 1.2 - План верхньої палуби судна

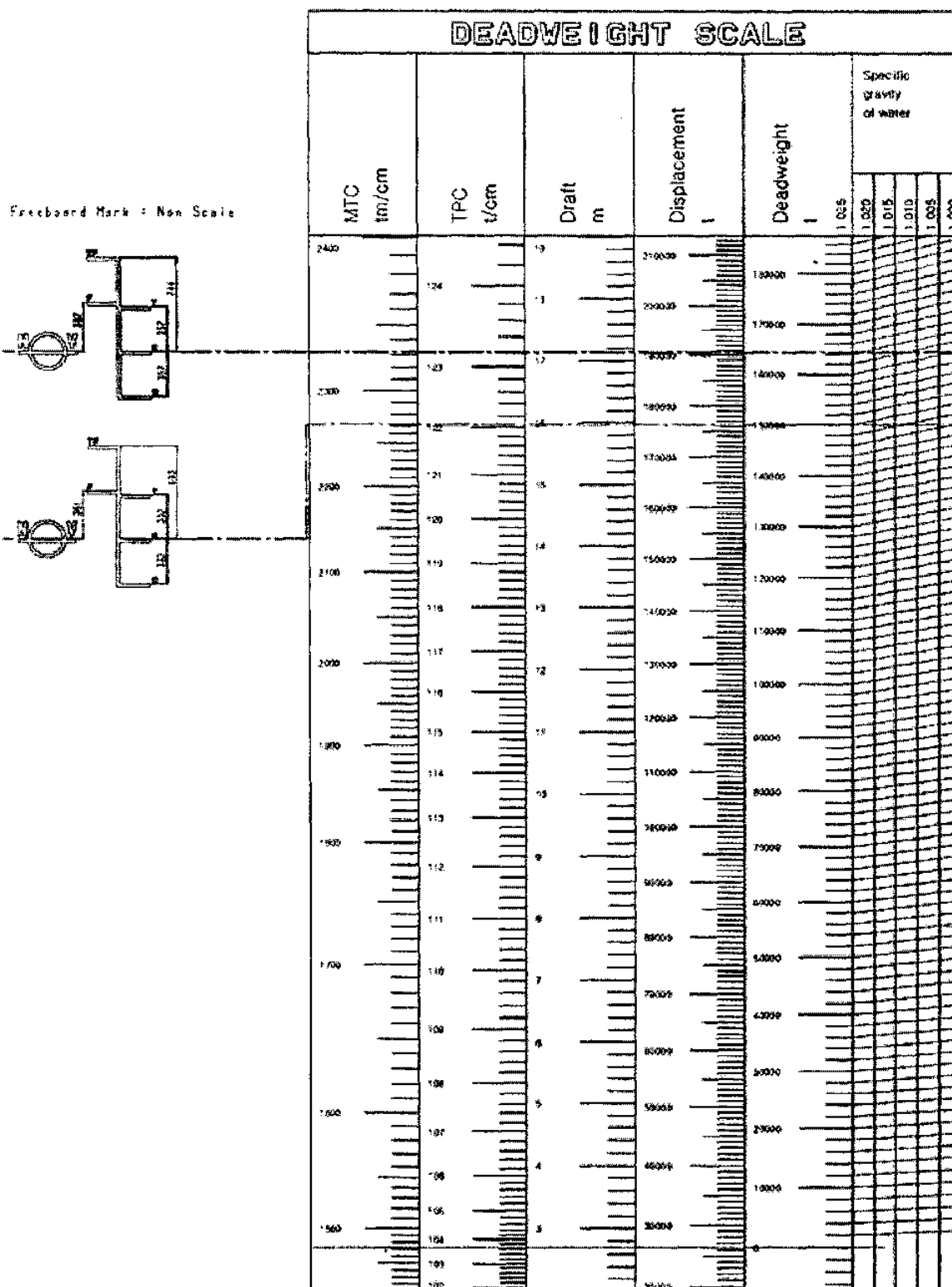


Рисунок 1.3 - Вантажна шкала

SHIP'S PARTICULARS:				PORT: HALIFAX in/out	
Name: RIDGEBURY JOHN ZIPSER		Flag: Marshall Islands		Call sign: 3E5246	
Displacement: 176268 tonnes		Deadweight: 149999 tonnes		year built: 2009	
Length OA: 274.19 (m)		Breadth: 50 (m)		Bulbous bow: yes	
Draught fwd: - (m)		Draught aft: - (m)		Draught amidships: - (m)	
Port anchor: 357.5 (shackles)		Stbd anchor: 358 M (shackles); (1 shackles = 27.5m)			

loaded: - m

Ballast: - m

Freeboard: - m

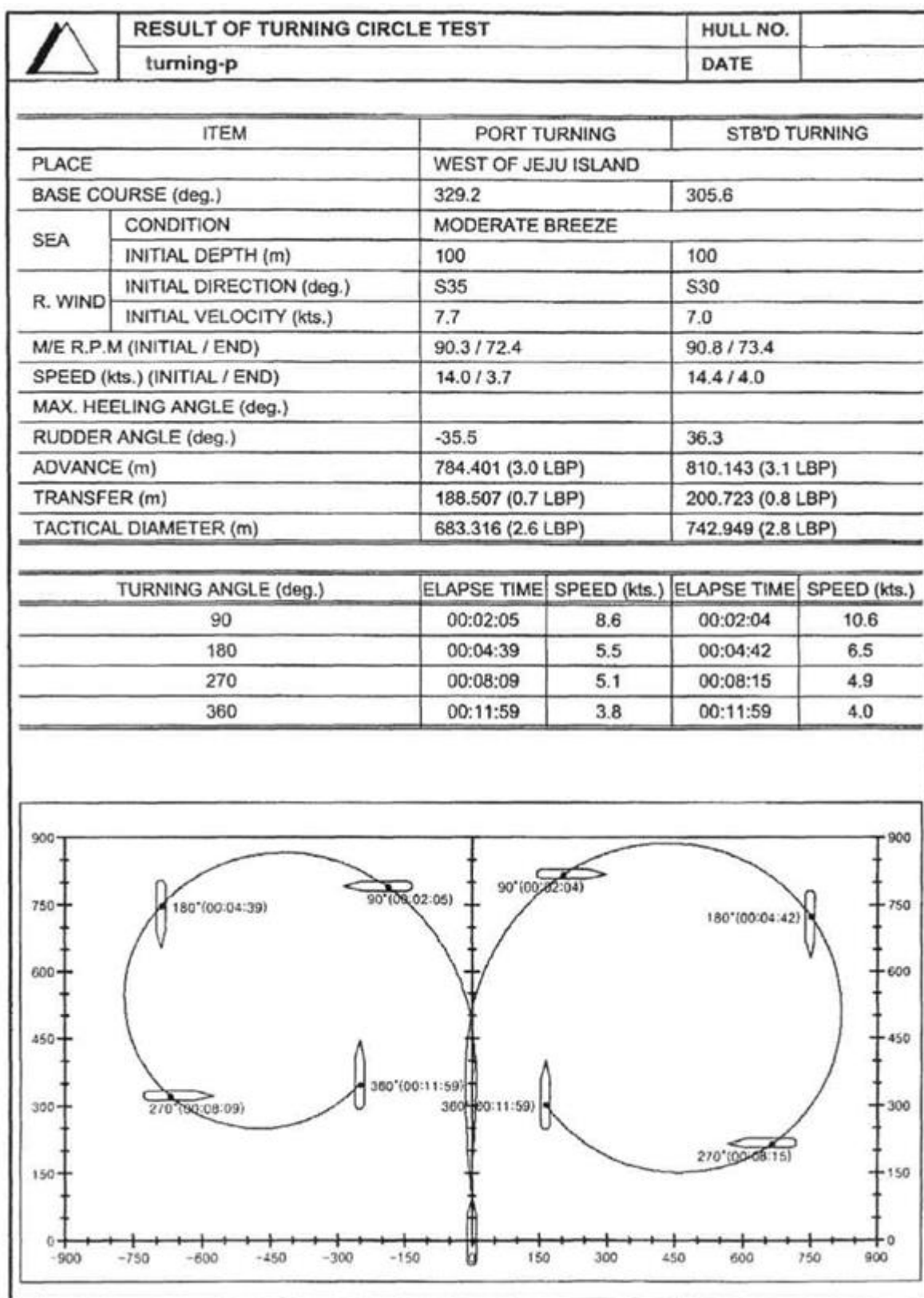
ENGINE:					
Type: DIESEL		Maximum power: 18660 kW		(HP)	
	rpm / pitch	loaded speed	ballast speed		
full ahead	76	12.7 kts	14.2 kts	Engine critical rpm: 36-44	
half ahead	61	10.2 kts	11.4 kts	Max.No of consecutive starts: 23	
slow ahead	47	7.8 kts	8.8 kts		
Dead slow ahead	30	6.2 kts	6.4 kts		
Dead slow astern	30				
slow astern	47				
half astern	61				
full astern	68	81 (% of full ahead power)		Time limit astern: No limits (min)	
				Time full ahead to full astern: 320 (sec)	

STEERING:					
Rudders: 1 (number)		SEMI-BAL (type)		35 maximum angle	
Time hard-over to hard-over: 25 sec		Rudder angle for neutral effect: 0°			
Propellers: 1 (number)		Direction of turn: RIGHT		Controllable pitch: NO	
Thrusters: NIL (number)		Bow power: (kW/HP)		Stern power: (kW/HP)	
Steering peculiarities:					

EQUIPMENT CHECKED & READY FOR USE:					
Anchors	☐	Cleared away	☐	VHF	☐
X-Band radar	☐	ARPA	☐	Flags	☐
S-Band radar	☐	ARPA	☐	Whistle	☐
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:

Рисунок 1.4 - Лоцманська картка



Hyundai Samho Heavy Industries Co., Ltd.

Рисунок 1.5 – Криві циркуляції

1.4 Навігаційне обладнання

Таблиця 1.3 - Склад навігаційного обладнання на містку

No	Прилад	Тип, марка	Виробник	Кіл-сть	Стан
1	RADAR No1	RL150X-Band	FURUNO		V.GOOD
2	RADAR No2	RL150S-Band	FURUNO		V.GOOD
3	ECDIS	FMD-3200	FURUNO	2	V.GOOD
4	NAVIGATION	NDC-1092	KONGSBERG		V.GOOD
6	GPS No1	GP-32	FURUNO		V.GOOD
7	GPS No2	GP-32	FURUNO		V.GOOD
8	CONNING DISPLAY	NWU-198	FURUNO		V.GOOD
9	ECHO SOUNDER	FE-800	FURUNO		V.GOOD
10	SPEED LOG	LOGDS-80	FURUNO		V.GOOD
11	GYRO COMPASS	GY-700	FURUNO	2	V.GOOD
12	AUTOPILOT	PT500A-H-T2	KONGSBERG		V.GOOD
13	MAGNETIC COMPASS	NAVIPOLIV	Riken-Keiki		V.GOOD
14	WIND INDICATOR	WI-6206	FURUNO		VGOOD
15	UPS	ESCORT-1000	FURUNO		V.GOOD
16	CONSOLE	7EZNB0003	KONGSBERG		V.GOOD
17	FACSIMILE RECEIVER	FAX-410	FURUNO		V.GOOD
18	MASTER CLOCK	SSC-MQ1	FURUNO		V.GOOD
19	GMDSS VHF	FM-4721	FURUNO	3	VGOOD
20	NAVTEX RECEIVER	NX-700B	FURUNO		V.GOOD
21	GMDSS SATCOM C	JUE-75C	FURUNO		V.GOOD
22	MF/HF RADIO EQUIPMENT	FS-1575	FURUNO		V.GOOD
23	406MHZ SATELLITE EPIRB	JQE-3A	FURUNO		V.GOOD
24	SART	JQX-30A	FURUNO	2	V.GOOD
25	GMDSS PORTABLE W/T	JHS-7	FURUNO	3	V.GOOD
26	AIS	FA-150	FURUNO		V.GOOD
27	INM-B FAX	OKIFAX-460	FURUNO		V.GOOD
28	INM-B TELEFAX	PCU9000	FURUNO		V.GOOD
29	INM-B TELEPHONE	FELCOM-19	FURUNO		VGOOD
30	INTERSHIP WALKIE TALKIES	HX290	MOTOROLA, VERTEX	4	V.GOOD
31	PUBLIC ADRESS SYSTEM	MPA-3000	MPC		VGOOD
32	FIRE CONTROL PANEL	SG-6800	FURUNO		V.GOOD
33	DAYLIGHT SIGNAL LAMP	DDS-84A	FURUNO		V.GOOD
34	COURSE RECORDER	KR100A	FURUNO		V.GOOD

На плані навігаційної палуби (рис. 1.6) наведено перелік навігаційного обладнання, пронумерованого відповідно до табл. 1.3.

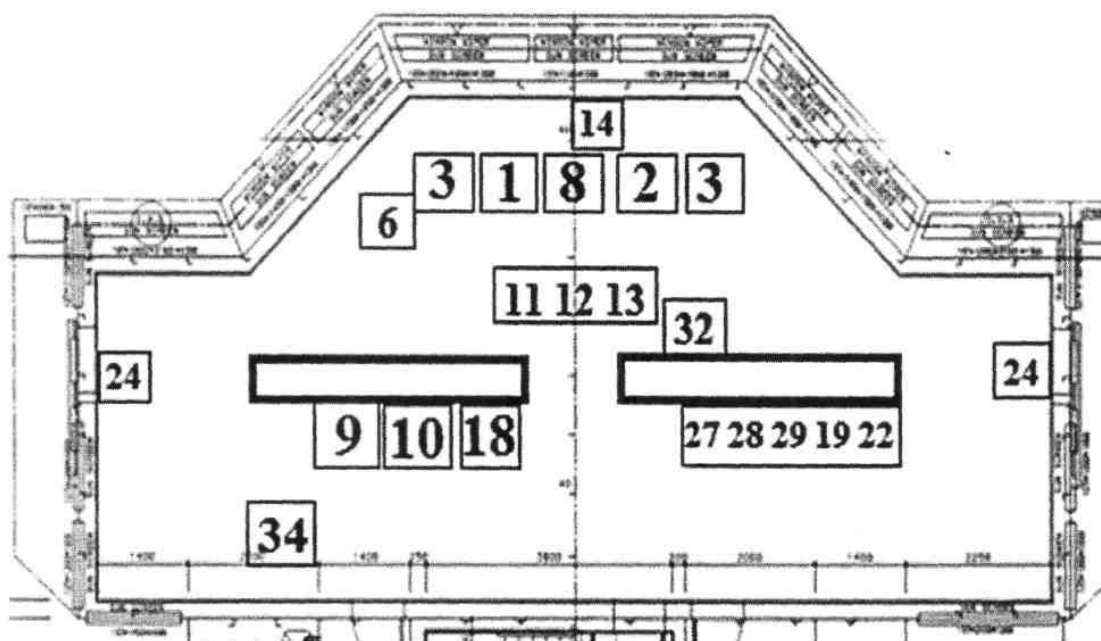


Рисунок 1.6 - План навігаційної палуби

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

Планування переходу виконують від початкової до кінцевої точки руху судна (від причалу до причалу), незалежно від того, буде чи ні на борту лоцман. Резолюція Міжнародної морської організації (ІМО) А. 285(VII), Додаток А(V) і Міжнародна Конвенція з підготовки, дипломування моряків та несення вахти (ПДНВ-78/95) підтверджують, що незважаючи на обов'язок лоцмана виконувати безпечну проводку судна на складних у навігаційному відношенні ділянках плавання, капітан та його помічники зобов'язані забезпечити безпечне плавання судна на всьому протязі переходу, незалежно від перебування лоцмана на борту.

Вимоги та рекомендації щодо планування переходу містяться в наступних 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.

Навігаційні карти підбирають на весь перехід і складають по порядку відповідно до відповідно користування ними. Генеральні карти, довідкові та допоміжні складають окремо.

Всі карти і гідрографічні видання коригують аж до останнього Повідомлення мореплавцям, який отримують на судно. Враховують і використовують для коректури всі навігаційних-організаційні попередження, отримані з будь-яких джерел. На переході продовжують коректуру карт з навігаційних попереджень, одержуваним по радіо.

При плануванні трансокеанського переходу або плавання у відкритих водах обирають шлях з урахуванням оцінки майбутніх метеорологічних умов (клімату, погоди). Розраховують і порівнюють плавання по ортодромії і локсодромії. Для вибору шляху використовують рекомендовані маршрути. Визначають відстань між портами, розраховують на перехід (з урахуванням штормового запасу) необхідну кількість бункера, мастил, води, технічного постачання, провізії.

Прибережне плавання і плавання в обмежених водах вимагають значно більшої уваги. Шлях вибирають в стороні від небезпек з урахуванням систем поділу руху. Приймають до уваги національні вимоги та обмеження при проходженні територіальних вод. Вибирають, яким з проходів слідувати, якщо є така можливість, наприклад, при проходженні архіпелагу з декількома проходами. Вирішують, чи потрібно брати лоцмана, якщо є така альтернатива. Враховують час проходку найбільш складних ділянок, освітленість на це час, дія приливних течій і т. д.

Існують чотири стадії планування безпечного переходу:

I. Appraisal (Оцінка).

II. Planning (Планування).

III. Execution (Виконання).

IV. Monitoring (Контроль).

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

2.2 Оцінка запланованого переходу

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

Відомості про 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	4014	North Atlantic Ocean - Eastern Part	07. 2020
	4020	South Atlantic Ocean - Western Portion	04. 2020
	4104	Lisboa to Freetown	06 2021
	4215	Recife to Dakar	06 2020
	4202	East Coast of South America	06. 2020
	4201	South East Coast of South America	10. 2020
Путьові, часні карти та плани	45	Gibraltar Harbour	11. 2020
	144	Gibraltar	11. 2015
	142	Strait of Gibraltar	11. 2018
	91	Cabo de Sao Vicente to the Strait of Gibraltar	11. 2018
	1831	Arquipelago de Madeira	05. 2019
	3132	Strait of Gibraltar to Arq. De Madeira	04. 2020
	3133	Casablanca to Islas Canarias	05. 2019
	3134	Islas Canarias to Nouakchott	05. 2019
	366	Arquipelago de Cabo Verde	02. 2022
	3135	Nouakchott to Bissau and Cabo Verde	05. 2017
	3975	Eonta Aci da Torre to Santos	09. 2018
	529	Recife to Cabo de Sao Tome	04. 2020
	3971	Cabo de Sao Tome to Rio de Janeiro	09. 2018
	553	Approaches to Baia de Guanabara	06. 2014
	566	Baia de Guanabara	12. 2018
Д о д	5006	The World Time Zone Chart	2021

	5308	The World Sailing Ship Routes	2011
	5309	World General Surface Current Distribution	2016

Продовження таблиці 2.1

Допоміжні карти	5375	Magnetic variation. 2015 and Annual rates of Change - North Atlantic Ocean and Mediterranean Sea	2020
	D6083	The World Load Line Regulations	2018
	5124(9)	North Atlantic Ocean Routeing chart September	2021

Таблиця 2.2 – Перелік публікацій на перехід

NP No	TITLE
SAILING DIRECTIONS	
45	Mediterranean Pilot Vol 1
1	Africa Pilot, Vol 1
5	South America Pilot, Vol 1
ADMIRALTY LIST OF LIGHTS AND FOG SIGNALS	
78	Volume E, Mediterranean, Black and Red Seas
77	Volume D, South Europe – Atlantic Coast and Africa
80	Volume G, Western side of South Atlantic Ocean and East Pacific Ocean from Cabo Orange to Point Baitow, and Hawaiian Islands
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
-----	-------------------------------------

Продовження таблиці 2.2

285	Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS)
286(2)	Part 2, Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations: Europe
286(5)	Part 5, Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations: Americas and Antarctica
288	Satellite Navigation Systems
ADMIRALTY TIDE TABLES	
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 (4 th 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 міжнародна служба безпеки SafetyNET, яка є складовою частиною GMDSS. Структура SafetyNET і завдання, які вирішуються службою, викладені в керівництві IMO International SafetyNET Manual.

Служба SafetyNET передає на судна навігаційні та метеорологічні попередження, метеопрогнози, повідомлення про лихо, дані з коректури карт і іншу термінову інформацію.

Інформація з безпеки мореплавства надходить в SafetyNET від безлічі офіційних постачальників інформації, зареєстрованих ІМО, основним з яких є Всесвітня служба навігаційних попереджень (ВСНП), статус і завдання якої визначені прийнятою Резолюцією ІМО Асамблеї А. 419(XI).

Передачі ІБМ здійснюються англійською мовою. Повідомлення SafetyNET від офіційних постачальників інформації приймаються та обробляються на береговій станції автоматично. Найбільш важливі повідомлення повторюються через 6 хв після першої передачі. Мікропроцесор приймача забороняє повторний друк повністю правильно прийнятих повідомлень.

Для отримання ІБМ в приймач повинен бути введений номер НАВАРЕА (при бажанні можна організувати прийом повідомлень і для сусіднього району; для цього достатньо ввести через кому два номери районів НАВАРЕА, інформацію по яким необхідно приймати). Приймач не може перебувати у стані, коли немає ніякого номера району НАВАРЕА. Якщо номер не введений вручну, він буде проставлений автоматично за координатами судна. Якщо координати судна не оновлюватися протягом 24 годин, то автоматично введений номер НАВАРЕА буде анульовано і приймач почне здійснювати прийом інформації мережі SafetyNET по всьому океанського району, допустимим даними супутником.

Крім повідомлень НАВАРЕА на судні організовується прийом ІБМ по мережі NAVTEX. NAVTEX (навігаційний телекс) - це міжнародна автоматизована система передачі навігаційних та метеорологічних попереджень і термінової інформації, що відноситься до вод на відстані до 400 миль від

берега. Прийом здійснюється автоматично з допомогою окремої, жорстко налаштованого середньохвильового приймача з приставкою для букводрукування. Для прийому інформації мережі NAVTEX в приймач повинні бути внесені умовні позначення потрібних станцій, умовні позначення вибраних судноводієм видів навігаційної інформації.

Необхідно проаналізувати, описати та систематизувати навігаційну інформацію, що передається за допомогою GMDSS та факсимільних гідрометеорологічних карт.

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 п/п	Радіо / станція	Позначення та кордон карти.	Зміст передачі	Година передачі
1	Athinai (Greece)	A. 1: 15 000 000 49°N 23°W 45°N 42°E 23°N 7°W 21°N 35°E	A. Surface Analysis 24 hour Surface Prognosis 48 hour Surface Prognosis	0845(06) 0857(06) 0909(06)
		B. 1: 15 000 000 54°N 3°W 40°N 44°E 33°N 3°W 25°N 31°E	B. 30, 36, 42, 48 hour Wave Height Prognosis (Mediterranean Sea)	0921(12) 0545(00)
2	Dakar	C. 1:25 000 000 40°N 30°W 40°N 33°E 20°S 30°W 20°N 33°E	C. Significant Weather Prognosis	1745(12) 2345(18) 1145(06) 1745(12)
3	Rio de Janeiro	1:20 000 000 10°N 85°W 10°N 5°W 35°S 85°W 35°S 5°W	Surface Analysis Sea Surface Temperature	1830(12) 0745(00) 1745(00)

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	Mediterranean Sea	III	Tarifa [G] Valencia [X]	Spain
2	Atlantic Ocean (Africa)	II	Madeira [M,P]	France
3	Atlantic Ocean (South America)	V	La Paloma [F]	Brazil

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	Gibraltar Pilots and Port	VHF	16; 14; 12; 08	Call sign, name of ship, Next port of Call, ETA/ETB
2	Rio de Janeiro Pilots and Port	VHF	16; 10;11	Call sign, name of ship, Last/Next Port of Call, Cargo, RP

Таблиця 2.6 – СУРС по маршруту переходу

№	Traffic separation scheme	Station	VHF	Reporting point description
1	Strait of Gibraltar	(Tarifa) VTS	16, 10	Gibraltar Strait, Reporting System Area
2	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro VTS	13;14; 69	Reporting System Area

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

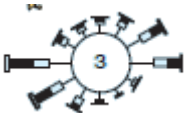
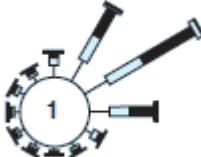
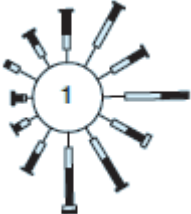
2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

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.

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

- загальна характеристика,
- атмосферний тиск і вітри,
- тропічні циклони,
- хмарність та опади,
- тумани і видимість,
- температура і вологість.

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

Характеристики за ділянками	Гібралтар			Канари			Ріо де Жанейро		
Атмосферний тиск, гПа	1016			1018			1016		
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	5			13	-	-	15	3	2
NE	4	-	-	48	7	1	18	5	2
E	16	3	1	15	-	-	16	4	1
SE	9	-	-	7	-	-	10	2	-
S	5	-	-	6	-	-	17	3	1
SW	14	4	-	6	-	-	6	-	-
W	38	7	2	4	-	-	2	-	-
NW	9	1	-	1	-	-	8	3	1
Результуючий вітер	направлення, у румбах		SW	направлення, у румбах		NE	направлення, у румбах		SE
	швидкість, м/с		6	швидкість, м/с		6	швидкість, м/с		8
Максимальна швидкість вітру, м/с	спостережена		8	спостережена		10	спостережена		12
	розрахункова		9	розрахункова		12	розрахункова		14
Повторюваність штилів, %	70			80			70		

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

Характеристики за ділянками		Гібралтар	Канари	Ріо де Жанейро
Температура повітря, °C		22	24	26
Температура води, °C		16	20	21
Відносна вологість, %		70	65	76
Повторюваність туманів, %		10	5	5
Видимість менше 2 міль		1	0	0
Хмарність, бали		5	5	4
Солоність води, ‰		36	37	36
Щільність води, г/см ³ (або кг/м ³)		1,025	1.025	1,025
Постійні течії	назва	Середземне	Канарське	Бразильське
	термодинамічна характеристика	тепле	тепле	тепле
	направлення	SW	WSW	NE
	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	7	8	7
Період хвиль, с		8	9	8

2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні

Порт Гібралтар обладнано біля східного берега бухти Альхесірас. Він є великим портом і воєнно-морською базою Великобританії, а також важливою базою постачання паливом транзитних суден, що прямують Гібралтарською протокою в обох напрямках.

Причальні споруди порту обмежені південним молем, хвилелом Детачет і північним молем. Порт має два входи: південний та північний. Південний вхід розташований між краєм А Південного молу і краєм хвилелому Детачет; глибини у вході 13,7-18,9 м. Північний вхід розташований між краєм С

хвилелому Детачет і краєм D західного коліна північного молу; глибина у вході 11,8-17,4 м-коду.

Пірс № 1 і 2 Північного молу, причали біля внутрішньої сторони західного коліна Північного молу та північна частина причалів, розташованих біля внутрішньої сторони хвилелому Детачет, зазвичай використовується суднами довжиною до 275м та осадкою до 9,6м; причали південної частини хвилелома Детачет доступні для цих суден з обмеженнями.

У середній частині порту від берега виступає три Г-подібні моли, що утворюють невеликі мілководні гавані; Корморант, допоміжну та шлюпочну. Із зовнішнього боку цих молів є причали. У порту виставляються швартовні бочки, призначені для військових кораблів та гідролітаків.

Помітні пункти. При підході до порту Гібралтар особливо зі сходу з великої відстані відкривається острів Гібралтар, у північній частині якого помітно червона гора Ель-Ачо, висотою 413м, позбавлена рослинності з округлою вершиною. У 9 кбт N від мису Європа піднімається гора Європа, висотою 416 м; на горі знаходиться циліндрична вежа. Помітна також сигнальна станція, розташована на висоті 395м в 4 кбт до N.

Глибини переважно порту 9-12,8 м; тільки в гаванях та біля берега в північно-східній частині порту глибина менше 5 м. У порту регулярно проводяться днопоглиблювальні роботи.

Якірні місця: торгові судна можуть стати на якір у будь-якому місці на захід від хвилелому Детачет, південного молу та на південь від району, забороненого для постановки на якір. Глибина на якірному місці 177 м; ґрунт-пісок, гравій, якоря тримає добре.

Мористіші за порт Гібралтар приливні течії спрямовані приблизно паралельно хвилелому Детачет. Припливна течія йде на північ, а відливна-на південь.

У трьох кбт до W від краю південного молу припливна течія починається за 5 годин до моменту повної води в порту Гібралтар, а відливний- через 1 годину 10 хв після моменту повної води в тому ж порту.

Ремонт. У порту Гібралтар розміщується великий судноремонтний завод із 4 сухими доками. Є 8 сліпів для суден водотоннажністю до 400т

Є кілька сигнальних станцій, на яких піднімаються сигнали, що регулюють рухи суден та інші сигнали. У порту є рятувальний буксир та інші буксири потужністю до 1176,8 кВт.

Портові засоби та обладнання. Порт Гібралтар має в своєму розпорядженні сучасні засоби обслуговування кораблів і суден. Є буксири та ліхтери. На набережних та молах стоять склади, прокладені залізничні колії. На причалах №39,50 є крани, вантажопідйомністю 25 тонн. На головній набережній - кран вантажопідйомністю 30 т і на пірсі № 1 кран вантажопідйомністю 50 т. Є кран для навантаження контейнерів та обладнання на судна типу ро-ро. Для вантажних операцій використовуються також ліхтери.

Лоцманська служба. При вході в порт Гібралтар і при виході з нього лоцманське проведення обов'язкове для всіх суден. Зв'язок складає УКХ, канали 12 і 16. Судна, які прямують до порту, повинні за 24 години до підходу до місця зустрічі лоцманів повідомити передбачуваний час прибуття.

Рекомендації щодо входу до порту. Перед тим, як входити в північну частину порту, треба вийти в точку, розташовану приблизно в 5 кбт до NW від північно-західного кута північного молу, а потім повернути SE.

Ріо де Жанейро. Порт обладнаний біля південно-західного берега бухти Гуанабара. Бухта захищена від усіх вітрів. Її береги порізані і облямовані мулкою, мілиною яка обсихає місцями, є багато небезпек. У порту обробляються контейнерні, генеральні і насипні вантажі. Щорічно порт приймає 1700 суден і обробляє 7500000 тонн вантажів.

Вантажна марка. Тропічна.

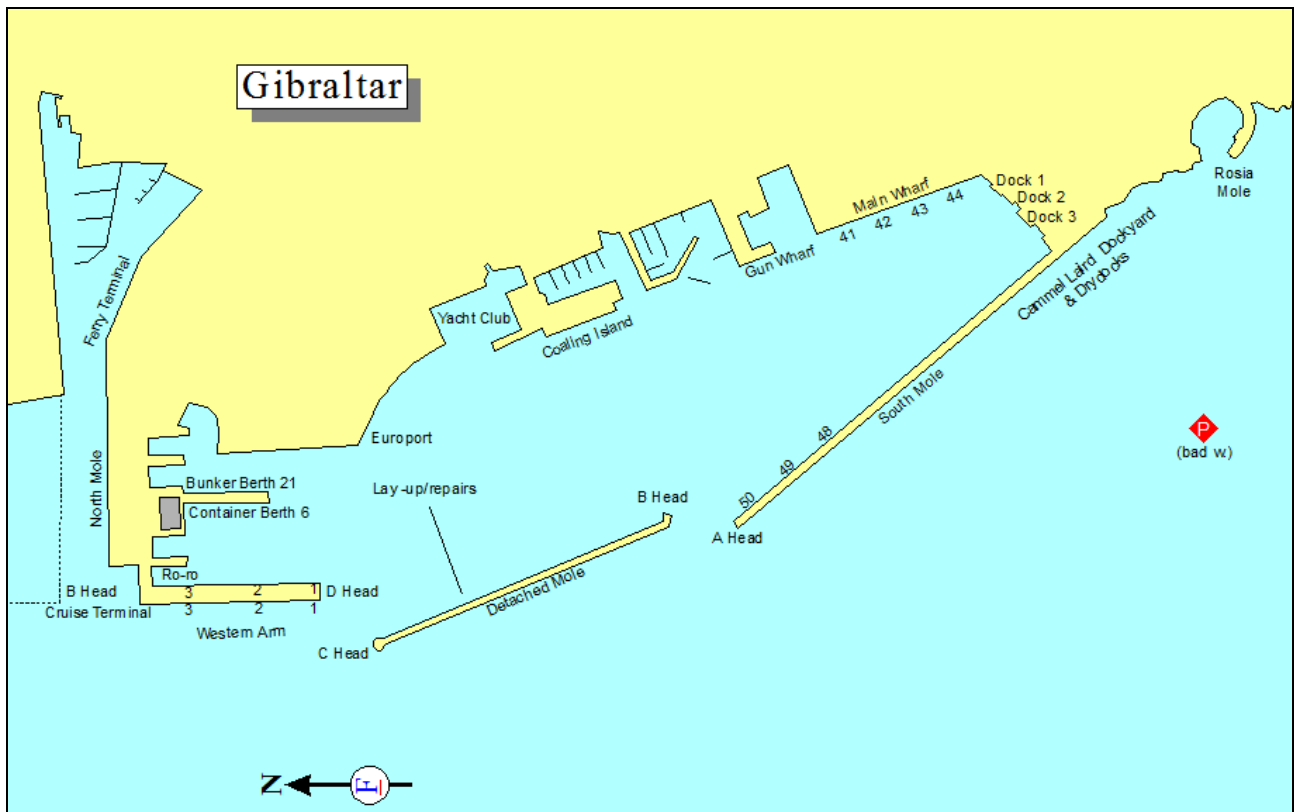


Рисунок 2.1 – План порта Гібралтар

Повідомлення про підхід до порту мають бути відправлені телексом, факсом, по телефону за 5,4,3,2,1 день до приходу в порт

VHF: Rio Radio : Callsign "PPR". Ch 23, 24, 25, 26, 27 and 28.

General call: Ch 16.

Pilot: Ch 14 and 12.

Rio de Janeiro Port Authority : Ch 5.

Coastal radio station: Ch 64 and 65.

Карантинні правила. Вільна практика. Судна виходять з неінфікованих портів можуть отримати вільну практику по радіо і слідувати безпосередньо до причалу.

Буї, фарватери і канали : Підхідною канал до порту має ширину не менше 200 м і загальну довжину 18,5 км з глибинами від 20 до 37 м. Підхідні шляхи до причалів мають наступні глибини:

Причал	Глибина (m)	Ширина (m)
Pier Maua	6.0-12	300
Gamboa	6.0-12	300
Sao Cristovao	6.0-12	100
Caju	5,8	80
Container	11	150

Лоцманська проводка. Лоцманська проводка обов'язкова від зони очікування на якірній стоянці(близько 2 миль на північ від острова Rasa), а також від будь-якої якірної стоянки від бухти Гуанабара.

Лоцманська станція Tel : +55 21 516 0054, Fax: +55 21 233 9738.

Лоцманська станція працює цілодобово. Виклики приймаються по телефону, факсу і VHF.

Якірні стоянки.

Area	Latitude	Longitude	Depth(m)	Location, Near to:
1	22°53.0'S	043°08.8'W	15.0	Ponta da Armacao
2A	22°54.4'S	043°09.1'W	24.0	Santos Dumont Airport
2B	22°53.5'S	043°09.4'W	28.0	Fiscal Island
2C	22°51.6'S	043°08.6'W	13.0	Mocangue Island
3A	22°52.6'S	043°10.8'W	6.0	Enxadas Island
3B	22°51.4'S	043°09.9'W	6.0	Lage Barroso
4	22°52.6'S	043°09.8'W	13.0	Parcel Feiticeiras
5	22°53.0'S	043°10.9'W	6.0	Enxadas Island
6A	22°58.5'S	043°04.6'W	17.0	Between Pai Island and Mae Island
6B	22°51.3'S	043°10.8'W	5.0	Lage do Pao
6C	22°50.1'S	043°08.3'W	12.0	Engenho Island
7	22°49.2'S	043°07.1'W	6.0	Tavares Island
8A	22°48.8'S	043°08.3'W	13.0	Comprida island
9	22°50.9'S	043°11.5'W	5.0	Lage Corcunda

Судна, які кидають якір за межами порту, повинні робити це на 1,75 милі північніше Ilha Rasa на глибинах близько 32 м. Судна, очікуючи лоцмана або карантинної влади, повинні кинути якір на карантинній якірній стоянці, яка

розташована на 1,25 милі північно-східніше Ilha Fiscal. Жодне судно не має права покидати цю стоянку раніше, ніж через 2 години після візиту влади. Судна повинні уникати постановки на якор в районах руху поромів між Rio de Janeiro і Niteroi.

Головні навігаційні засоби. Feticieiras Light виставляється з червоної круглої бетонної вежі з чорними смугами, 9 м заввишки, розташованою на північному кінці мілини.

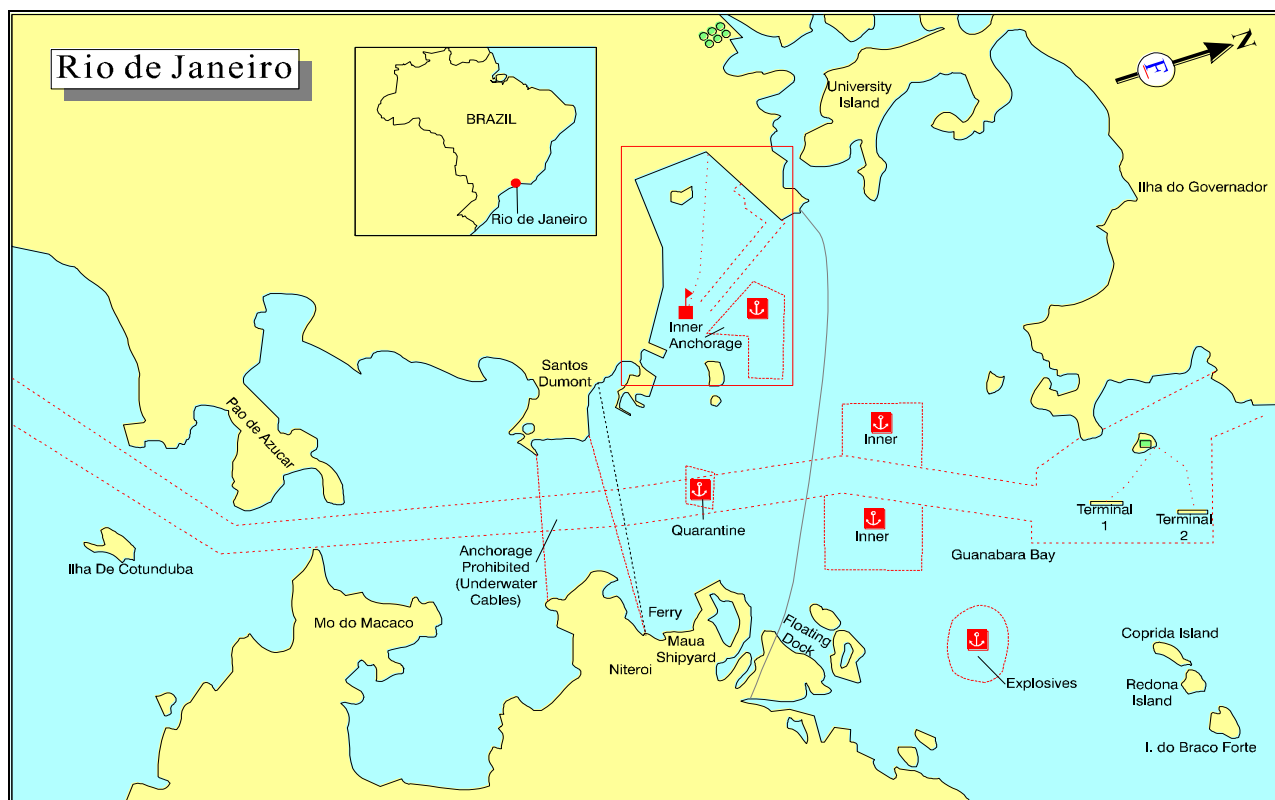


Рисунок 2.2 - План порту Ріо де Жанейро

Таблиця 2.9 – Засоби навігаційного обладнання

Назва	Координати	Дальність видимості,	Характеристики
Gibraltar	36°08,5'N 05°20,6'W	30	Fl 30s
Punta Carnero	34°04,6'N 05°25,6'W	18	Fl(4) 20s
Tarifa	36°00,0'N 05°36,6'W	26	Fl(3) 10s

Laje	22°56,0'S 043°08,8'W	14	Ос
------	-------------------------	----	----

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 збереження 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.

Оскільки описуваний перехід здійснюється трансокеанським шляхом, то ми розробимо розрахунок ортодромії довільно вибраних крапок океанського шляху.

Це роблять за допомогою наступних формул:

$$S = \frac{PII}{\cos K}$$

$$\operatorname{tg} K = \frac{PD}{PMЧ}$$

$$\cos D = \sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \cos(\lambda_2 - \lambda_1)$$

$$\Delta = S - D$$

Рівняння ортодромії для нанесення на меркаторську карту:

$$\operatorname{tg} \varphi_i = \operatorname{ctg} K_0 \cdot \sin(\lambda_i - \lambda_0)$$

де λ_0 – довгота крапки перетинання екватора ортодромією;

K_0 – кут між меридіаном і ортодромією.

Обчислимо довжину локсодромії і ортодромії між двома крапками при плаванні по Атлантичному океану.

$$\varphi_H = 30^\circ 53'N \quad \varphi_K = 11^\circ 12'S$$

$$\lambda_H = 17^\circ 06' W \quad \lambda_K = 32^\circ 01' W$$

Розрахунки представимо у вигляді таблиць.

Таблиця 2.10 - Розрахунок локсодромії

фк	11°12.0'S	λк	032°01.0'W	РМЧ	- 2626
φн	30°53.0'N	λн	017°06.0'W	К	198°
РШ	- 2525	РД	-895	S	2668

Таблиця 2.11 - Розрахунок ортодромії

$\sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2$	-	0,02484
$\cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \cos(\lambda_2 - \lambda_1)$	+	0,55016
$\cos D$		0.52532198
D		44,45° = 2667'

$$\Delta = S - D = 2668 - 2667 = 1.0 \text{ миля}$$

Висновок: Виграш у відстані складає 1.0 миля тому немає особливого змісту плити по дузі великого кола.

Розрахунок параметрів ортодромії:

$$\lambda_o = \frac{(\lambda_K + \lambda_H)}{2} - a \tan \left[\operatorname{tg} \left(\frac{\lambda_K - \lambda_H}{2} \right) \cdot \sin(\varphi_K + \varphi_H) \cdot \operatorname{cosec}(\varphi_K - \varphi_H) \right]$$

$$\operatorname{ctg} K_o = \operatorname{tg} \varphi_K \cdot \operatorname{cosec}(\lambda_K - \lambda_o)$$

Результати розрахунків заноситься в таблицю

Таблиця 2.12 - Курси і відстані при плаванні по ортодромії

N	Широта	Довгота	Курс	Відстань
1	23° 59.0 N	020° 00.0 W	200	442
2	10° 06.0 N	025° 00.0 W	199	881
3	05° 08.0 S	030° 00.0 W	198	962
4	11° 12.0 S	032° 01.0 W	198	383

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.

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 2.13.

Route: <Гібралтар - Ріо де Жанейро>											
WP	Lat	Lon	Distance	Course	Total Distance	Time Zone	ETA	ETD	TTG	Total Time	Speed
0	36° 07.695' N	005° 21.367' W	XXXX	XXXX	XXXX	00:00 W	XXXX	02.09.2025 09:00	XXXX	XXXX	XXXX
1	36° 08.080' N	005° 21.744' W	0,49 nm	321,5 °	0,49 nm	00:00 W	02.09.2025 09:05	02.09.2025 09:05	00d 00h 05m	00d 00h 05m	5,0 kt
2	36° 08.179' N	005° 22.816' W	0,87 nm	276,5 °	1,36 nm	00:00 W	02.09.2025 09:16	02.09.2025 09:16	00d 00h 10m	00d 00h 16m	5,0 kt
3	36° 03.890' N	005° 21.299' W	4,46 nm	164,0 °	5,82 nm	00:00 W	02.09.2025 10:09	02.09.2025 10:09	00d 00h 53m	00d 01h 09m	5,0 kt
4	36° 01.983' N	005° 23.838' W	2,80 nm	227,2 °	8,63 nm	00:00 W	02.09.2025 10:33	02.09.2025 10:33	00d 00h 24m	00d 01h 33m	7,0 kt
5	35° 57.600' N	005° 36.300' W	11,02 nm	246,6 °	19,64 nm	00:00 W	02.09.2025 11:39	02.09.2025 11:39	00d 01h 06m	00d 02h 39m	10,0 kt
6	35° 57.389' N	007° 01.223' W	68,94 nm	269,8 °	88,59 nm	00:00 W	02.09.2025 17:39	02.09.2025 17:39	00d 05h 59m	00d 08h 39m	11,5 kt
7	30° 52.800' N	017° 06.100' W	590,29 nm	239,0 °	678,88 nm	01:00 W	04.09.2025 19:59	04.09.2025 19:59	02d 03h 19m	02d 11h 59m	11,5 kt
8	18° 20.200' N	027° 03.300' W	925,94 nm	215,9 °	1604,83 nm	02:00 W	08.09.2025 03:30	08.09.2025 03:30	03d 08h 31m	05d 20h 30m	11,5 kt
9	11° 12.300' S	032° 01.200' W	1788,67 nm	189,5 °	3393,49 nm	02:00 W	14.09.2025 15:02	14.09.2025 15:02	06d 11h 32m	12d 08h 02m	11,5 kt
10	23° 10.645' S	039° 24.593' W	831,44 nm	210,6 °	4224,93 nm	03:00 W	17.09.2025 14:20	17.09.2025 14:20	03d 00h 17m	15d 08h 20m	11,5 kt
11	23° 02.322' S	043° 04.570' W	202,97 nm	272,3 °	4427,89 nm	03:00 W	18.09.2025 07:59	18.09.2025 07:59	00d 17h 38m	16d 01h 59m	11,5 kt
12	22° 59.268' S	043° 10.075' W	5,92 nm	300,9 °	4433,81 nm	03:00 W	18.09.2025 08:50	18.09.2025 08:50	00d 00h 50m	16d 02h 50m	7,0 kt
13	22° 56.019' S	043° 08.329' W	3,62 nm	026,5 °	4437,43 nm	03:00 W	18.09.2025 09:21	18.09.2025 09:21	00d 00h 30m	16d 03h 21m	7,0 kt
14	22° 53.141' S	043° 09.168' W	2,97 nm	344,9 °	4440,40 nm	03:00 W	18.09.2025 09:56	18.09.2025 09:56	00d 00h 35m	16d 03h 56m	5,0 kt
15	22° 50.740' S	043° 09.123' W	2,39 nm	001,0 °	4442,79 nm	03:00 W	18.09.2025 10:25	XXXX	00d 00h 28m	16d 04h 25m	5,0 kt
COMMENTS						PUBLICATIONS					
During pilotage a position on the chart every 6 min and before course alteration. All depths less than 10 m are highlighted						1. ALRS - NP 281(1,2), 283(1,2), 285, 286(2,5)					
						2. NP 202 - Tidal Tables,					
						3. NP 77, 78,80 - Light List					
Reporting Points and Notes are marked on the charts.						4. NP 45, 1, 5 - Sailing Directions					

Рисунок 2.3 – Маршрутний лист

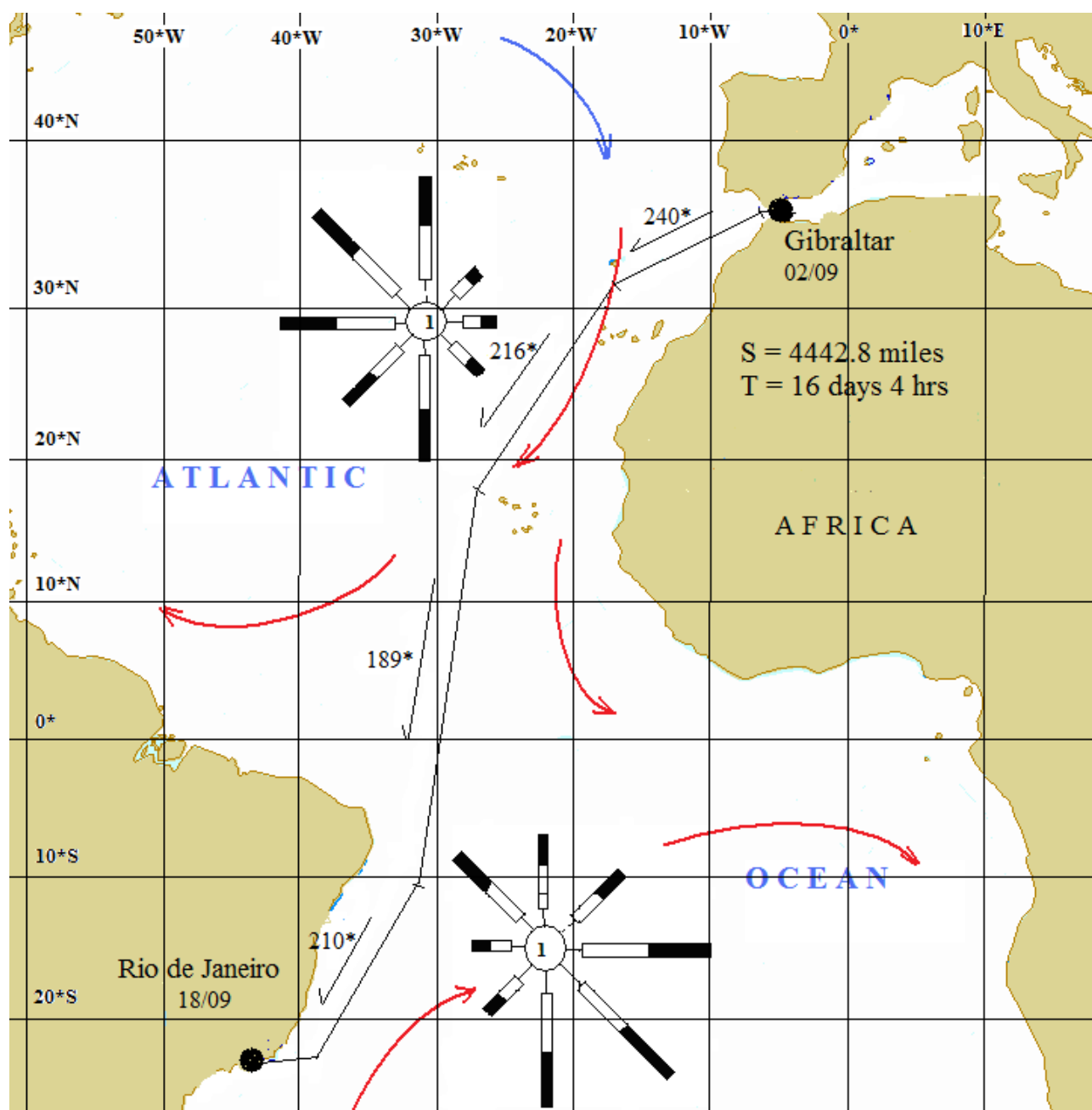


Рисунок 2.4 – Графічний план переходу

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 2.13 – Елементи освітленості

Дата	Початок нав. сутінків в	Сонце				Кінець нав. сутінків	Місяць		
		Схід Тп	А	Захід , Тп	А		Схід Тп	Вік Дні	Захід Тп
02.09	05.20	06.17	104	17.27	256	18.24	20.12	18	10.06
03.09	04.50	05.47	104	16.57	256	17.52	20.40	19	10.32
10.09	04.50	05.39	104	17.17	256	18.06	-	22	12.44
11.09	05.01	05.49	104	17.34	256	18.21	00.20	24	13.35
17.09	05.06	05.52	104	17.50	256	18.37	01.39	25	14.27
18.09	05.10	05.56	105	18.07	255	18.53	02.51	26	15.23

2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

Безпека плавання в морях з припливами вимагає попередніх розрахунків для прогнозу рівня моря в заданому районі. Коливання рівня моря можна представити у вигляді кривою, побудованою в системі прямокутних координат, по осях якої відкладаються висоти припливу в метрах і відповідний ним час доби. Маючи таку інформацію, далі неважко вирішити практично будь-яку штурманську задачу по предобчислюванню припливів.

Результати предобчислювання припливів повинні бути такими, щоб надалі, під час плавання судна в даному районі, потреби в складних розрахунках не було. Зазвичай буває досить скласти таблиці і графіки, що ілюструють їх, для добового коливання рівня і зміни елементів припливно-відпливної течії.

Інформацію про припливно-відпливних течій представляють спеціальні таблиці елементів таких течій, що поміщаються безпосередньо на полях НМК, що зображають морські райони, схильні до дій припливно-відпливних явищ.

Таблиці припливів містять зведення про час настання і висоти повних і малих вод. Таким чином вибираємо з таблиць припливів для порту Гібралтар часи настання і висоти вод на день відходу судна, та для порту Ріо де Жанейро

припливи на день приходу. Ці дані представлені в таблиці 2.14. А також представлені на графіках припливів на рисунку 2.5., 2.6.

Таблиця 2.14 - Припливи в порту Гібралтар та Ріо де Жанейро

Порт Гібралтар	02/09 HW		02/09 LW		Порт Ріо де Жанейро	18/09 HW		18/09 LW	
	T	h	T	h		T	h	T	h
	04:59	1,7	11:10	0,2		04:10	1,1	10:53	0,3
	17:12	1,7	23:27	0,2		17:36	1,3	-	-

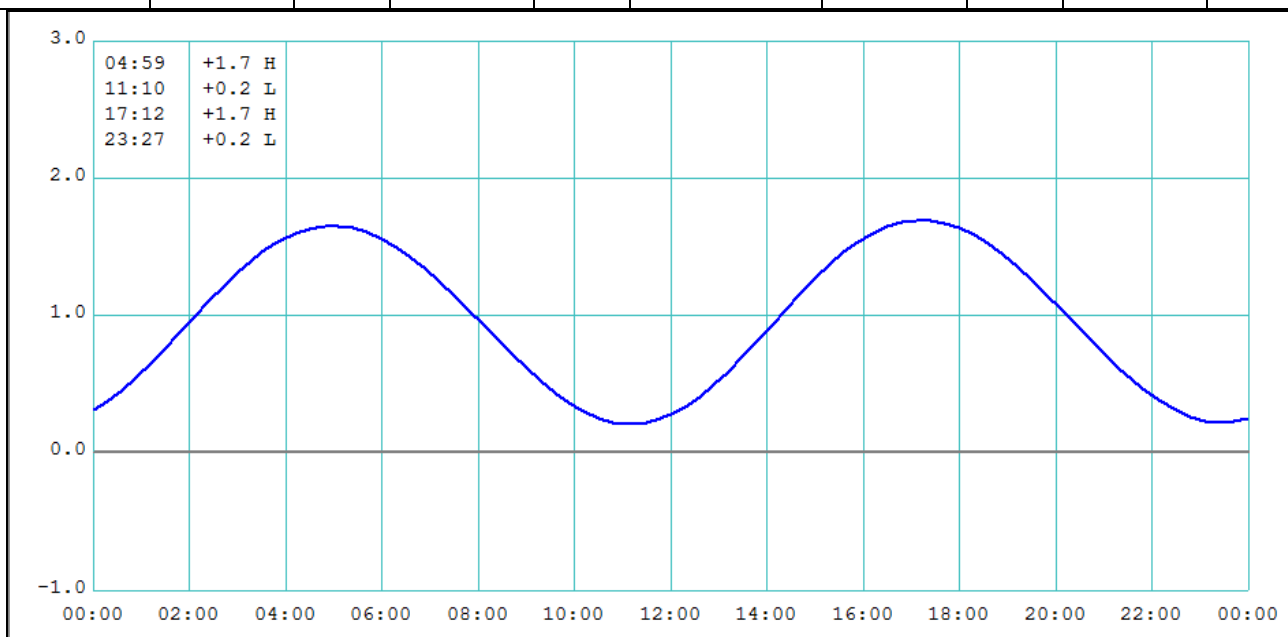


Рисунок 2.5 – Графіки припливів в порту Гібралтар

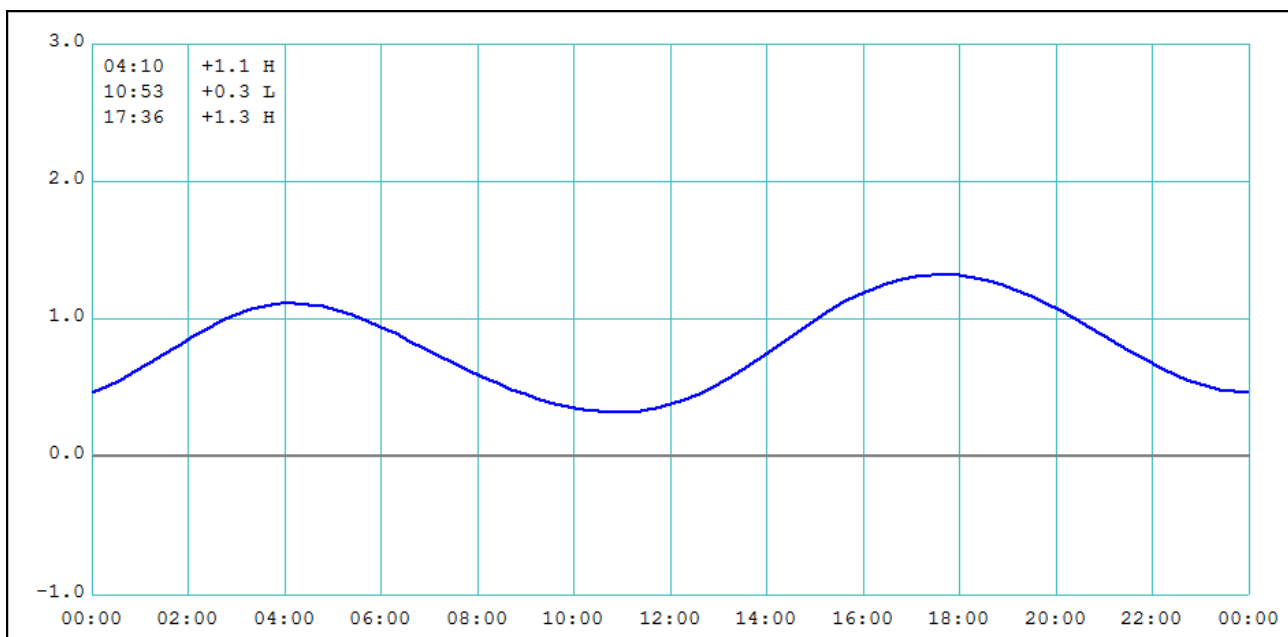


Рисунок 2.6 – Графіки припливів в порту Ріо де Жанейро

2.4 Висновки

Наш перехід починається після виходу з порту Гібралтар, в місці, де зійшов лоцман після проходження фарватеру, шлях прямування судна лежить через протоку Гібралтар, виходить у Атлантичний океан до берегів Південної Америки, слідуючи на лоцманську станцію в Ріо де Жанейро. У процесі опрацювання навігаційного переходу були обрані безпечні курси плавання відповідно до пори року. Загальна протяжність переходу склала 4442,8 миль; час виходу з порту Гібралтар 02.09.25 о 09:00 за місцевим часом; час приходу в Ріо де Жанейро 18.09.25 о 09:56. Тривалість переходу 16,1 діб.

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

До навантаження приймається бензол (benzene).

Загальні відомості про вантаж.

Бензол (C_6H_6 , PhH) — **органічна**, безбарвна рідина з приємним солодкуватим запахом. **Ароматичний вуглеводень**. Бензол входить до складу бензину, широко застосовується в **промисловості**, являється вихідною сировиною для виробництва **ліків**, різних **пластмас**, синтетичної резини, барвників. Хоча бензол входить до складу сирої нафти, в промислових масштабах він синтезується з інших її компонентів. **Токсичний, канцероген**.

Бензол відноситься до числа токсичних продуктів 2-го класу небезпеки.

Пари бензолу при високих концентраціях діють наркотично, шкідливо впливають на нервову систему, надають дратівну дію на шкіру й слизові оболонки очей.

Гранично припустима концентрація парів бензолу в повітрі робочої зони становить 15/5 мг/м³ (максимальна/середньозмінна).

Бензол у повітрі робочої зони визначають методом газової хроматографії.

Бензол відноситься до числа пожежевибухонебезпечних продуктів:

температура спалаху бензолу в закритому тиглі мінус 12 °С;

температура самозапалювання 562 °С;

концентраційні межі запалювання парів у суміші з повітрям (по об'єму);

нижній - 1,4 %, верхній - 7,1 %;

температурні межі запалювання: нижній - мінус 14 °С, верхній - плюс 13 °С.

Бензол володіє резорбтивною дією, проникає в організм через неушкоджену шкіру. Алергенними й кумулятивними властивостями не володіє.

При виробництві бензолу і його транспортуванні необхідно застосовувати герметичні апарати, устаткування й транспортні засоби.

Приміщення, у яких виконують роботи з бензолом, повинні бути забезпечені приточно-витяжною вентиляцією, а обладнання - місцевими відсосами.

У приміщеннях, де зберігається або використовується бензол, забороняється застосування відкритого вогню, а також використання інструментів, що дають при ударі іскру.

Електроустаткування й штучне освітлення повинні бути виконані у вибухобезпечному виконанні.

Засоби захисту органів дихання фільтруючий протигаз із коробкою марки А або БКФ. При концентраціях бензолу більше 0,5 % (по об'єму) і кисню менше 18 % (по об'єму) застосовують шлангові ізолюючі протигази типу ПШ-1 або ПШ-2.

Для захисту шкіри застосовують гумові рукавички, захисні мазі, пасти й креми.

Для гасіння бензолу необхідно застосовувати інертний газ, хімічну й повітряно-механічну піну.

Для гасіння невеликих вогнищ загоряння застосовують ручні пінні або вуглекислотні вогнегасники.

Розлитий продукт необхідно засипати піском, потім зібрати в герметичну тару й віднести в спеціально відведене місце для подальшого знищення у встановленому порядку.

Норма вантажних операцій (рейт) на даному танкері становить 17000 кубічних метрів на годину при навантаженні, і 12000 кубічних метрів при вивантаженні за рахунок роботи трьох вантажних насосів по 4000 кубічних метрів на годину. Потужність насоса, що зачищає, становить 300 кубометрів на годину.

На підставі наведеної інформації з вантажу представимо в таблиці 3.1 його транспортні характеристики.

Таблиця 3.1 - Транспортні характеристики

Найменування вантажу	Вид тари	Паспортна густина вантажу $\rho^{15/4}$	Валові норми вантаж. робіт, $\text{м}^3/\text{год}$	
			Навантаження	Вивантаження
Бензол	налив	0,884	17000	12000

Основним документом, що регламентує перевезення небезпечних вантажів морем являється IMDG CODE (International Maritime Dangerous Goods Code), оскільки цей Кодекс входить як доповнення до Конвенції SOLAS 1974, Глави VII, частина А.

Допоміжні документи:

Перевірочний лист з безпеки (документ, відомий як Material Safety Data Sheet (MSDS));

Міжнародне керівництво з безпеки для нафтових танкерів і терміналів (ISSGOT).

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

Підготовка до навантаження проводиться в наступній послідовності:

Відправник вантажу до початку навантаження представляє капітану Декларацію (інформацію) про вантаж, у якій вказуються дані про вантаж: найменування вантажу і його

фізико-хімічні властивості, види небезпеки, вимоги до чистоти танків і технологічний режим перевезення. На підставі Декларації виконується додаткове зачищення танків, а в нашому випадку ще й необхідність інертизації.

Мийка танків (зачищення) виконується, керуючись посібником з підготовки вантажних танків до прийому нафтопродуктів (Tank Cleaning Guide)

і вимогами Міжнародної конвенції по запобіганню забруднення моря із суден 1973 р. і Протоколу 1978 р. (MARPOL 73/78).

Основний принцип вимог до якості відмитої поверхні вантажних танків полягає в тому, під який вантаж готуються вантажні танки, і які три останніх вантажі раніше перевозилися танкером. У нашому випадку, три останніх вантажі були світлі нафтопродукти (1. Gasoline, 2. Gasoline, 3. Benzene). У зв'язку із цим вимоги до чистоти танків для приймання вантажу, у даній вантажній комбінації, не високі.

У кожному разі при мийці танків виконуються наступні роботи:

- 1) мийка вантажного трубопроводу;
- 2) мийка танків мийними машинкам (у нашому випадку допускається холодною водою);
- 3) вентиляція танків.

Перед постановкою танкера під навантаження необхідно обпресувати вантажну й зачисну магістралі забортною водою на робочий тиск, попередньо прокачавши їх цією водою.

Варто перевірити час відкриття й закриття дистанційно керованих клінкетів вантажних систем (про що складають спеціальний акт). Крім того, перевіряють щільність закриття клінкетів у насосному відділенні й кінгстонів.

Необхідно перевірити справність шлангуєчих пристроїв, шлангів, вантажного крана, призначеного для підтримки шлангів. Крім того, оглядають маркування шлангів і при необхідності відновлюють його. Обов'язково проводять гідравлічне випробування шлангів (передбачене інструкцією); про факт проведення випробувань, часу й пробному тиску роблять запис у машинному журналі.

Перед навантаженням перевіряють засоби контролю, сигналізації (про заповнення танків на 95, і 98%). Крім того, перевіряють справність пристрою, що відтинає, для зупинки перекачування вантажу (яке повинне бути пов'язане з подібним пристроєм, що відтинає, на вантажній базі), а також засобів освітлення палуби в районі маніфолдів.

Також необхідно переконатися в надійності заповнення вантажних танків інертним газом.

Особливо ретельно вантажний помічник повинен перевірити закриття клінкетів зачисної системи (оскільки іноді вахтові матроси забувають їх закривати). Перевіряють також систему аварійної зупинки вантажних насосів.

Старший помічник капітана повинен перевірити готовність протипожежних засобів.

Особливу увагу необхідно приділити перевірці закриття всіх шпігатів на вантажній палубі (через які в море може потрапити нафтопродукт), глушіння невикористовуваних при вантажних операціях патрубків вантажного й зачисного палубних трубопроводів. Варто перевірити установку піддонів під фланці прийомного трубопроводу. Підготувати газовідвідну систему до вантажних операцій.

При виконанні всіх цих (і інших) операцій відповідальні особи судна заповнюють спеціальну «Декларацію про готовність судна до вантажних операцій».

Перевезення вантажів морським транспортом здійснюється на основі договору морського перевезення, що має наступні основні форми: чартер, коносамент, букінг-нот, берс-нот і фікшур-нот.

Договором морського перевезення вантажів у трамповому судноплавстві є чартер (charter party), у лінійному - коносамент (Bill of Lading).

Договір морського перевезення вантажу повинен укладатися в письмовій формі.

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

Важливою особливістю перевезень по коносаменту являється те, що лінійні компанії, як правило, приймають вантаж до перевезення завчасно до підходу судна (забезпечують його збереження на своїх складах, виконують комплектацію суднових партій і підготовку вантажних документів).

Навантаження-вивантаження оплачується судновласником і організуються на причалах лінії.

Коносамент – один з головних інструментів в операціях, зв'язаних з використанням морських суден.

Видача коносамента допускається тільки після приймання вантажу до перевезення. Він видається один раз для перевезення даної партії вантажу. Вторинна видача коносамента по тому самому вантажу припустима тільки за умови повернення перевізникові раніше виданих відправникові екземплярів. Недотримання цього правила приводить до майнової відповідальності перевізника. Коносамент виписується на кожну окрему партію вантажу, прийнятого на судно. Застосовуються два види коносаментів у залежності від часу їх видачі відправникові: для вантажу, прийнятого до перевезення (received for shipment), і для вантажу, прийнятого на борт (on board або shipped on board). Перший вид практикується при базисній умові ФАС і при лінійних перевезеннях, коли вантаж приймається на склад для подальшого його відправлення на черговому судні за розкладом. У результаті, відправник вантажу одержує можливість мати на руках товаророзпорядчий документ і розпоряджатися їм за своїм розсудом. Бортовий коносамент видається на завантажений, на борт товар. У ряді випадків умови контракту вимагають, щоб на коносаменті був ще додатковий напис: "на борту" ("on board").

Штурманська розписка є посвідченням судновласника в прийнятті товару до перевезення. Виписує цей документ помічник капітана в підтвердження одержання конкретної партії на борт судна.

Чартерний (фрахтовий) коносамент - документ, у який інкорпуються шляхом посилання окремі з умов чартер-партії для того, щоб вони могли мати ефект для вантажоодержувача або індосата коносамента.

Делівері-ордер (частковий коносамент)- товаророзпорядчий документ, який видається перевізником або вантажоодержувачем з підтвердженням капітаном судна. Використовується у випадку продажу вантажоодержувачем товару до того, як він прийняв доставку. Товар може бути куплений різними

покупцями, на кожний з них виписується делівері-ордер на відповідну частину товару.

Таймшит - документ - відомість урахування стояночного часу судна (сталійного часу), передбаченого чартером на проведення вантажних операцій. Він складається в кожному порту навантаження і вивантаження судна, підписується капітаном і представником фрахтувальника. Служить підставою для розрахунку по диспачу і демереджу. У таймшиті фіксуються усі виробничі операції і непродуктивні простої за час стоянки судна в порту. У ньому вказуються: найменування порту і судна; дата і час прибуття судна і вручення нотису про готовність до навантаження (вивантаження); дата і час фактичного початку і закінчення вантажних робіт; тривалість і причини перерв у роботі; норма вантажних робіт з чартеру.

Морська накладна (лінійна накладна, океанська накладна) - документ, що підтверджує наявність договору перевезення вантажу морським шляхом і прийняття або навантаження вантажу перевізником і по якому перевізник зобов'язується доставити вантаж вантажоодержувачеві, зазначеному в документі.

Комерційний акт - документ, складений перевізником, або його представником, що засвідчує факт нестачі, псування або ушкодження вантажу при його видачі одержувачеві в пункті призначення. Він фіксує розмір, характер і причини несхоронності вантажу і є підставою для покладання за неї матеріальної відповідальності на перевізника.

Маніфест — список вантажів, прийнятих на судно, що складають роздільно для кожного порту призначення на основі зведень, зазначених у коносаменті. Він оформляється для митниці.

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

При здачі вантажів доводиться зіштовхуватися з різноманітними порядками й умовами, що визначаються як національним законодавством у

різних країнах, так і місцевими правилами і звичаями, що діють в окремих портах.

При будь-якому діючому в даному порту порядку прийому вантажів, що доставляються судном, капітан повинний заручитися тим або іншим документом, що підтверджує доставку вантажу.

Класичним способом остаточного документального підтвердження видачі судном вантажу одержувачеві є розписка останнього на оригіналі коносаменту або хоча б на капітанській копії коносаменту. Або видається капітанові особливий документ - Autturn report, або сертифікат. Ця розписка незалежно від найменування і форми повинна констатувати результати здачі вантажу судном роздільно по кожній коносаментній партії.

Правила прийому-здачі вантажу при перевезеннях між портами можуть здійснюватися також на основі проформ чартеру і коносаменту, невідомих раніше капітанові, що можуть містити специфічні застереження й умови в частині організації прийому-здачі вантажу, відповідальності судна і т.п.

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

Повна розрахункова водотоннажність судна Δ_p , що служить вихідною величиною при визначенні його чистої вантажопідйомності Δ_c 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 Гібралтар – Ріо де Жанейро починається в зоні дії літньої вантажної марки і закінчується в зоні дії тропічної вантажної марки без обмеження по осадці. За розрахункову водотоннажність приймаємо, водотоннажність для літньої вантажної марки.

Водотоннажність для літньої вантажної марки (з ТЕХ судна):

$$\Delta_p = 190456 \text{ т.}$$

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

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

де Δ_0 - водотоннажність судна порожнього, т.

$$\Delta_w = 190456 - 26279,5 = 164176,5 \text{ т}$$

Ходовий час визначається по формулі:

$$t_p = S/(V_s \cdot 24) + t_{зп},$$

де V_s - швидкість судна;

S - довжина траси переходу, милі;

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

$$t_x = 4442,8/(11,5 \cdot 24) + 0,2 = 16,3 \text{ діб.}$$

Нормативна тривалість стояночного часу розраховується по формулі:

$$t_{ст} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{M},$$

де Q_i - маса вантажу одного найменування, т;

n - кількість найменувань вантажу (обов'язкових і факультативних);

M - валова норма вантажних робіт, т/добу.

$$t_{ст} = 152811/(12000 \cdot 24 \cdot 0,884) = 0,6 \text{ доби}$$

Кількість вантажу, що може прийняти судно, залежить від величини запасів. Звичайно немає необхідності враховувати стояночні запаси, що витрачаються в порту навантаження, тому що до моменту закінчення навантаження стояночні запаси, передбачені на час навантаження будуть витрачені. Тому загальна кількість рейсових запасів $P_{зап}$ розраховується як сума ходових запасів $P_{зап}^x$ і необхідних для порту вивантаження стояночних запасів $P_{зап}^{ст}$:

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

Кількість ходових запасів складає суму:

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

де P^x_T , P^x_B , P^x_{cm} - відповідно кількість палива, води і мастила необхідна на перехід від порту навантаження до порту вивантаження з урахуванням коефіцієнта штормового запасу $k_{шт}$ (прийmemo 10%).

$$P^x_T = q^x_T \cdot t_x \cdot k_{шт};$$

$$P^x_B = q^x_B \cdot t_x \cdot k_{шт};$$

$$P^x_{cm} = q^x_{cm} \cdot t_x \cdot k_{шт};$$

де q^x_T , q^x_B , q^x_{cm} - добова норма витрати палива, води і мастила на ходу судна відповідно, т/добу.

$$P^x_T = (60+2,5) \cdot 16,3 \cdot 1,1 = 1120,6 \text{ т}$$

$$P^x_B = 5 \cdot 16,3 \cdot 1,1 = 89,7 \text{ т}$$

$$P^x_{cm} = 0,3 \cdot 16,3 \cdot 1,1 = 5,4 \text{ т}$$

$$P^x_{зап} = 1120,6 + 89,7 + 5,4 = 1215,7 \text{ т}$$

Аналогічно знаходять кількість стояночних запасів:

$$P^{ст}_{зап} = P^{ст}_T + P^{ст}_B + P^{ст}_{cm};$$

$$P^{ст}_T = q^{ст}_T \cdot t_{ст};$$

$$P^{ст}_B = q^{ст}_B \cdot t_{ст};$$

$$P^{ст}_{cm} = q^{ст}_{cm} \cdot t_{ст};$$

де $q^{ст}_T$, $q^{ст}_B$, $q^{ст}_{cm}$ - добова норма витрати палива, води і мастила на стоянці судна відповідно, т/добу.

$$P^{ст}_T = 12,0 \cdot 0,6 = 7,2 \text{ т}$$

$$P^{ст}_B = 5 \cdot 0,6 = 3,0 \text{ т}$$

$$P^{ст}_{cm} = 0,08 \cdot 0,6 = 0,05 \text{ т}$$

$$P^{ст}_{зап} = 7,2 + 3,0 + 0,05 = 10,25 \text{ т}$$

$$P_{зап} = 1215,7 + 10,25 = 1226 \text{ т}$$

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 2050,2 т; дизельного палива 185,0 т; води 370 т; мастила 114,9 т.

Усього $P_{\text{зап}} = 2720,1$ т

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

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

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

$$\Delta_{\text{ч}} = 164176,5 - (2720,1 + 189,8) = 161266,6 \text{ т}$$

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

Кількість вантажу в кожному танку визначається з урахуванням його розширення від підвищення температури повітря. У зв'язку із цим у таблиці 3.2 представлені передбачувані значення температури повітря й води на всій ділянці переходу.

Таблиця 3.2 - Параметри температури в рейсі

Пункти рейсу	Температура повітря $t_{\text{в}}$, °C	Температура морської води $t_{\text{мв}}$, °C
Порт навантаження Гибралтар	15,6	14
Ріо де Жанейро	28,9	27

Аналізуючи наведені значення температур, робимо висновок, що існує можливість значної зміни температури вантажу від 14 до 29 °C.

Паспортна густина вантажу – $\rho^{15/4}=0,884$; виправлення густини при розширенні вантажу на 1 °C становить – $\lambda= 0,000660$; температура вантажу при вивантаженні – $t_{\text{max}}= 29^{\circ}\text{C}$; передбачувана мінімальна температура вантажу в рейсі – $t_{\text{min}}= 14^{\circ}\text{C}$.

Порядок розрахунку ρ_{max} й ρ_{min} :

$$\text{при } t = 14^{\circ}\text{C}: \rho_{\text{max}} = \rho^{15/4} + 0,000660(15^{\circ}-14^{\circ}) = 0,884 + 0,000660(15^{\circ}-14^{\circ}) = 0,885$$

$$\text{при } t = 29^{\circ}\text{C}: \rho_{\text{min}} = \rho^{15/4} + 0,000660(15^{\circ}-29^{\circ}) = 0,884 + 0,000660(15^{\circ}-29^{\circ}) = 0,875$$

Припустимий об'єм всіх танків (при заповненні на 100%) становить $W_T = 180807 \text{ м}^3$

Відповідно до вимог Міжнародного керівництва з безпеки для нафтових танкерів і терміналів (ISGOTT) судно має право заповнювати вантажні танки тільки на 98 %. Об'єм всіх танків (при заповненні на 98%) становить $W_{T98\%} = 177190,6 \text{ м}^3$.

Визначимо загальний обсяг вантажу, який має прийняти судно,

$$V_{ep} = \frac{m}{\rho^{15/4}} = \frac{152811}{0,884} = 172863 \text{ м}^3,$$

де m – маса пред'явленого до перевезення вантажу, т.

Розрахувавши об'єм вантажу, що приймається на судно, визначимо обсяг залишилися пустот в танках.

$$V_{\Pi} = W_T - V_{ep} = 180807 - 172863,1 = 7943,9 \text{ м}^3$$

В результаті коливань температури під час рейсу обсяг вантажу в танку змінюється. Щоб уникнути переливу вантажу внаслідок його розширення, дуже важливо правильно визначити граничну порожнечу в танках.

При максимальній температурі ($t_{\max} = 29^\circ\text{C}$) обсяг вантажу досягне своєї найбільшої величини

$$V_{\max} = \frac{m}{\rho_{\max}},$$

де m – маса пред'явленого до перевезення вантажу, т.

$$V_{\max} = \frac{152811}{0,875} = 174641,1 \text{ м}^3$$

Обсяг вантажу в танках $V_{\text{грmax}}$ при розширенні не повинен перевищувати обсяг танків. Граничний обсяг вантажу розраховують за формулою

$$V_{ep\max} = W_{T98\%} \frac{\rho_{\max}}{\rho_{\min}} = 177190,6 \frac{0,885}{0,875} = 179215,6 \text{ м}^3$$

Зменшення об'єму пустот в танках в наслідок розширення вантажу складе

$$\delta V_{\Pi} = V_{\max} - V_{ep} = 174641,1 - 172863 = 1778,1 \text{ м}^3$$

Так як виконується умова

$$V_{\Pi} - \delta V_{\Pi} \geq 0$$

$$7943,9 - 1778,1 = 6165,8 > 0$$

отже, запас пустот достатній.

Відповідно до рейсового завдання (Voyage Order) судно повинне завантажити 152811 т вантажу.

Таблиця 3.3 - Відомості про маси й об'єми партій вантажу

Найменування вантажу	Маса вантажу, т Q_i	Густина вантажу т/м ³ ,		Об'єм який займає вантаж м ³ , V_i	
		при $t_{гр} = 15$ °C	при $t_{гр} = 29$ °C	при $t_{гр} = 15$ °C	при $t_{гр} = 29$ °C
Бензол	152811	0,884	0,875	172863	174641,1

3.4 Складання вантажного плану

Перевізник відповідає за неправильне розміщення, кріплення й сепарацію вантажів на судні. Невірне або невдале розміщення вантажів, перевантаження окремих відсіків неминуче приводить до неприпустимих напруг на корпус судна, а в окремих випадках до ушкоджень і навіть аварії судна. Тому судно повинне бути завантажене так, щоб не з'явилося крену, були належний диферент і достатня остійність, не були порушені умови місцевої й загальної поздовжньої міцності. Це досягається відповідним розподілом вагового навантаження по вантажних приміщеннях.

Специфіка конструкції танкера така, що остійність судна, як правило, задовільна, навіть не дивлячись на наявність вільних поверхонь рідини. Але навіть під час перевезення однорідного вантажу його розподіл здійснюється відповідно до вимог Інформації капітану про остійність і міцність судна й рекомендаціями заводської інструкції. У виді великих навантажень, які зазнає танкер на вигин, його поздовжня міцність визначається по згинальних моментах і силам, що перерізують, у певних перетинах.

Як правило, навантажений танкер не до кінця вибирає свою вантажопідйомність, тому навантаження виконують по даним об'єму рідини й вантажних приміщень. Потім з урахуванням щільності визначають масу завантаженого вантажу й порівнюють її із чистою вантажопідйомністю. Вантажні танки дозволено заповнювати тільки на 98%, 2 відсотки залишається на непередбачене температурне розширення вантажу, для забезпечення безпечного перевезення.

Особливу увагу розміщенню вантажу приділяють під час перевезення декількох сортів. У цьому випадку необхідно пам'ятати, що між двома видами вантажу повинне бути як мінімум два закритих клінкети, для запобігання змішування. Тобто якщо судно призначене для перевезення 2-х сортів вантажу й має дві незалежні вантажні лінії і дві групи незалежних танків, то не можна використовувати танки однієї групи для розміщення двох сортів вантажу. Вантажні лінії як правило взаємозамінні, і відтинаються друг від друга двома клінкетами. Крім того, у процесі планування розміщення вантажу по танках і майбутньому навантаженні, необхідно враховувати, що один трубопровід може бути послідовно використаний для навантаження різних вантажів, тільки якщо вантажі хімічно сумісні, а кількість залишків одного вантажу в трубі не вплине на якість іншого. Наприклад, після навантаження дизпалива цей же трубопровід може бути використаний для навантаження мазуту, і не може - для навантаження бензину або гасу.

Розрахунок робимо в табличній формі.

Таблиця 3.4 – Розподіл вагового навантаження по вантажних приміщеннях судна

Найменування вантажного приміщення	Густина вантажу	Об'єм танка 100% (м ³)	Об'єм танка 98% (м ³)	Маса вантажу, (т)	Об'єм вантажу (м ³)
1	2	3	4	5	6
NO.1 C. O. T. (P)	0,875	11549,9	11318,9	8800,0	10057,1
NO.1 C. O. T. (S)	0,875	11549,9	11318,9	8800,0	10057,1

Продовження табл.3.4

1	2	3	4	5	6
NO.2 C. O. T. (P)	0,875	15474,5	15165	13267,5	15162,9
NO.2 C. O. T. (S)	0,875	15474,5	15165	13267,5	15162,9
NO.3 C. O. T. (P)	0,875	15617,6	15305,2	13390,6	15303,5
NO.3 C. O. T. (S)	0,875	15617,6	15305,2	13390,6	15303,5
NO.4 C. O. T. (P)	0,875	15617,6	15305,2	13391,4	15304,5
NO.4 C. O. T. (S)	0,875	15617,6	15305,2	13391,4	15304,5
NO.5 C. O. T. (P)	0,875	15617,6	15305,2	13390,2	15303,1
NO.5 C. O. T. (S)	0,875	15617,6	15305,2	13390,2	15303,1
NO.6 C. O. T. (P)	0,875	14731,0	14436,4	12630,8	14435,2
NO.6 C. O. T. (S)	0,875	14731,0	14436,4	12630,8	14435,2
SLOP T. (P)	0,875	1795,3	1759,4	1535,0	1754,3
SLOP T. (S)	0,875	1795,3	1759,4	1535,0	1754,3
Всього		180807	177190,6	152811,0	174641,2

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

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

Гідрометеорологічні умови плавання і характеристика портів заходу в частині яка відноситься до вантажних операцій представлені в главі 2.

Відстань між портами: $S = 4442,8$ миль

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

У порту Гібралтар діє літня вантажна марка.

Порт Гібралтар має велику кількість гаваней та причалів, які оснащені сучасним обладнанням для виробництва вантажно-розвантажувальних робіт, зберігання і транспортування вантажів. Порт має у своєму розпорядженні розгалужену мережу під'їзних шляхів: залізничних і автомобільних.

Різноманітні верфі та майстерні доступні для інженерних робіт та всіх видів ремонту.

Ремонт: Є можливість ремонту.

Прісна вода: Є в наявності.

Бункеровка: Доступні всі види бункеру баржою.

Державні свята: 1 січня, Страсна п'ятниця, 1 травня та 25 грудня.

Робочий час: Протягом 24 годин (4 зміни).

Порт приходу: Ріо-де-Жанейро (Бразілія) (22°54'S 43°12'W). Густина води $\rho=1,020 \text{ т/м}^3$.

У порту Ріо-де-Жанейро діє тропічна вантажна марка.

Розташування: Ріо-де-Жанейро розташований на південній і західній частині затоки Гуанабара.

Порт доступний для суден з осадкою 15,8 м.

Ремонт: Доступний.

Прісна вода: Є в наявності.

Бункеровка: всі види бункеру надаються баржою, трубопроводом або автоцистерною.

Державні свята: Запити на експлуатаційні послуги в наступні дні повинні бути зроблені не менше ніж за 24 години до прибуття. Єдині свята, де робота не проводиться - це 25 грудня та 1 січня.

Фіксовані свята: 1 січня, 20 січня, 21 квітня, 1 травня, 7 вересня, 12 жовтня та 25 грудня.

Рухливі свята: понеділок та вівторок карнавалу, Попільна середа та Страсна п'ятниця.

Час роботи: як правило, 07.00-16.00 годин, 16.00-19.00 годин, 19.00-04.00 годин та 04.00-07.00 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 $\rho = 0,99 \text{ т/м}^3$						
NO.2 H.F.O.T.(P)	870,4	750	-100,663	18,728	-75497	14046
NO.2 H.F.O.T.(S)	1212,9	940	-99,841	18,319	-93851	17220
H.F.O.SERV.T. (P)	102,2	100,5	-97,645	17,637	-9813	1773
H.F.O. SETT.T. (P)	99,4	87,8	-97,340	17,637	-8546	1549
L.S. H.F.O. SETT.T. (P)	104,9	96,4	-103,620	17,637	-9989	1700
L.S. H.F.O.SERV.T. (P)	78,7	75,5	-100,610	17,637	-7596	1332
Всього моторного палива		2050,2			-205292	37620
Дизельне паливо $\rho = 0,90 \text{ т/м}^3$						
M. D.O.SERV.T (P)	50,0	49,5	-109,210	20,526	-5406	1016
M. D.O.STOR.T (S)	196,3	135,5	-110,832	20,494	-15018	2777
Всього дизельного палива		185,0			-20424	3793
Мастило $\rho = 0,90 \text{ т/м}^3$						
CYL. O. STOR. T. (P)	69,5	41,2	-112,797	20,488	-4647	844
G/E L. O. STOR. T. (P)	3,5	2,3	-116,780	18,613	-269	43
MAIN L.O. SETT. T. (P)	72,1	28,4	-115,570	20,514	-3282	583
MAIN L.O.STOR. T. (P)	38,1	19,6	-115,298	20,708	-2260	406

Продовження табл.4.1

1	2	3	4	5	6	7
MAIN L. O. SUMP. T. (C)	33,1	17,5	-108,233	1,487	-1894	26
TURB. L. O. STOR. T. (P)	3,5	2,6	-116,780	18,613	-304	48
G/E L. O. SETT. T. (P)	5,4	3,3	-116,780	21,805	-385	72
Всього мастила		114,9			-13041	2022
Вода $\rho = 1,00 \text{ т/м}^3$						
D. W. T. (P)	170,4	120,0	-122,494	21,020	-14699	2522
F. W. T.(S)	312,4	250,0	-124,051	21,033	-31013	5258
Всього води		370,0			-45712	7780
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:		2720,1	-104,58	18,83	-284469	51215

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 $\rho = 0,99 \text{ т/м}^3$						
NO.2 H.F.O.T.(P)	870,4	300	-100,663	18,728	-30199	5618
NO.2 H.F.O.T.(S)	1212,9	412	-99,841	18,319	-41134	7547
H.F.O.SERV.T. (P)	102,2	100,5	-97,645	17,637	-9813	1773
H.F.O. SETT.T. (P)	99,4	87,8	-97,340	17,637	-8546	1549
L.S. H.F.O. SETT.T. (P)	104,9	96,4	-103,620	17,637	-9989	1700
L.S. H.F.O.SERV.T. (P)	78,7	75,5	-100,610	17,637	-7596	1332
Всього моторного палива		1072,2			-107277	19519
Дизельне паливо $\rho = 0,90 \text{ т/м}^3$						
M. D.O.SERV.T (P)	50,0	49,5	-109,210	20,526	-5406	1016
M. D.O.STOR.T (S)	196,3	94,7	-110,832	20,494	-10496	1941
Всього дизельного палива		144,2			-15902	2957
Мастило $\rho = 0,90 \text{ т/м}^3$						
CYL. O. STOR. T. (P)	69,5	39,2	-112,797	20,488	-4422	803
G/E L. O. STOR. T. (P)	3,5	2,3	-116,780	18,613	-269	43
MAIN L.O. SETT. T. (P)	72,1	26,4	-115,570	20,514	-3051	542
MAIN L.O.STOR. T. (P)	38,1	18,7	-115,298	20,708	-2156	387
MAIN L. O. SUMP. T. (C)	33,1	17,5	-108,233	1,487	-1894	26
TURB. L. O. STOR. T. (P)	3,5	2,6	-116,780	18,613	-304	48

Продовження табл.4.2

1	2	3	4	5	6	7
G/E L. O. SETT. T. (P)	5,4	3,3	-116,780	21,805	-385	72
Всього мастила		110,0			-12481	1921
Вода $\rho = 1,00 \text{ т/м}^3$						
D. W. T. (P)	170,4	90,0	-122,494	21,020	-11024	1892
F. W. T.(S)	312,4	198,5	-124,051	21,033	-24624	4175
Всього води		288,5			-35648	6067
ВСЬОГО ЗАПАСІВ		1614,9	-106,08	18,86	-171308	30464

Розподіл вантажів представлений у табл.4.3.

Таблиця 4.3 – Розподіл вантажів

Найменування приміщень і вантажу	m, т	V, м ³	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
NO.1 C. O. T. (P)	8800,0	10057,1	101,946	12,430	897125	109384
NO.1 C. O. T. (S)	8800,0	10057,1	101,946	12,430	897125	109384
NO.2 C. O. T. (P)	13267,5	15162,9	70,112	13,566	930211	179987
NO.2 C. O. T. (S)	13267,5	15162,9	70,112	13,566	930211	179987
NO.3 C. O. T. (P)	13390,6	15303,5	36,155	13,562	484137	181603
NO.3 C. O. T. (S)	13390,6	15303,5	36,155	13,562	484137	181603
NO.4 C. O. T. (P)	13391,4	15304,5	2,105	13,562	28189	181614
NO.4 C. O. T. (S)	13391,4	15304,5	2,105	13,562	28189	181614
NO.5 C. O. T. (P)	13390,2	15303,1	-31,495	13,562	-421724	181598
NO.5 C. O. T. (S)	13390,2	15303,1	-31,945	13,562	-427750	181598
NO.6 C. O. T. (P)	12630,8	14435,2	-65,469	13,944	-826926	176124
NO.6 C. O. T. (S)	12630,8	14435,2	-65,469	13,944	-826926	176124
SLOP T. (P)	1535,0	1754,3	-85,439	14,817	-131149	22744
SLOP T. (S)	1535,0	1754,3	-85,439	14,817	-131149	22744
ВСЬОГО ВАНТАЖУ:	152811,0	174641,2	12,520	13,520	1913700	2066108

На прихід для забезпечення посадки з диферентом на корму необхідно прийняти баласт.

Таблиця 4.4 – Розподілу баласту

Найменування цистерн	Місткість, т	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			X	Z	M _x	M _z
NO. 6 W. B. T. (P)	4861,8	700	-66,06	0,611	-46242	428
NO. 6 W. B. T. (S)	4861,8	700	-66,06	0,611	-46242	428
ВСЬОГО БАЛАСТУ:		1400	-66,06	0,611	-92484	856

На основі виконаних розподілів вантажу, запасів і баласту складемо таблицю зведених даних і розрахунку водотоннажності з координатами центра ваги судна на відхід і на прихід.

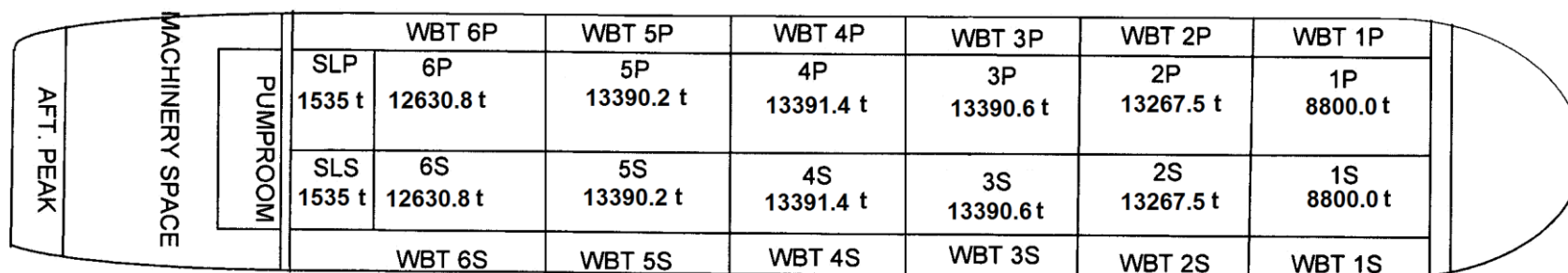
Таблиця 4.5 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на відхід

Найменування статей навантаження	На відхід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		x	z	M _x	M _z
Судно порожнє	26279,5	-9,28	12,31	-243874	323501
Константа	189,8	-33,20	12,86	-6303	2441
Суднові запаси	2720,1	-104,58	18,83	-284469	51215
Вантаж	152811,0	12,520	13,520	1913700	2066108
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНІСТЬ:	182000,4	7,58	13,42	1379054	2443265

Таблиця 4.6 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на прихід

Найменування статей навантаження	На прихід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		x	z	M _x	M _z
Судно порожнє	26279,5	-9,28	12,31	-243874	323501
Константа	189,8	-33,20	12,86	-6303	2441
Суднові запаси	1614,9	-106,08	18,86	-171308	30464
Вантаж	152811,0	12,520	13,520	1913700	2066108
Баласт	1400	-66,06	0,611	-92484	856
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНІСТЬ:	182295,2	7,68	13,29	1399731	2423370

Схематично вантажний план представлений на рис.4.1.



The diagram illustrates the cargo plan of a ship, showing the layout of the deck and the distribution of cargo weights. The ship's length is 16.53 m (Lk) and the height is 16.42 m (Hn). The deck is divided into several sections: AFT. PEAK, MACHINERY SPACE, and PUMPROOM. The cargo is distributed across six longitudinal sections (WB 1 to WB 6) and two transverse sections (SLP and SLS). The weights are given in tonnes (t).

		WB 6P	WB 5P	WB 4P	WB 3P	WB 2P	WB 1P
SLP	1535 t	6P 12630.8 t	5P 13390.2 t	4P 13391.4 t	3P 13390.6 t	2P 13267.5 t	1P 8800.0 t
SLS	1535 t	6S 12630.8 t	5S 13390.2 t	4S 13391.4 t	3S 13390.6 t	2S 13267.5 t	1S 8800.0 t
		WB 6S	WB 5S	WB 4S	WB 3S	WB 2S	WB 1S

 $L_k = 16,53 \text{ м}$
 $H_n = 16,42 \text{ м}$

Рисунок 4.1 – Вантажний план судна

4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності

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

Таблиця 4.7 – Розрахунки посадки судна на відхід і на прихід

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	182000,4	182295,2
Абсциса центра ваги судна, м	x_g	7,58	7,68
Водотоннажність об'ємна, м ³	$V = D / \rho$	177561	177849
Густина забортної води, т/м ³	ρ	1,025	1,025
Осадка судна, м	T	16,48	16,51
Момент диферентуючий на 1 см, тм/см	M_{cm}	2297,2	2298,7
Абсциса центра величини судна, м	x_c	7,72	7,7
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	x_f	-2,26	2,28
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	20,09	20,09
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,820	0,820
Диферент судна, м	$d = D(x_g - x_c) / (100M_{cm})$	-0,11	-0,02
Осадка судна носом, м	$T_n = T + (L/2 - x_f) d / L$	16,42	16,50
Осадка судна кормою, м	$T_k = T_n - d$	16,53	16,52

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

Таблиця 4.8 – Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h , тм
NO.2 H.F.O.T.(P)	554
NO.2 H.F.O.T.(S)	678
M. D.O.STOR.T (S)	249
D. W. T. (P)	125
F. W. T.(S)	273
NO.1 C. O. T. (P)	13047
NO.1 C. O. T. (S)	13047
NO.2 C. O. T. (P)	2621
NO.2 C. O. T. (S)	2621
NO.3 C. O. T. (P)	2621
NO.3 C. O. T. (S)	2621
NO.4 C. O. T. (P)	2621
NO.4 C. O. T. (S)	2621
NO.5 C. O. T. (P)	2621
NO.5 C. O. T. (S)	2621
NO.6 C. O. T. (P)	2621
NO.6 C. O. T. (S)	2621
SLOP T. (P)	322
SLOP T. (S)	322
NO. 6 W. B. T. (P)	25610
NO. 6 W. B. T. (S)	25610
Сума: $\Sigma \Delta m_h$	106047

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний в табл.4.9.

Таблиця 4.9 – Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	182000,4	182295,2
Невиправлена апліката центра ваги судна, м	z_{g0}	13,42	13,29
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	20,09	20,09

Продовження табл.4.9

1	2	3	4
Невиправлена метацентрична висота, м	$h_0 = z_m - z_{g0}$	6,67	6,80
Виправлення на вільні поверхні, м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / D$	0,58	0,58
Виправлена апліката центра ваги судна, м	$z_g = z_{g0} + \Delta h$	14,00	13,87
Виправлена метацентрична висота, м	$h = h_0 - \Delta h$	6,09	6,22

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	182000,4	182295,2
Виправлена апліката Ц.В. судна, м	z_g	14,00	13,87
Максимальна гранична апліката Ц.В., м	$z_g^{\max}$	17,63	17,63

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

4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності

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

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

Плечі остійності ваги необхідно розраховувати по формулі:

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

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

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

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							182000,4	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							13,42	
Апліката умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м							14,00	
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плече форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \cdot \sin \theta^\circ$	Плече статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \theta^\circ$, м	Множник	Добуток	Множник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	3,510	0,174	2,436	1,074	4	4,296	3	3,222
20	6,948	0,342	4,788	2,160	2	4,320	3	6,480
30	9,573	0,500	7,000	2,573	4	10,292	1	2,573
40	11,539	0,643	9,002	2,537	1	2,537	Σ_{30}	12,275
50	12,805	0,766	10,724	2,081	Σ_{40}	21,445	$a_{0-30} = 3 \times 0,1745 \times 12,275 / 8 = 0,803$	
60	13,442	0,866	12,124	1,318	$a_{0-40} = 0,1745 \times 21,445 / 3 = 1,247$			
70	13,545	0,940	13,160	0,385				
					$a_{30-40} = 1,247 - 0,803 = 0,444$			

Таблиця 4.12 – Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність D, т							182295,2	
Апліката центра ваги судна z _{g0} , м							13,29	
Апліката умовного центра мас z _m , м (полюс – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, z _g = z _{g0} + Δh, м							13,87	
Δθ = 0,1745 ≈ 10°/57,3								
Кут крену θ°	Плече форми, l _φ , м	sin θ°	z _g ·sin θ°	Плече статичної остійності l= l _φ - z _g ·sin θ°, м	Множник	Добуток	Множник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	3,510	0,174	2,413	1,097	4	4,388	3	3,291
20	6,943	0,342	4,744	2,199	2	4,398	3	6,597
30	9,560	0,500	6,935	2,625	4	10,500	1	2,625
40	11,524	0,643	8,918	2,606	1	2,606	Σ ₃₀	12,513
50	12,791	0,766	10,624	2,167	Σ ₄₀	21,892	α ₀₋₃₀ = 3×0,1745×12,513/8 = 0,819	
60	13,431	0,866	12,011	1,420	α ₀₋₄₀ = 0,1745×21,892/3 = 1,273			
70	13,537	0,940	13,038	0,499				
					α ₃₀₋₄₀ = 1,273-0,819 = 0,454			

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

4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності

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

Остійність судна вважається достатньою, якщо задовольняються загальні для всіх суден вимоги до критерія погоди, кута крену від дії постійного вітру й діаграми статичної остійності (ДСО).

Розрахунок нормованих параметрів остійності виконаний у табл. 4.13.

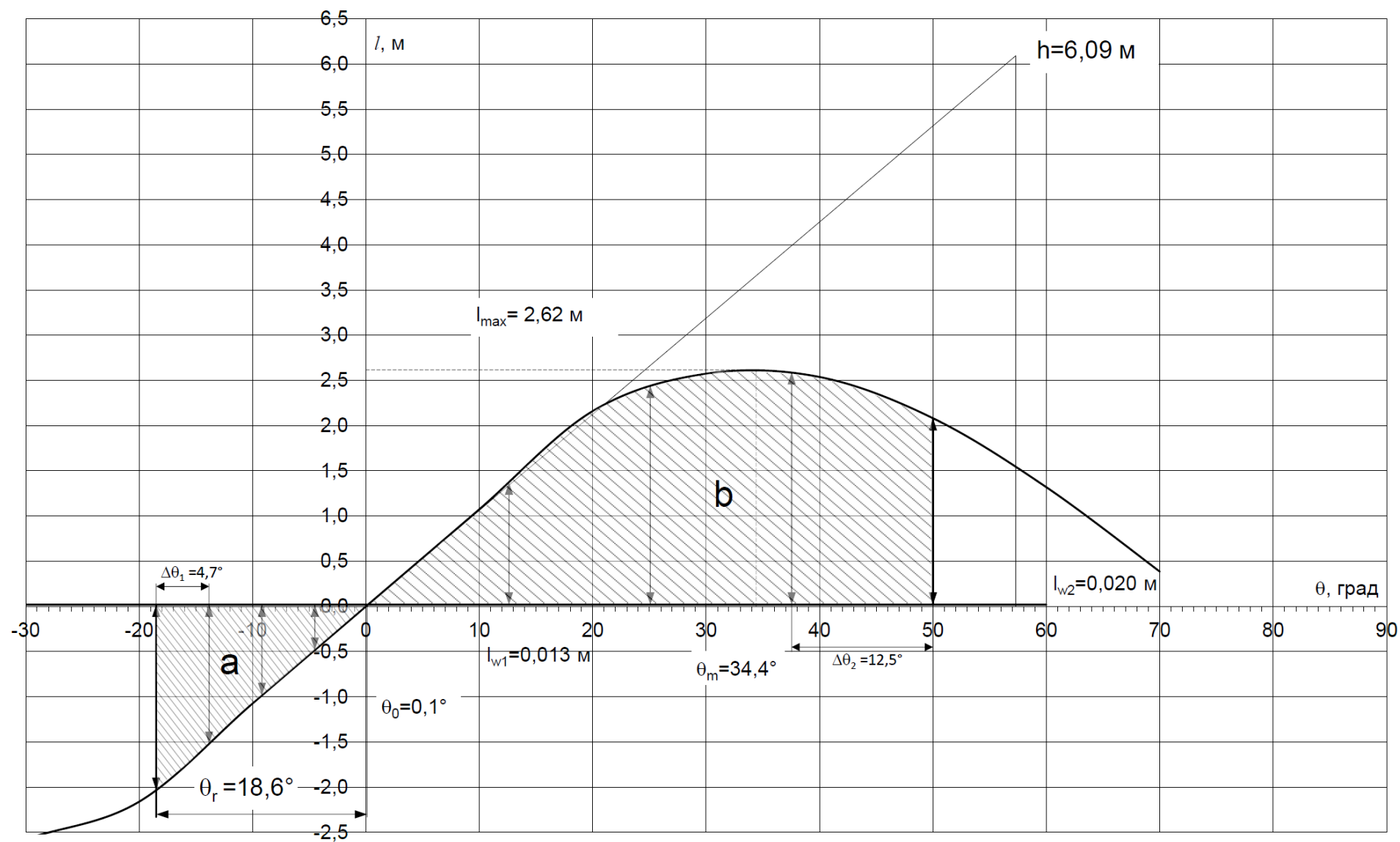


Рисунок 4.2 - Діаграма статичної остійності на відхід і визначення критерію погоди

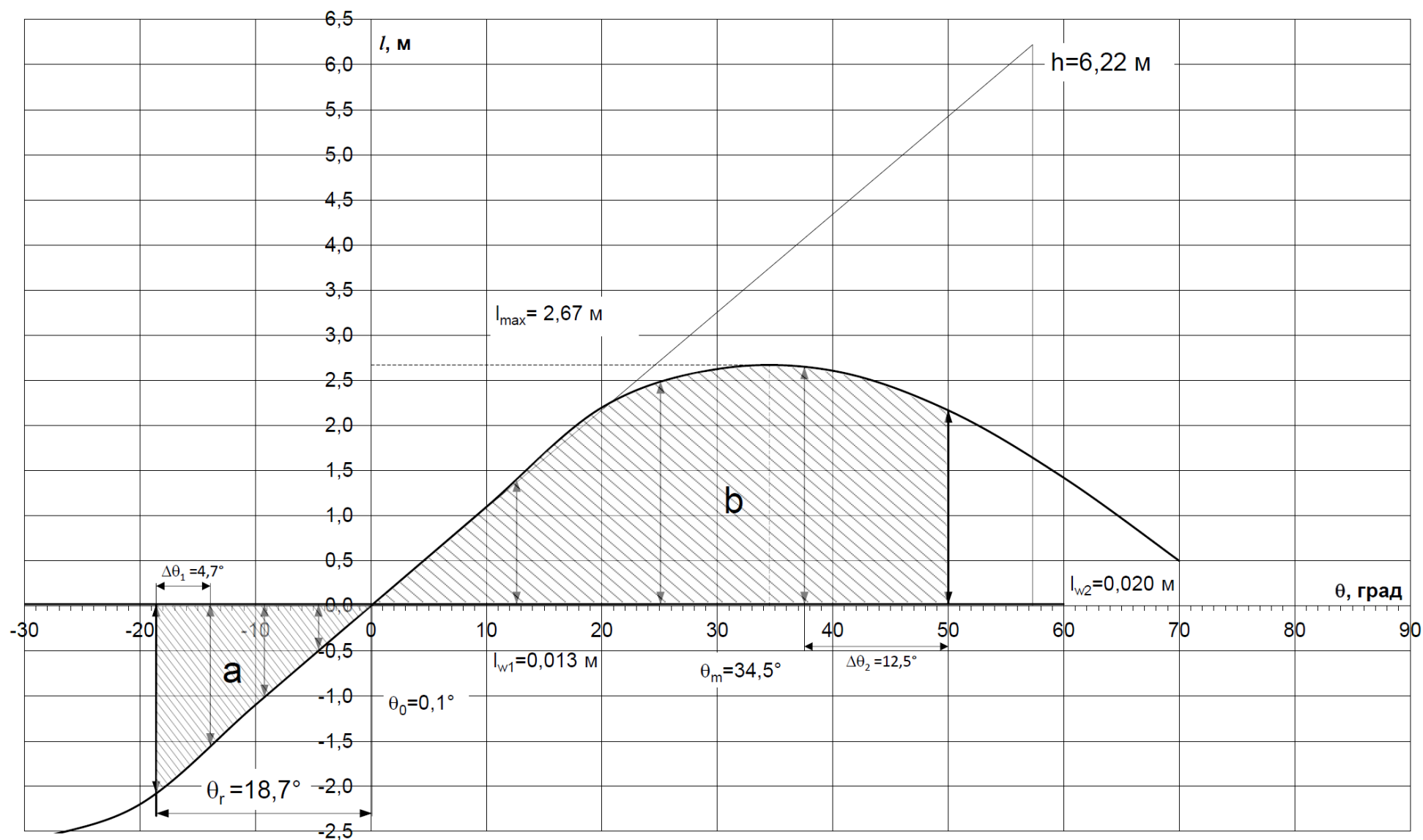


Рисунок 4.3 - Діаграма статичної остійності на прихід і визначення критерію погоди

Таблиця 4.13–Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	182000,4	182295,2
Осадка судна, м	T	16,48	16,51
Виправлена метацентрична висота, м	h	6,09	6,22
Площа парусності, м ²	A _v	3251	3259
Апліката центра парусності (ЦП), м	z	5,77	5,76
Плече парусності при постійному вітрі, м	$z_v = z + T/2$	14,01	14,02
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	$l_{w1}=0,504 A_v z_v / (gD)$	0,013	0,013
Кренувальне плече від пориву вітру, м	$l_{w2} = 1,5 l_{w1}$	0,020	0,020
Відносна площа скулових кілей,%	$100 A_k / (L B)$	-	
Коефіцієнт	k	1	
Відносна ширина	B/T	3,03	3,03
Безрозмірний множник	X ₁	0,894	0,894
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,820	0,820
Безрозмірний множник	X ₂	1,000	1,000
Інерційний коефіцієнт	$c=0,373+0,023B/T-0,043L/100$	0,329	0,329
Період хитавиці, с	$T_0 = 2 c B / \sqrt{h}$	13,3	13,2
Коефіцієнт	S	0,0572	0,0578
Коефіцієнт	$r = 0,73 + 0,6 (z_g - T) / T$	0,640	0,634
Амплітуда хитавиці, °	$\theta_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{r S}$	18,6	18,7
Кут заливання, °	θ _f	>60	>60
Кут входу палуби у воду, °	$\theta_d = \arctg(2(H- T) / B)$	14,8	14,8
Кут крену від постійного вітру, °	θ ₀	0,1	0,1
Кут крену при хитавиці назустріч вітру, °	$\theta_1 = \theta_r - \theta_0$	18,5	18,6
Границя площ.“b” діаграми праворуч, °	θ _b	50	50
Площа “a” діаграми, м-рад	a	0,332	0,341
Площа “b” діаграми, м-рад	b	1,639	1,678
Критерій погоди	$K = b / a$	4,94	4,92

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

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (18,5 + 1,5 \cdot 0,1)/4 = 4,68^\circ$			$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 4,68^\circ/57,3 = 0,0816 \text{ рад}$		
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 0,1)/4 = 12,48^\circ$			$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 12,48^\circ/57,3 = 0,2177 \text{ рад}$		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 2,05$	1	2,05	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 1,54$	4	6,16	$b_2 = 1,35$	4	5,40
$a_3 = 1,00$	2	2,00	$b_3 = 2,42$	2	4,84
$a_4 = 0,50$	4	2,00	$b_4 = 2,57$	4	10,28
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 2,061$	1	2,061
		$\Sigma_a = 12,21$			$\Sigma_b = 22,581$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 12,21 \times 0,0816 = 0,332$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 22,581 \times 0,2177 = 1,639$		

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

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (18,6 + 1,5 \cdot 0,1)/4 = 4,7^\circ$			$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 4,7^\circ/57,3 = 0,082 \text{ рад}$		
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 0,1)/4 = 12,48^\circ$			$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 12,48^\circ/57,3 = 0,2177 \text{ рад}$		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 2,10$	1	2,10	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 1,57$	4	6,28	$b_2 = 1,38$	4	5,52
$a_3 = 1,03$	2	2,06	$b_3 = 2,47$	2	4,94
$a_4 = 0,51$	4	2,04	$b_4 = 2,63$	4	10,52
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 2,147$	1	2,147
		$\Sigma_a = 12,48$			$\Sigma_b = 23,127$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 12,48 \times 0,082 = 0,341$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 23,127 \times 0,2177 = 1,678$		

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	0,803	0,819	YES
Площа під ДСО до кута крену 40 ⁰ , м·рад	A ₄₀	≥ 0,09	1,247	1,273	YES
Площа під ДСО між 30 ° і 40 °, м рад	A ₃₀₋₄₀	≥ 0,03	0,444	0,454	YES
Плече ДСО при куті крену 30° або більше, м	l ₃₀	≥ 0,20	2,573	2,625	YES
Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, °	θ _m	≥ 25	34,4	34,5	YES
Виправлена метацентрична висота, м	h	> 0,15	6,09	6,22	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	4,94	4,92	YES
Кут крену від постійного вітру, °	θ ₀	≤ 11.8	0,1	0,1	YES

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

4.7 Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу

Загальна міцність контролюється по силах, що 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 допустимими значеннями.

Розрахунок міцності виконаємо використовуючи схвалену класифікаційним товариством програму.

Результати розрахунку по судновій програмі сили, що перерізує, SF і згинального моменту BM на відхід судна представлені в табл.4.17.

Таблиця 4.17 – Перевірка подовжньої міцності на відхід

Переріз	SF, т	SFsea, %	Доп.SF, т	BM, тм	BMsea, %	Доп.BM, тм
14	647	16,2	4001	4532	13,3	34012
28,5	-143	2,4	-6002	8437	10,6	79527
43	-815	10,2	-8003	3755	3	125043
49	-1425	17	-8403	-1469	1,5	-100034
54	-1877	21,6	-8703	-8553	7,1	-120041
55	-1715	14,8	-11604	-15973	11,4	-140048
58,5	-1216	11,6	-10504	-40372	17,4	-232387
62	-881	8,3	-10604	-57480	18,2	-315108
65,5	-735	6,9	-10604	-70735	22,4	-315108
69	-621	5,9	-10604	-81907	26	-315108
72,5	-379	3,2	-11758	-90388	28,7	-315108
76	-179	1,2	-14605	-94708	30,1	-315108
79,5	87	0,7	12317	-95027	30,2	-315108
83	371	3,2	11604	-90639	28,8	-315108
86,5	720	6,3	11360	-80823	35,1	-230337
90	1233	10	12304	-63905	35,5	-180062
93,5	1771	15,4	11491	-38622	35,1	-110038
97	1848	26,4	7002	-7668	19,2	-40014

Максимальна перерізуюча сила 1877 т на 54 шпангоуті.

Максимальний згинальний момент -95027тм на 79,5 шпангоуті.

На рис.4.4. представлена епюра міцності на відхід.

За результатами розрахунків можна зробити висновок, що протягом усього рейсу загальна поздовжня міцність забезпечена.

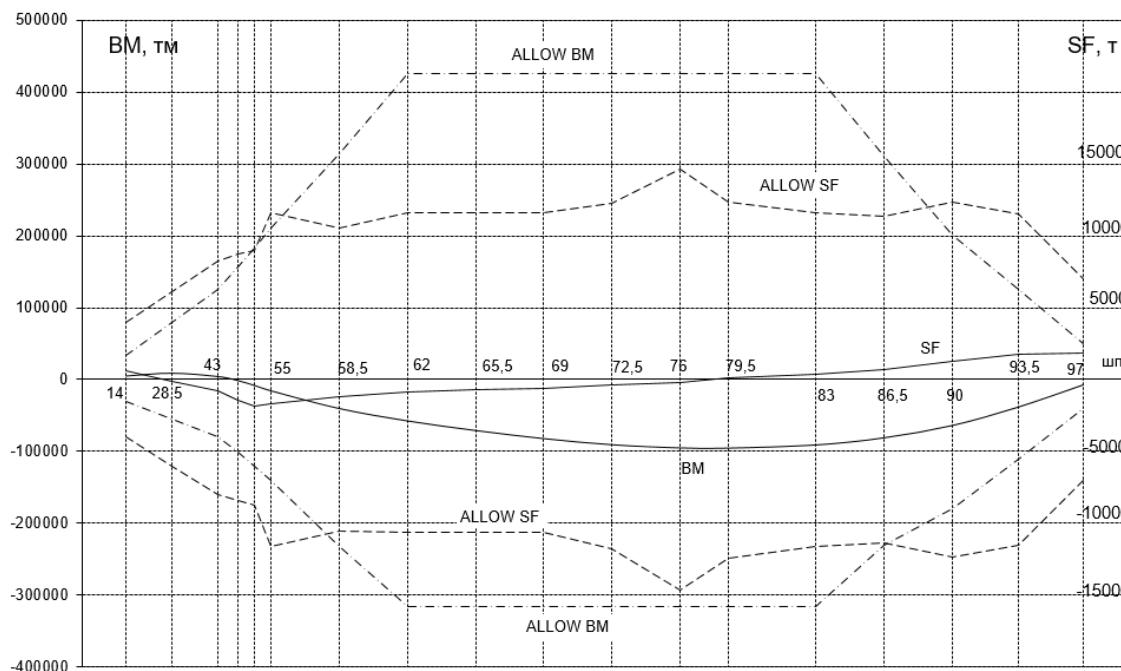


Рисунок 4.4 - Контроль міцності на відхід

РОЗДІЛ 5

РОЛЬ Е-НАВІГАЦІЇ В ПІДВИЩЕННІ ЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВОДІННЯ

Ідея впровадження електронної навігації (е-Навігації) як комплексної концепції підтримки судноплавства була офіційно представлена у 2005 році, коли низка держав направили до Міжнародної морської організації (ІМО) ініціативу щодо необхідності розроблення стратегії забезпечення судноводіїв та берегових служб надійними навігаційними та комунікаційними засобами, здатними мінімізувати ймовірність помилок у мореплавстві [23]. Концепція була підтримана широким колом зацікавлених сторін, включаючи моряків, судновласників, виробників обладнання, гідрографічні та лоцманські служби, страхові компанії та інші організації морської індустрії.

Подальший розвиток е-Навігації отримав на 85-й сесії Комітету з безпеки на морі (MSC) ІМО у 2008 році, де її було визначено як узгоджений процес збору, комплексування, передачі, відтворення та аналізу інформації про морську обстановку на судні та на березі з використанням електронних засобів.

Основною метою зазначено підвищення безпеки судноплавства, ефективності морських операцій та захисту морського середовища [24].

5.1 Концепція Е-Навігації

5.1.1 Інформаційні технології як основа е-Навігації

Інформаційні технології (ІТ), відповідно до визначення ЮНЕСКО, являють собою комплекс наукових, інженерних і технологічних рішень, що забезпечують збирання, обробку, зберігання та передачу інформації. У сучасних умовах ІТ асоціюються насамперед із комп'ютерними технологіями, які сприяють зниженню трудомісткості інформаційних процесів, підвищенню їхньої надійності, оперативності та якості.

До ключових операцій у сфері інформаційних технологій належать: збирання, передавання, введення, обробка, аналіз, зберігання, пошук та виведення інформації. Основними властивостями ІТ є доцільність, структурованість, взаємодія з зовнішнім середовищем, цілісність та здатність до розвитку [30].

Мета інформаційної технології - зниження трудомісткості процесів використання інформаційного ресурсу, підвищення їх надійності та оперативності, виробництво інформації для її аналізу людиною і прийняття на його основі рішення з виконання певних дій.

Застосування інформаційних технологій включає виконання послідовності дій над інформацією з використанням засобів і методів автоматизації. Ці дії можуть бути об'єднані в типові технологічні операції [30]:

- збір і реєстрація інформації;
- передача інформації;
- введення інформації;
- обробка інформації;
- висновок інформації;

- зберігання інформації;
- накопичення інформації;
- пошук інформації;
- аналіз інформації.

Основними властивостями інформаційної технології є:

- доцільність;
 - наявність компонентів і структури;
 - взаємодія з зовнішнім середовищем;
 - цілісність;
- розвиток в часі.

Доцільність - головна складова реалізації інформаційної технології. Вона полягає у підвищенні ефективності виробництва на базі використання сучасних комп'ютерів, розподіленої переробки інформації, розподілених баз даних, різних інформаційних обчислювальних мереж шляхом забезпечення циркуляції і переробки інформації.

Структура ІТ включає утворюють її компоненти і взаємозв'язки між ними.

Взаємодія інформаційної технології з зовнішнім середовищем - це взаємодія з об'єктами управління, підприємствами і системами, наукою, промисловістю програмних і технічних засобів автоматизації.

Цілісність ІТ визначається її здатністю вирішувати завдання, не властиві жодному з її окремих компонентів.

Інформаційна технологія має свої методи і засоби реалізації [30]. Методи ІТ забезпечують виконання всіх типових технологічних процесів при оперуванні з інформацією. Засоби реалізації ІТ поділяються на інформаційні, математичні, програмні, технічні та інші.

Характерними рисами ІТ є:

- інформаційні технології оперують з даними і / або знаннями;
- процеси обробки даних в інформаційних технологіях поділяються на

операції, відповідні області застосування ІТ;

- керуючі впливу на процеси в ІТ здійснюються особами, які приймають рішення;
- критеріями оптимальності інформаційних процесів є точність, надійність, достовірність, повнота інформаційного продукту і своєчасність доставки його користувачам;
- інформаційні технології забезпечують декомпозицію процесу обробки даних на етапи, операції, дії;
- сукупність елементів ІТ забезпечує досягнення поставленої мети.

ІТ відіграють важливу роль у морській галузі, зокрема у створенні навігаційних систем, автоматизації процесів управління рухом суден, розробленні алгоритмів підтримки прийняття рішень та оптимізації виробничих процесів у судноплавних компаніях [25].

Таблиця 5.1 – Основні властивості інформаційних технологій

Властивість	Характеристика
Доцільність	Забезпечення ефективності обробки інформації та зниження трудомісткості процесів
Структурність	Наявність взаємопов'язаних компонентів та чіткої архітектури
Взаємодія з середовищем	Зв'язок із системами управління, виробництвом, користувачами
Цілісність	Здатність виконувати завдання, недсяжні для окремих компонентів
Розвиток	Адаптивність та можливість модернізації

На сучасному етапі ІТ грають виключно важливу роль в забезпеченні інформаційної взаємодії між людьми, а також в системах підготовки і поширення масової інформації з каналів телекомунікаційного зв'язку [25].

5.1.2 Визначення е-Навігації та сфера її застосування

Згідно з документами ІМО, е-Навігація визначається як комплекс заходів, спрямованих на інтеграцію, збір, обмін, відтворення й аналіз морських даних на

судні та на березі за допомогою електронних засобів. Її призначення полягає у задоволенні поточних і перспективних потреб користувачів шляхом стандартизації навігаційних систем і берегових служб забезпечення мореплавства.

У загальному розумінні е-Навігація [26, 32] це комплексне використання інформації від навігаційних, картографічних, гідрографічних, метеорологічних та інших систем забезпечення судноплавства (ОСС). До її базових компонентів належать: AIS, Radar/ARPA, ECDIS, IBS/INS, GNSS, LRIT, AtoN, VTS, PPU тощо.

Основними групами користувачів концепції є: судноводії, оператори VTS, лоцмани, судновласники, гідрографічні служби, прибережні держави, виробники обладнання та ін.

Е-Навігація сприяє:

- зменшенню навігаційних помилок;
- підвищенню ефективності планування рейсів;
- оптимізації взаємодії між судном і берегом;
- покращенню пошуково-рятувальних операцій;
- зменшенню ризику забруднення довкілля [25].

Таблиця 5.2 – Основні компоненти е-Навігації

Група систем	Приклади
Навігаційні системи	Radar/ARPA, ECDIS, IBS/INS, GNSS
Ідентифікація та моніторинг	AIS, LRIT
Засоби навігаційного огороження	AtoN
Комунікаційні системи	GMDSS, NAVTEX, інтернет-сервіси
Системи управління рухом	VTS, PPU, TCS

5.1.3 Призначення системи та реалізація її цілей

Система е-Навігації створена з метою підтримки процесів прийняття рішень у морському судноводінні та підвищення рівня безпеки шляхом використання інтелектуальних бортових і берегових систем аналізу даних [34, 35].

Одна з цілей е-Навігації полягає в об'єднанні судноводіїв та операторів VTS в єдину команду для досягнення безпечного судноплавства шляхом обміну інформацією. Виділяють сім ключових компонентів е-Навігації, які застосовні як на борту судна, так і на березі:

1. Електронні карти і інформація про погоду;
2. Електронні сигнали про позицію;
3. Електронна інформація про маршрут судна, про курс, про маневрування;
4. Передача навігаційної інформації;
5. Відображення інформації;
6. Інформаційні повідомлення, визначення пріоритетів і можливість попереджень;
7. Передача сповіщень про лихо і морська інформація з безпеки.

Е-Навігація повинна гарантувати також прийом на березі і на судах інформації від навігаційних захисних і передачу їм цих стандартизованим узгодженим способом, щоб полегшити оцінку навігаційної обстановки [32]. Важливими проблемами е-Навігації також є:

- визначення відповідальності провайдера послуг (особливо для глобальних і широко зонних позиційних систем) для нещасних випадків, викликаних неробочим станом цих систем;
- налагодження міжнародного співробітництва між постачальниками послуг GNSS і іншими службами (комерційними, пошуку і рятування, пов'язаними з визначеннями місця, із забезпеченням безпеки життя і т.д.);
- вирішення проблеми відповідальності основного і додаткових навігаційних системних провайдерів.

У детальному вигляді головні цілі е-Навігації сформульовані ІМО спільно з IALA і ІНО [36]. Целі:

1. Підвищення рівня безпеки мореплавання і судноплавства при повніше врахування навігаційної, гідрографічної та метеорологічної інформації;
2. Удосконалення спостереження за судами, моніторингу та управління рухом суден з боку берегових служб;
3. Підвищення рівня достовірності, доступності, цілісності даних і безперервності обміну ними в системах забезпечення безпеки мореплавання;
4. Попередження навігаційних аварій, підвищення ефективності заходів щодо запобігання надзвичайних подій;
5. Розвиток систем зв'язку для зручного обміну даними між судами, судном і берегом, береговими об'єктами і іншими користувачами;
6. Підвищення ефективності перевезень і логістики;
7. Поліпшення ефективності служб пошуку та рятування;
8. Інтегрування інформаційних систем на суднах і березі, зростання якості подання інформації для мінімізації помилок персоналу в процесі прийняття управлінських рішень;
9. Узгодження стандартів сумісності обладнання, систем і символіки;
10. Підвищення ефективності процесів навчання персоналу.

Основою реалізації цих завдань виступають три групи компонентів:

1. суднові системи (бортові датчики, ECDIS, INS/IBS тощо);
2. берегові та супутникові системи (VTS, GNSS, AtoN);
3. інфраструктура зв'язку, яка забезпечує стандартизований обмін даними.

Суднові навігаційні системи об'єднуються в єдиний комплекс бортових датчиків, що забезпечують судноводія необхідною інформацією, а також в єдину систему управління охоронними зонами і оповіщенням. Елементами такої системи є електронні позиційні кошти з високим рівнем інтеграції, офіційні векторні електронні навігаційні карти (ENC) і функції мінімізації впливу людського фактору, що дозволяють знизити навантаження на судноводіїв.

Система управління рухом суден з роботою відповідних берегових служб реалізує схеми підтримки і координації рішень в мореплаванні, а також обмін даними в форматах зрозумілих для операторів берегових служб і судноводіїв. Це підвищить безпеку і ефективність експлуатації морських суден.

Комунікаційна інфраструктура забезпечить авторизовану пряму передачу інформації на судно, між судами, між судном і берегом, а також між береговими службами та іншими сторонами з усіма супутніми перевагами.

Основні цілі е-Навігації досягаються за рахунок кращого використання таких елементів, як:

- узгоджені і стандартизовані дані і інформаційний обмін;
- сумісність комунікаційних технологій, пов'язаних з ними протоколів і архітектури системи відповідно до інструкцій ІТУ;
- інформаційний аналіз і управління системами, розробленими відповідно до вимог ІМО;
- мостикові дисплеї і інтерфейси з можливістю подання інформації в стандартизованому форматі;
- висока цілісність інформації про позицію і часу;
- які стосуються навігації дані, такі як гідрографічна, метеорологічна та інша інформація.

Слід зазначити, що е-Навігація - це поетапна динамічна розвивається концепція, яка буде постійно доопрацьовуватися у міру того, як будуть з'являтися нові завдання і вимоги користувачів, а також технологічні можливості для їх виконання.

При реалізації концепції е-Навігації особлива увага приділяється людському фактору, причому як на рівні розробки технічних рішень (інтерфейси, режими відтворення інформації, врахування особливостей суднового складу, операторів систем управління рухом суден і т. д.), Так і в частині професійної підготовки [25].

Таблиця 5.3 – Стратегічні цілі е-Навігації (ІМО/ІАЛА/ІНО)

№	Ціль
1	Підвищення безпеки судноплавства та навігації
2	Удосконалення моніторингу та управління рухом суден
3	Забезпечення цілісності, доступності та безперервності навігаційних даних
4	Попередження інцидентів і надзвичайних ситуацій
5	Розвиток систем зв'язку між судном і берегом
6	Підвищення ефективності морської логістики
7	Оптимізація пошуково-рятувальних операцій
8	Інтеграція інформаційних систем для зменшення навантаження на персонал
9	Уніфікація стандартів обладнання та інтерфейсів
10	Підвищення якості професійної підготовки моряків

5.2 Структура системи е-Навігації

5.2.1 Описова і функціональна системи е-Навігації

Основоположними принципами створення комплексу е-Навігація є: системність, розвиток (відкритість), сумісність, стандартизація (уніфікація) і ефективність.

Побудова е-Навігації ґрунтується на принципах: системності, відкритості, сумісності, стандартизації та ефективності.

Принцип системності полягає в тому, що при декомпозиції розв'язуваної е-Навігацією завдання повинні бути встановлені такі зв'язки між структурними компонентами системи, які забезпечують цілісність корпоративної системи і її взаємодія з іншими системами.

Принцип розвитку (відкритості) передбачає внесення змін до системи, обумовлених самими різними причинами (впровадженням нових інформаційних технологій, зміною законодавства, перебудовою організації і т. д.) Тільки шляхом доповнення без переробки вже створеного, т. д. Без порушення функціонування системи.

Принцип сумісності полягає в тому, що при створенні системи повинні бути реалізовані інформаційні інтерфейси, завдяки яким вона може взаємодіяти з іншими системами згідно з установленими правилами. В сучасних умовах найбільшою мірою це стосується мережних зв'язків локального і глобального рівнів. Принцип стандартизації (уніфікації) полягає в використанні типових, уніфікованих і стандартизованих елементів, проектних рішень, пакетів прикладних програм.

Принцип ефективності передбачає досягнення раціонального співвідношення між витратами на створення системи і цільовими ефектами, які відбиваються на одержуваній від впровадження системи прибутку.

Таблиця 5.4 – Принципи побудови системи е-Навігації

Принцип	Зміст
Системність	Узгодженість компонентів і цілісність роботи системи
Відкритість	Можливість розширення без зміни основи
Сумісність	Взаємодія з іншими системами та стандартами
Стандартизація	Використання уніфікованих рішень і протоколів
Ефективність	Раціональність витрат та оптимальність роботи

Система е-Навігація є територіально розподіленою автоматизованою системою. У ній місце розташування компонентів відіграє істотну роль з точки зору функціонування всієї системи. Для розподілених систем характерно розподіл функцій, ресурсів між безліччю елементів (вузлів) і відсутність єдиного керуючого центру.

Тому вихід з ладу одного з вузлів не призводить до повної зупинки всієї системи [25].

Електронні автоматизовані системи характеризуються з різних позицій. Тому розглядаються їх різні структури, наприклад: описова, функціональна, організаційна.

Схема, що відображає вхідну і вихідну інформацію системи і характер перетворення вхідних сигналів у вихідні, називається її описовою структурою.

Схема функціональних пристроїв системи і зв'язків між ними є її функціональною структурою.

Організаційна структура системи відображає ієрархію керуючих нею органів і обслуговуючих підрозділів.

За функціональною ознакою входять в е-Навігацію ОСС умовно можна розділити на:

- **Навігаційні засоби (датчики навігаційної інформації, ECDIS, INS, IBS, берегові і супутникові навігаційні системи);**
- **Засоби навігаційного огороження - AtoN (Aids To Navigation);**
- **Комунікаційні засоби;**
- **Засоби ідентифікації і відстеження руху суден (AIS, LRIT);**
- **Системи управління рухом суден (HCS, TCS, VTS, PPU);**

- Системи попереджень, повідомлень, сигналізації, реєстрації (Всесвітня служба навігаційних попереджень, NAVTEX, GMDSS, SSAS, BNWAS, VDR) та інші.

Розгорнута функціональна схема системи е-Навігація по відношенню до судна [37] наведена на рис. 5.1.

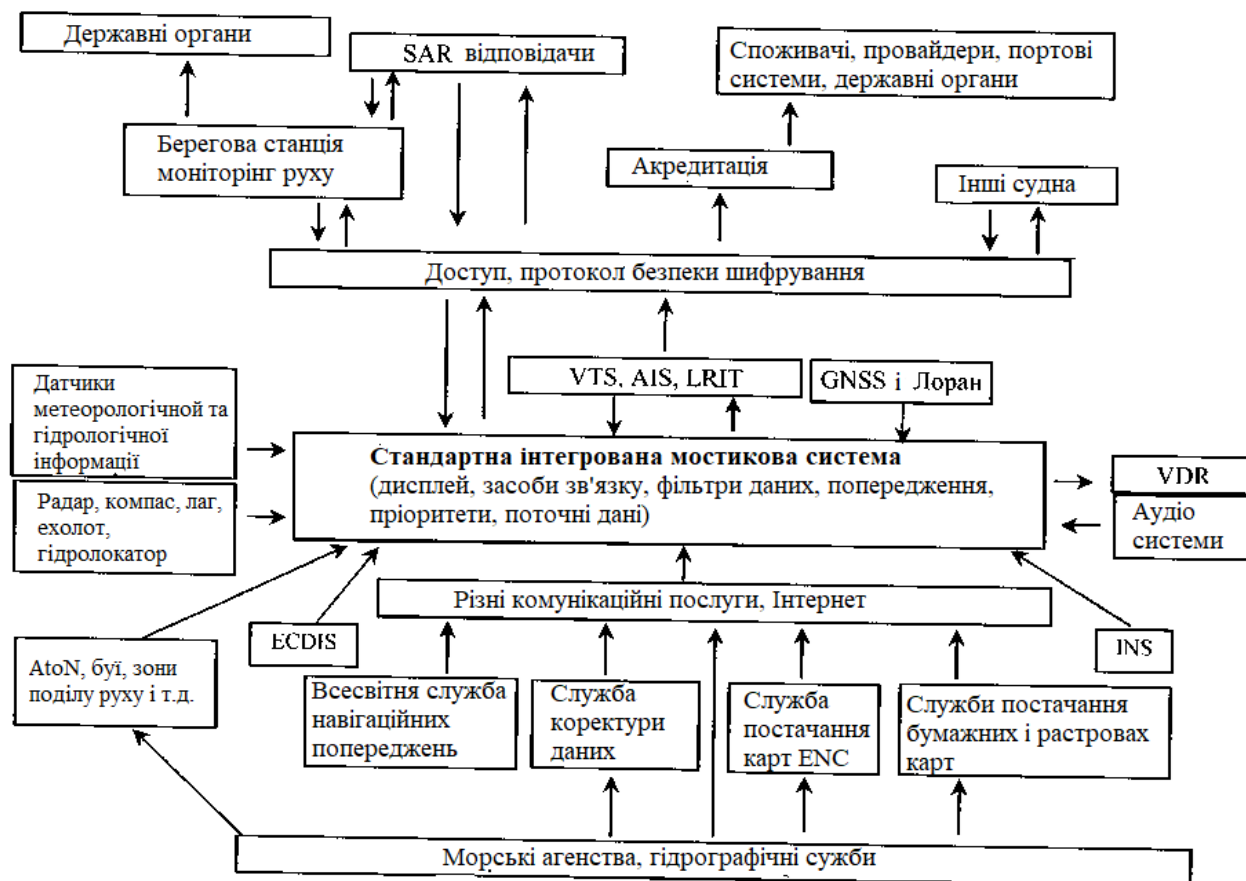


Рисунок 5.1 - Функціональна структура системи е-Навігації

5.2.2 Апаратне, програмне та інформаційне забезпечення

Забезпечення е-Навігації включає апаратну, програмну, інформаційну, лінгвістичну, організаційну та правову складові..

Система е-Навігації є територіально розподіленої інтегрованої системою. Тому її апаратне, інформаційне та програмне забезпечення також територіально розподілені.

Апаратне забезпечення - це комплекси технічних засобів, що входять в е-Навігацію (навігаційні засоби, системи зв'язку, засоби навігаційного обладнання та т. д.).

Інформаційне забезпечення комплексу е-Навігація включає:

- дані;
- методи зміни змісту інформаційних масивів;
- кошти опису даних;
- методи організації даних;
- методи зберігання даних;
- методи накопичення інформації;
- методи доступу до інформації;
- методи кодування, декодування інформації;
- методи компресії, декомпресії файлів;
- методи складання списків і каталогів з обліку даних і т. д.

Основною частиною інформаційного забезпечення є дані. Дані, які використовуються в судноводінні, називають морською інформацією. Вона ділиться на навігаційну, картографічну і іншу відповідну навігації інформацію. Остання інформація може бути двох типів - статична і динамічна [32]. До статичних даних належать:

- батиметричні з координатної прив'язкою;
- нормативні зони і райони;
- фізіографія класифікації морського дна;
- археологічні (затонулі кораблі, історичні пам'ятники);
- критичних місць проживання (наприклад, нересту риби, коралових рифів, місць гніздування, бентичні середовища);
- підводні кабелі і трубопроводи.

Динамічними є такі дані:

- припливи і нагання зганяння рівні (в реальному часі, прогнозовані);
- течії (швидкість, напрямок, час виникнення);
- льодове покриття;
- метеорологічні (швидкість і напрям вітру і ін.);
- океанографічні (висота і напрямок хвиль, солоність, температура);

- морські ссавці (наприклад, що знаходяться під загрозою зникнення кити).

Умовно в морській інформації в залежності від часу "старіння" можна виділити такі види даних:

- довготривалі (які повільно змінюються);
- короткострокові;
- підлягають безперервному оновленню.

Іноді перші дані називають статичними, другі динамічними, а треті - оперативними.

Дані в обслуговуючих судноводіння системах (ОСС) зберігаються у вигляді баз та інших структурованих масивів. Баз, що зберігають статичну інформацію, називають статичними, а бази, що містять динамічну інформацію - динамічними.

Програмне забезпечення. Все програмне забезпечення системи включає в себе дві великі групи програм: системні і прикладні. Основна відмінність цих двох груп полягає в тому, що системні програми забезпечують роботу прикладних програм за рахунок ефективного управління ресурсами системи. Прикладні програми призначені для вирішення комплексу задач в області застосування системи.

Для зменшення впливу людського фактору в е-Навігації підвищена увага приділяється: людино-машинного інтерфейсу, способам відображення даних і зображень, засобам і видам комунікацій, особливостям взаємодії мастикової команди і оператора УТ8. Основні цілі е-Навігації були визначені на 58-й сесії підкомітету з безпеки мореплавання ІМО, 2012 г. [36]. Відзначимо з цих цілей ті, які безпосередньо пов'язані з відображенням інформації в е-Навігації:

- інтегрування інформації та подання її на борту і на березі через людино-машинний інтерфейс, який повинен виключати плутанину і неправильне тлумачення з боку користувачів;
- подання інформацію на борту і на березі у вигляді, що зменшує робоче навантаження на користувачів, а також забезпечує ефективну підтримку прийняття рішень;

- полегшення глобального охоплення даних ОСС, застосування єдиних стандартів, а також взаємної лінгвістичної сумісності провідних в е-Навігацію систем з тим, щоб уникнути нерозуміння між користувачами.

При виборі способів і форм відображення інформації в е-Навігації необхідно враховувати наступне, подання інформації на борту суден або на березі не обов'язково будуть ідентичним. Користувачам зручно, коли інформація в навігаційних системах на всіх судах відображається в однаковому вигляді.

Мова, що використовується при поданні інформації, скорочення, символи, значки та інші елементи зображень повинні бути стандартними в бортових навігаційних системах, незалежно від їх виробника. Принципи оперування із зображенням також повинні бути однаковими. Перед відображенням інформація повинна агрегуватись (фільтруватися, об'єднуватися і стискатися) з метою забезпечення як повного, так і не захаращеного непотрібними і другорядними деталями представлення даних. Основне завдання агрегації - відбір істотного для ситуації, що склалася і подання його в концентрованій формі [25].

5.2.3 Забезпечення сумісності систем

Сумісність є ключовим елементом е-Навігації, оскільки система об'єднує різні технології, стандарти та інформаційні потоки. Види сумісності систем е-Навігації Наведено в таблиці 5.5.

З огляду на те, що комплекс е-Навігації складається з територіально віддалених систем, то забезпечення апаратної сумісності повністю відноситься до їхнього рівня. При об'єднанні систем в рамках комплексу е-Навігації першорядне значення має їх інформаційна і лінгвістична сумісність.

Таблиця 5.5 – Види сумісності систем е-Навігації

Вид сумісності	Суть
Технічна	Можливість взаємодії технічних засобів систем, що входять в інтегровану систему. Взаємодія обладнання різних виробників
Програмна	Це можливість роботи програм однієї системи в іншу і обміну програмами, необхідними при взаємодії цих систем. Уніфікація програмних інтерфейсів
Інформаційна	Можливість використання в системах е-Навігації одних і тих же даних і можливістю обміну даними між цими системами. Єдина структура та формат даних
Організаційна	узгодженість правил дії персоналу, що регламентують взаємодію систем. Узгодженість процедур та регламентів
Лінгвістична	Єдина термінологія, символіка та мова
Метрологічна	Узгоджені одиниці вимірювання та точність

Забезпечення інформаційної сумісності. Судноводіям в їх виробничій діяльності потрібна інформація, що відноситься до планування і виконання рейсів, оцінці навігаційних ризиків і дотримання правил. Берегові користувачі потребують інформації, що відноситься до їх морської території, в тому числі в статичної та динамічної інформації про судах і їх рейсах. Тому при утворенні комплексу е-Навігація на перший план виходять питання інформаційної сумісності входять в цей комплекс ОСС.

Для забезпечення інформаційної сумісності ОСС морська інформація повинна бути надана у вигляді узгодженої на міжнародному рівні загальної структури даних. На 54-й сесії підкомітету ІМО з безпеки судноплавства (липень 2008 року) було рекомендовано створити загальну структуру морської інформації/даних, яка буде доступна через єдину інтегровану систему. Проблеми створення єдиної структури даних як основи для е-Навігації і питання сумісності, уніфікації, стандартизації даних були також обговорені в 2010 р в Монако на семінарі ІНО. В результаті обговорень 1 але в цілях підтримки різноманітних джерел, виробів і клієнтів, що використовують цифрові гідрографічні дані, розробила стандарт S-100 [35]. Він являє собою не чергову версію S-57, а абсолютно новий стандарт, який визначає як додаткове зміст, так і нові формати морських даних.

Основна мета S-100 полягає в тому, щоб підтримати більшу різноманітність цифрових гідрографічних та інших даних, виробів і клієнтів. Нові дані включає в себе растрові дані, що змінюються в часі дані про позицію об'єктів, а також нові додатки, які виходять за рамки традиційної гідрографії. Створення формату S-100 також дає можливість використання веб-сервісів для отримання, обробки, аналізу, доступу та подання даних.

S-57 - це стандарт ІНО для обміну цифровими гідрографічними даними між гідрографічними службами і для передачі таких даних виробникам навігаційних засобів, морякам і іншим користувачам. До теперішнього часу S-57 використовувався майже виключно для кодування офіційних векторних навігаційних електронних карт (ENC) і для використання в ECDIS. Формат S-57 має багато хороших сторін, але в ньому є і обмеження, так як цей стандарт:

- розроблено в першу чергу для задоволення вимог ІМО і ІНО до ENC і ECDIS;
- не є гнучким і відкритістю;
- не може підтримувати багато видів даних;
- не забезпечує можливості використання в широкому діапазоні додатків;
- зосереджений виключно на виробництві та обміні даними ENC.

1 січня 2010 року Міжнародною гідрографічною організацією була прийнята нова модель даних, відома як S-100 - універсальна модель гідрографічних даних (Universal Hydrographic Data Model, UHDM). Цей міжнародний стандарт даних розроблявся протягом десяти років із залученням безлічі консультантів, в тому числі провідних виробників EKNIS та навігаційного обладнання. Стандарт S-100 розроблений на зміну стандарту обміну цифровими гідрографічними даними (ЦГД) S-57 в силу того, що останній не здатний підтримувати нові різновиди цифрових даних, наприклад, цифрові моделі глибин. В основу нового стандарту покладена серія 19. *** стандартів геоінформаційних систем Міжнародної організації зі стандартизації (ISO) і специфікацій Консорціуму виробників геоінформаційних систем (Open Geospatial Consortium). S-100 підтримує більш широке розмаїття джерел

продуктів і клієнтів, пов'язаних з цифровими гідрографічними даними. Він включає нові просторові моделі для підтримки зображень і ґрідірованих даних, тривимірних і змінних в часі даних (x, y, z, t), а також нових додатків, які виходять за межі можливостей традиційної гідрографії (наприклад, батиметрія високої щільності, класифікації ґрунту дна океану, морської географічної інформаційної системи і т. д.).

Є багато переваг, які будуть досягнуті від впровадження стандарту S-100. Використання розроблених ISO компонентів і термінології допоможе гарантувати, що стандарт S-100 і його майбутні розширення будуть перебувати в руслі геопросторової інформаційної промисловості. Це також повинно допомогти заохотити більш широке використання цього формату і тим самим, знизити витрати на його реалізацію для гідрографічних та інших типів додатків (наприклад, морський ГІС). Забезпечення лінгвістичної сумісності. Для досягнення ефективності комплексу е-Навігація потрібно єдине і узгоджене уявлення інформації в бортових мостікових системах, виготовлених різними виробниками, а також і в берегових системах управління рухом, для підтримки як загальної, так і певної користувачем, оперативної картини навігаційної обстановки з ієрархічним і / або табличним відображенням даними. Основну роль при вирішенні цих завдань відіграє сумісність лінгвістичних забезпечень входять в е-Навігацію систем.

Стандартизація елементів лінгвістичного забезпечення відіграє важливу роль в належній реалізації навігаційного збору інформації і обмінних процесів в е-Навігації. Досить велика робота в цьому напрямку проведена. Визначено, що в пов'язаних з судноводіння системах мовою спілкування має бути англійська. Інші мови допускаються лише як доповнення до англійського. Складено глосарії багатьох морських термінів для виключення їх неоднозначного тлумачення. Як приклад можна назвати глосарій термінів для ECDIS, наведений в публікації ІШО S-52. У додатку 2 (Color and Symbol Specifications for ECDIS, Edition 4, July 1997) до S52 міститься Бібліотека презентації (Presentation Library), що встановлює символи, кольори, колірні плани, вимоги

до дисплеїв, довідкові таблиці і правила, за якими кожен клас картографічних об'єктів з урахуванням їх атрибутів [25].

5.3 Складові частини системи е-Навігації і її роль в підвищенні ефективності судноводіння

5.3.1 Навігаційні засоби

Вимоги е-Навігації до визначень місця

Список ключових елементів, необхідних при визначеннях позиції в системі е-Навігації наведено нижче:

- відповідає вимогам резолюції ІМО А.915 (22) точність, доступність, безперервність і цілісність;
- достатня надмірність і резервування;
- сумісність систем;
- відповідні датум (вертикальні і горизонтальний).

Стандарти точності морської навігації, затверджені Резолюцією ІМО А.915 (22), 2002 г., представлені в табл. 5.6.

Таблиця 5.6 - Мінімальні вимоги до точності визначення місця

Застосування	95% погр, метри
Судноводіння:	
Океанське	10-100
Прибережне	10
Фарватер	10
Порт	1
Внутрішні водні шляхи	10
Гідрографія	1-2

Океанографія	10
Управління AtoN	1
Портові операції:	
Місцева VTS	1
Управління контейнерами / вантажами	1
Дотримання законів	1
Вантажні операції	0.1

Суднові навігаційні засоби

Технічні навігаційні засоби можуть бути судновими, береговими і космічними [25].

До суднових засобів відносяться компаси, лаги, ехолоти, навігаційні РЛС, ЗАРП, Приемоіндикатор або приймачі берегових і супутникових навігаційних систем, інерціальні системи, інтегровані навігаційні системи, ЕСБК, інтегровані системи ходового містка і ін. Коротко охарактеризуємо в цьому параграфі тільки кілька нових зразків приладів з наведеного списку.

Суднові навігаційні засоби

Технічні навігаційні засоби можуть бути судновими, береговими і космічними [25].

До суднових засобів відносяться компаси, лаги, ехолоти, навігаційні РЛС, ЗАРП, Приемоіндикатор або приймачі берегових і супутникових навігаційних систем, інерціальні системи, інтегровані навігаційні системи, ЕСБК, інтегровані системи ходового містка і ін. Коротко охарактеризуємо в цьому параграфі тільки кілька нових зразків приладів з наведеного списку.

Нові види компасів. На судах вже знаходять застосування електронні магнітні компаси, волоконно-оптичні та лазерні гірокомпаси, супутникові компаси та інші показчики курсу.

5.3.2 Комунікаційні засоби

Е-Навігація забезпечує автоматизовані і стандартизовані функції повідомлень для оптимальної комунікації судна з судном, судна з берегом, між

береговими організаціями. При комунікації з судна на берег можуть передаватися повідомлення з безпеки і оперативна навігаційна інформація. З берега судновим користувачам можуть надсилатися відомості, що мають відношення до безпеки та охорони навколишнього середовища і т.д. Повідомлення наскільки це можливо потрібно автоматизувати або попередньо готувати як з точки зору змісту, так і комунікаційних технологій. Обмін інформацією повинен бути узгоджений і спрощений для зменшення числа вимог до складання повідомлень. Під час вирішенні телекомунікаційних завдань необхідно забезпечувати захист інформації, враховувати юридичні та комерційні питання.

Нижче наведено список ключових аспектів зв'язку, що стосуються як технічних засобів е-Навігації, так і змісту інформації:

- автономний прийом і перемикання режимів (тобто, мінімальну участь оператора);
- загальні формати повідомлень;
- робастної (достатній рівень сигналу, стійкість до перешкод, ...);
- належний захист інформації (наприклад, шифрування, паролювання, електронний підпис);
- достатня пропускну здатність;
- можливість розширення функцій;
- автоматичне генерування повідомлень;
- глобальне покриття;
- використання однієї мови (англійської). Інші мови можуть допускатися тільки в якості додаткових.

Суднове радіоустаткування

Для вирішення завдань комунікації в е-Навігації використовуються різні технічні засоби: суднове радіоустаткування, берегові радіостанції, супутникові системи зв'язку.

Склад обов'язкового суднового радіобладнання повинен відповідати морському району ОМХ) 88. Він не визначається реєстрової місткістю, або водотоннажністю, або типом судна. Розрізняють такі морські райони GMDSS [42]:

- A1 - район в межах зони дії берегової ДВЧ / УКВ радіостанції (20-30 миль), що забезпечує постійну можливість оповіщення про лихо з використанням цифрового виборчого виклику (ЦВВ);
- A2 - район, за винятком морського району A1, в межах зони дії принаймні однієї берегової ПВ / КВ радіостанції, що забезпечує постійну можливість оповіщення про лихо з використанням ЦВВ (100-150 миль);
- A3 - район моря, за винятком районів A1 і A2, у межах дії геостационарних супутників системи Інмарсат (приблизно між широтами 70°N і 70°S);
- A4 - решта Світового океану (приполярні шапки).

Приблизний перелік обладнання в залежності від району плавання наведено в табл. 5.7, де позначено: ЦВВ - цифровий виборчий виклик, РЛМО -

радіолокаційний маяк - відповідач, АРБ - аварійний радіобуй, РГВ - розширений груповий виклик, УБПЧ - узкополосне буквопечатання.

Таблиця 5.7 - Склад радіообладнання судна в залежності від району плавання

№	Радіоустаткування	A1	A2	A3	A4
1	УКХ-магнітола	+	+	+	+
2	приймач ЦВВ	+	+	+	+
3	приймач НАВТЕКС	+	+	+	+
4	РЛМО (2 комплекти)	+	+	+	+
5	АРБ «КОСПАС-САРСАТ»	+	+	+	+
6	Портативні УКХ радіостанції (3 компл.)	+	+	+	+
7	СЧ / ПВ-магнітола з радіотелефоном, ЦВВ і УБПЧ		+	+	+
8	Станція «Інмарсат-С» з приймачем РДБ		+	+	+
9	ПВ / КВ-магнітола з радіотелефоном, ЦВВ і УБПЧ			+	+
10	ПВ / КВ-магнітола для радіоповідомлень загального призначення			+	+

УКХ радіостанція забезпечує радіотелефонний зв'язок і **цифровий виборчий виклик** (ЦВВ) на відстанях 20-30 морських миль. Експлуатаційні вимоги до суднових УКХ станцій радіотелефонного зв'язку та ЦВВ, наведені в резолюції ІМО А.609 (15).

Радіостанція ПВ служить для радіотелефонного зв'язку та ЦВВ на відстанях до 180 морських миль. Вона працює на частотах в діапазоні 1600-4000 КГц і використовує наступні види випромінювання:

- J3E - режим односмугової телефонії з пригніченою несучою;
- H3E - режим односмугової телефонії з повною несучою;
- F3B - режим ЦВВ;
- **J2B** - режим частотно-модульованої поднесущей, передача на одній бічній смузі з пригніченою несучою.

Експлуатаційні вимоги до суднових ПВ установкам радіотелефонного зв'язку та ЦВВ викладені в резолюції ІМО А.610(15).

Радіостанція ПВ / КВ забезпечує радіотелефонний зв'язок, вузькосмугове буквопечатання і цифровий виборчий виклик на великих відстанях. Вона працює на частотах в діапазоні 1605-27500 КГц. і використовує такі ж класи випромінювання, як ПВ радіоустановка. Експлуатаційні вимоги до суднових ПВ/КВ станцій радіотелефонного зв'язку, вузькосмуговим літеродрукувальні і ЦВВ пристроїв встановлюються резолюцією ІМО А.613(15).

Приймач розширеного групового виклику призначений для роботи в режимі постійного прийому повідомлень, пов'язаних з безпекою мореплавання:

- сигналів лиха, що ретранслюються береговою станцією;
- повідомлень, пов'язаних з координацією пошуку та рятування;
- навігаційних і метеорологічних попереджень, прогнозів погоди, термінових повідомлень.

Інформація з безпеки на морі в системі РГВ передається тільки на англійській мові. Для того щоб можна було прийняти районний груповий виклики, передбачається ручний або автоматичний введення координат судна і коду району.

Під час отримання сигналів лиха, пошуку, порятунку і терміновості подається звукова і світлова сигналізація. Вона відключається тільки вручну. В приймачі передбачена індикація про неправильну його налаштування або відсутності синхронізації. Експлуатаційні вимоги до апаратури розширеного групового виклику є в резолюції ІМО А.664(16).

Інформація передається в режимі узкополосной літеродрукувальні телеграфії з перешкодостійким кодуванням на частотах 4210,6314, 5416.5, 12879, 16806.5, 19680.5, 26100.5 КГц. При прийомі відомостей з пошуку і порятунку активується аварійно-попереджувальна сигналізація, відключається тільки вручну. Експлуатаційні вимоги до КВ обладнанню узкополосной літеродрукувальні телеграфії для прийому інформації з безпеки на морі встановлюються резолюцією ІМО А.700(17)

5.3.3 Засоби ідентифікації і стеження за судами

Важливими складовими частинами е-Навігації є системи ідентифікації і відстеження руху суден - AIS и LRIT [29].

Автоматична ідентифікаційна система

Автоматична ідентифікаційна система (AIS) докладно висвітлена в багатьох літературних джерелах, наприклад, в [25], тому охарактеризуємо її коротко. AIS є технічним засобом судноводіння, що використовують взаємний обмін інформацією між судами, між судном і берегом, а також між навігаційним засобом огорожі і судном (або береговою станцією), з метою:

- впізнання судів;
- вирішення завдань щодо попередження зіткнень;
- контролю дотримання режиму плавання і моніторингу судів в морі:

- поліпшення характеристик навігаційного огородження.

AIS працює на двох УКХ частотах: 161,975 МГц (AIS-1, канал 87) і 162,025 МГц (AIS-2, канал 88), виділених Міжнародним телекомунікаційним союзом. Станції AIS обмінюються даними з використанням самоорганізується з поділом часу і вільним доступом технології SOTDMA (Self-Organized Time Division Multiple Access). Ця технологія гарантує надійний одночасний обмін даними багатьох судів. Дальність дії AIS в основному режимі роботи залежить від висоти антени і становить близько 20-30 миль при нормальних умовах поширення радіохвиль.

Бортове обладнання AIS називається «універсальним транспондером».

Режими роботи. Апаратура AIS може працювати в режимах ближній і дальнього радіозв'язку.

До складу суднових і берегових засобів і систем забезпечення безпеки мореплавства, входять: електронні картографічні навігаційно-інформаційні системи (EKNIC - ECDIS), автоматичні ідентифікаційні системи (AIC - AIS), супутникові навігаційні системи ГЛОНАСС / GPS / Galileo, інтегровані навігаційні системи (IHC - INS), інтегровані системи управління навігаційним містком (Ісумі - IBS), радіолокаційні станції (РЛС - RADAR), засоби автоматичної радіолокаційної прокладки (САРП - ARPA), кошти Глобальної морської системи зв'язку при лиху і для забезпечення безпеки (ГМЗЛБ - GMDSS), реєстраторів даних рейсу (РДР - VDR), система дальньої ідентифікації та спостереження за судами (СДІ - LRIT), суднові системи аварійного оповіщення на містку (САОМ - BNWAS), системи управління рухом суден (СУРС - VTS), широкий спектр тренажерів для підготовки морських фахівців, і т.д. Всі кошти і системи відповідають Стратегії e-Navigation і фактично є її компонентами. На рис. 1 приведена схема інтегрованої системи управління навігаційним містком морського судна. Слід розуміти, що існуючі в даний час і що застосовуються на морському флоті технології обміну навігаційної та іншою інформацією, що стосується безпеки мореплавства, не зможуть забезпечити своєчасний, якісний і ефективний обмін

інформацією в рамках e-Navigation. Проблеми стосуються обмеженістю пропускної здатності каналів передачі даних, вартість трафіка, залежно від бездротової технології та ін. Ці питання обговорювалися під час розробки Стратегії. При цьому було відзначено, що при впровадженні нових технологічних рішень система ГМССБ в цілому зможе забезпечити вирішення завдань зв'язку, в тому числі і при пошуку і рятуванні в контексті Стратегії e-Navigation. Для реалізації Стратегії e-Navigation будуть впроваджуватися нові технологічні рішення, пов'язані з обміном інформацією [37, 38].

Зокрема для обміну інформацією в e-Navigation може бути застосовна нова технологія бездротового доступу Wi-Max, яка дозволить забезпечити якісну цифрову зв'язок в напрямку "судно-берег", "берег-судно", "судно А - берег - судно В" при знаходженні судів в зоні дії берегових станцій. На рисунку 5.2 приведена схема інформаційного обміну в рамках e-Navigation.

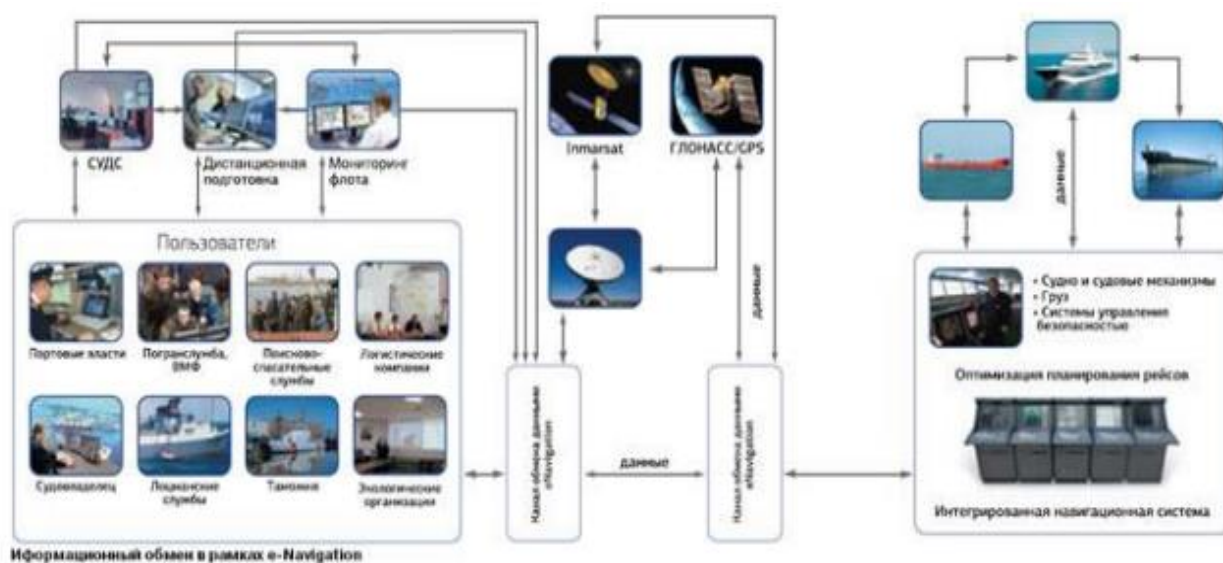


Рисунок 5.2 - Схема інформаційного обміну в рамках e-Navigation

5.3.5 Підвищенню ефективності судноводіння за допомогою e-Навігації

Застосування технології Wi-Max відкриває широкі можливості для передачі на судна різної інформації, що відноситься до навігації (СУРС, АІС, метеорологічної і т.д.), а також дозволяє здійснити доступ екіпажу судна до мережі Інтернет, ІР-телефонії, телефонній мережі загального користування і

т.д. Берегові служби при цьому також зможуть отримувати необхідну навігаційну інформацію з судна практично в реальному масштабі. Однією з нових і цікавих розробок, які виконуються в рамках концепції е-Навігації щодо врахування вимог користувачів, є проект Морського інституту під назвою Режим-S (S-Mode). Відповідно до цього проекту всі навігаційні індикатори, незалежно від виробника, повинні бути забезпечені окремою чітко помітною кнопкою, при натисканні якої всі індикатори переводяться в стандартний формат, який підтримує стандартну систему управління з меню, стандартний інтерфейс (наприклад, клавіатура/джойстик і т.д.) і базові функції. Наприклад, при використанні дисплея в будь-якому режимі може виникнути необхідність у швидкому прийнятті рішень (маневр для попередження зіткнення або небезпечної ситуації), зрозумілим всім учасникам ситуації. Одним натисканням клавіші поточний дисплей може бути перетворений в індикатор 12-мильної зони радару, що відображає цілі / об'єкти, вектори відносного положення і, рекомендовано, ізобати, що позначають небезпечні зони (на основі даних векторної карти). Індикація зони огляду буде стандартизована і, таким чином, стане зрозумілою для всіх моряків і лоцманів. Управління зоною огляду здійснюється через стандартну систему управління з меню, що підтримує обмежені, але відповідають стандартним вимогам функціональні можливості. При цьому можна виділити наступні переваги S-Mode:

- навчання роботі з S-Mode може бути стандартизовано для всіх країн світу; -
- будь-який судноводій або лоцман може без утруднень перейти до S-Mode і використовувати схему і функціональні можливості системи незалежно від виробника;
- капітани або компанії можуть використовувати тільки S-Mode до тих пір, поки не переконаються, що судноводії вже володіють достатніми досвідом і підготовкою і можуть перейти до використання додаткових функцій, які надаються додатковими функціями окремих виробників;

- S-Mode може бути використаний в тих випадках, коли вахтової команді, що складається з кількох людей, необхідно мати доступ до дисплея, щоб прийняти рішення.

Під час використання e-Navigation підвищується рівень послуг з навігаційного обслуговування, які подаються ПРРС мореплавцям. - ПРРС буде в змозі забезпечити розширені послуги з організації руху, шляхом автоматичної розсилки планів по потокам руху суден, координації та обміну надійними даними в розширеному форматі для судів і зацікавлених берегових служб.

Берегові влади забезпечені навігаційними даними, скоригованими в реальному часі, віртуальними навігаційними засобами, оновленою інформацією про погоду і рух суден з використанням символів і автоматичною передачею інформації. - Поліпшення загальної картини в районі плавання в реальному часі розширить можливість прийняття рішень і спостереження для національних органів влади, портової влади, ПРРС, САР, і судновласників.

Берегові влади можуть дистанційно інспектувати навігаційне обладнання і якість бортовий навігації шляхом визначення виробника і моделі навігаційного обладнання і тестування його працездатності.

e-Navigation дозволяє розширити можливості зв'язку при пошуково-рятувальних операціях шляхом автоматичного зв'язку, пріоритетом зв'язку в аварійних випадках, збору інформації і координації даних. Залежно від можливостей морської індустрії та адміністрацій деякі зміни можуть бути здійснені у відносно короткі терміни, інші - в більш довгостроковій перспективі [37-41].

Роль ІМО в реалізації цього проекту дуже вагома. ІМО має унікальне становище, має значну політичну силу і авторитетом, для реалізації програми e-Navigation на березі.

В результаті основними позитивними наслідків реалізації e-Navigation є:

- уніфікація і стандартизація всього навігаційного суднового та берегового обладнання;

- підвищення ступеня інформаційної та системної інтеграції суднових і берегових навігаційно-інформаційних систем, а також ефективність аналізу інформації за рахунок оперативного отримання та застосування єдиної універсальної методики її обробки;

- розробка єдиних правил і керівництв з управління рухом суден;

- можливість підготовки суднових і берегових фахівців за єдиними вимогами і правилами;

- зниження ступеня впливу людського фактору на прийняття рішення за рахунок підвищення рівня автоматизації процесів отримання і обробки інформації, значимої для забезпечення безпеки мореплавання.

Таблиця 5.7 — Складові е-Навігації та їх роль у підвищенні ефективності судноводіння

Компонент системи	Основні характеристики	Функції в е-Навігації	Вплив на ефективність судноводіння
Навігаційні засоби (GNSS, ECDIS, INS, компаси, РЛС, ARPA)	Висока точність, стандарт IMO A.915(22), резервування	Визначення місця, курсопрокладання, візуалізація обстановки	Підвищення точності маневрування, зменшення ризику аварій, підтримка прийняття рішень
Комунікаційні засоби (GMDSS, UKV, KB/ПВ, Inmarsat, Wi-Max)	Глобальне покриття, стандартизація форматів, захист даних	Передача навігаційних повідомлень, оповіщення, координація SAR	Оперативність обміну даними, покращення взаємодії «судно-берег», оптимізація ПРРС
AIS — система автоматичної ідентифікації	Робота на каналах VHF, технологія SOTDMA, взаємний обмін даними	Ідентифікація суден, моніторинг, попередження зіткнень	Покращення видимості і ситуаційної обізнаності, зниження навігаційних ризиків
LRIT — система дальнього ідентифікаційного стеження	Глобальне охоплення, передача даних до берегових центрів	Контроль рейсової інформації, безпека судноплавства	Підтримка державних органів, підвищення безпеки у відкритому морі

Системи передачі даних високої пропускної здатності (Wi-Max)	Передача великих обсягів інформації, двосторонній зв'язок	Обмін метео-, гідро-, навігаційними даними в реальному часі	Зменшення навантаження на екіпаж, підвищення точності навігаційної підтримки
Уніфікований інтерфейс S-Mode	Стандартизовані функції та елементи керування	Спрощення роботи з різними системами	Зменшення впливу людського фактору, прискорене навчання персоналу

Все це сприятиме більш безпечному судноплавству, зменшення ймовірності людської помилки, зниження навантаження на операторів, комплексному використанню сучасних суднових і берегових засобів і систем.

В результаті впровадження e-Navigation, за рахунок уніфікації, стандартизації, системної та інформаційної інтеграції навігаційного обладнання скоротяться загальні витрати по застосуванню такого обладнання. Ймовірно, це не призведе, в найближчому майбутньому, до значного скорочення чисельності екіпажів. Проте, в більш далекій перспективі, коли рівень автоматизації і надійності суднових механізмів зросте настільки, що присутність людини буде зайвим, можливо, певні суднові посади зникнуть, як це сталося в останнє десятиліття з судновими радіооператор, функції яких сьогодні впевнено виконуються судноводіями. [37-39]

Висновок

У комплексі впровадження e-Навігації забезпечує:

- суттєве скорочення навігаційних ризиків;
- підвищення ефективності рейсового планування;
- зниження навантаження на вахтовий персонал;
- удосконалення логістичних процесів та управління рухом суден;
- формування єдиного інформаційного середовища «судно–берег–інфраструктура».

Таким чином, e-Навігація є фундаментальним елементом цифрової трансформації морської індустрії та формує передумови для створення

більш безпечного, екологічно дружнього та технологічно інтегрованого судноплавства майбутнього.

РОЗДІЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙС

6.1 Аналітичний огляд фрахтового ринку танкерного тоннажу

Фрахтовий ринок танкерів у 2024–2025 роках залишається в стані підвищеної волатильності та структурних змін, спричинених насамперед геополітичними факторами та галузевими регуляціями. Ринок характеризується високим попитом на тоннаж, що вимірюється в тонно-милях.

Геополітичні фактори та збільшення попиту на тонно-милі

Головним чинником, що підтримує високі ставки, є зростання середньої тривалості рейсу (tonne-mile demand):

Криза в Червоному морі та Суецький канал: Напади в Червоному морі змусили значну частину танкерного флоту переорієнтуватися на довші маршрути навколо мису Доброї Надії. Це миттєво поглинуло надлишкову пропозицію тоннажу, оскільки кожен рейс вимагає більше часу, що фактично скорочує доступну пропозицію на ринку.

Санкції та "Тіньовий флот": Санкції проти російської нафти (цінова стеж G7) призвели до створення великого "тіньового флоту" старих танкерів. Це призвело до фрагментації ринку та менш ефективних торговельних схем (довші рейси, менш оптимальні маршрути), що підтримує загальний попит на тонно-милі.

Регуляторний тиск та динаміка флоту

Флот відчуває зростаючий тиск екологічних стандартів, що впливає на пропозицію тоннажу:

Регуляції IMO (EEXI та CII): Впровадження індексу енергоефективності існуючих суден (EEXI) та індикатора інтенсивності викидів вуглецю (CII) змушує судна зменшувати швидкість ("slow steaming") для покращення

екологічного рейтингу. Зменшення швидкості збільшує час доставки, що ще більше обмежує доступну пропозицію тоннажу на ринку.

Старіння флоту та утилізація: Зростаючий вік світового танкерного флоту, особливо у сегментах VLCC та Suezmax, у поєднанні з новими екологічними вимогами, призводить до збільшення темпів утилізації (scrapping). Це обмежує зростання пропозиції тоннажу.

Нові замовлення: Попри високий попит, кількість нових замовлень (Newbuilding) залишається обмеженою через високу вартість будівництва та обмежену потужність верфей, які віддають пріоритет будівництву контейнеровозів та суден для перевезення ЗПГ (LNG).

Прогноз попиту на нафту

ОПЕК+ та видобуток: Політика ОПЕК+ щодо контролю за видобутком має прямий вплив на обсяги морських перевезень. Будь-яке послаблення обмежень може миттєво збільшити попит на тоннаж.

Світовий економічний ріст: Прогнозоване стабільне зростання попиту на нафту, особливо з боку Азії (Китай, Індія), підтримує позитивний прогноз для танкерного ринку.

Загальний висновок

Ринок танкерного тоннажу у 2024–2025 роках залишається «Bullish», оскільки структурні фактори (геополітика, регуляції) створюють стійкий дисбаланс, підтримуючи високі фрахтові ставки. Ключовим фактором є не стільки зростання обсягів нафти, скільки різке збільшення попиту на тонно-милі через необхідність обходити традиційні торгові шляхи [43].

6.2 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі

Розрахунок виконаний на підставі завдання і даних, отриманих у попередніх розділах цієї дипломної роботи, взятих із суднової документації при роботі на переддипломної практиці, з довідкових матеріалів кафедри М і ЕМТ

НУ«ОМА», прейскурантів, тарифів та ін. Вихідні дані рейсу т/х «Ridgebury John Zipser» з порту Гібралтар в порт Ріо де Жанейро 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 «Ridgebury John Zipser»	Δ_w	тон	164176,5
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	2909,9
3	Відстань між портами	L	милі	4442,8
4	Кількість навантаженого вантажу: бензол	ΣQ_m	т	152811
5	Фрахтова ставка за 1т вантажу	f	\$/т	15
6	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	т/ добу	12000
7	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	т/ добу	10000
8	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	11,5
9	Швидкість в каналах, вузостях	v	кан. вузли	7,0
10	Добова витрата палива на ходу:			
	важке	q_x^6	тон/добу	62,5
	легке	$q_{ст}^6$	тон/добу	12,0
11	Ціна 1 тони палива: важке	C_v	\$/т	450
	легке	C_l	\$/т	580
12	Балансова вартість судна	$C_{бал}$	\$	24626475
13	Річна норма амортизації	Ha	%	10
14	Позаексплуатаційний час	T_{ze}	діб.	15
15	Чисельність екіпажу	$Ч_{ек}$	чол.	22
16	Час затримки в дорозі	$t_{зат}$	діб.	0,2
17	Додатковий час в портах стоянки	$t_{доп}$	год.	-
18	Заробітна платня	$R_{зн}$	\$/добу	3000
19	Витрати на технічне постачання	$R_{т.пос}$	\$/добу	500
20	Навігаційні витрати	$R_{нав}$	\$/добу	420
21	Портові збори	$R_{порт}$	\$	88520
22	Агентство суден	$R_{аг}$	\$/добу	250
23	Витрати на страхування судна	$R_{стр}$	\$/добу	450
24	Витрати на ремонт	$C_{рем}$	\$/мр.п.	1500000
25	Вартість одного доковання	$C_{док}$	\$	160000

При розрахунку кількісних показників роботи судна в рейсі використовуємо дані рейсового завдання [44, 46].

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

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

$$\Delta_q = 164176,5 - 2909,9 = 161266,6 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

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

де T_{κ} – календарний період, приймаємо 365 діб;

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

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

$$t_x = 4442,8 / (11,5 \times 24) + 0,2 = 16,3 \text{ діб}$$

- стоянковий час:

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

$$t_{cm} = 152811 / (12000 \times 24) + 152811 / (10000 \times 24) = 1,2 \text{ діб.}$$

- час рейсу складе:

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

$$t_p = 16,3 + 1,2 = 17,5 \text{ діб}$$

4. Розрахуємо провізну спроможність судна:

- зроблено тонно-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 152811 \times 4442,8 = 678908711 \text{ тонно-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_{\text{ч}} L = 161266,6 \times 4442,8 = 716475250 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

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

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = 152811 \times 15 = 2292165 \text{ \$/рейс}$$

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

Постійні експлуатаційні витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$t_{\text{мн}}$ – міжремонтний період 5 років.

$$R_{\text{рем}} = ((160000 + 1500000) / 5) / 350 = 949 \text{ \$/добу}$$

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

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

$$R_{\text{ам}} = (24626475 \times 0,1) / 350 = 7036 \text{ \$/добу};$$

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

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

де $H_{сн}$ – норма постачання;

$$R_{сн} = (24626475 \times 0,02) / 350 = 1407 \text{ \$/добу};$$

- витрати на технічне постачання ($R_{т.пос.}$) 500 \\$/добу;
- навігаційні витрати, \\$/добу ($R_{нав}$) 420 \\$/добу;
- портові збори ($R_{порт}$) 88520 \\$/рейс;
- витрати з агентування ($R_{аг}$) 250 \\$/добу;
- витрати на страхування ($R_{стр}$) 450 \\$/добу.

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

$$R_{екс} = 3000 + 264 + 949 + 7036 + 1407 + 500 + 420 + 88520 / 17,5 + \\ + 250 + 450 = 19334 \text{ \$/ добу}$$

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 %.

$$R_{кос.} = 19334 \times 0,02 = 387 \text{ \$/добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{заг} = 19334 + 387 = 19721 \text{ \$/добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{\text{заг.екс}} = 19721 \times 17,5 = 345118 \text{ \$/рейс}$$

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

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

$$R_x^6 = k_{cm} \cdot q_x \cdot \Pi_m \quad (6.15)$$

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

$$R_x^6 = 1,1 \times 62,5 \times 450 = 30938 \text{ \$/ добу}$$

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

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

$$R_{cm}^6 = 1,1 \times 12,0 \times 580 = 7656 \text{ \$/ добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

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

$$\Sigma R_{\text{пер}} = 30938 \times 16,3 + 7656 \times 1,2 = 513476 \text{ \$/рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{\text{рейс}} = 345118 + 513476 = 858594 \text{ \$/рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

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

$$\Sigma \Pi_{\text{рейс}} = 2292165 - 858594 = 1433571 \text{ \$/рейс}$$

Прибуток судна т/х «Ridgebury John Zipser» з порту Гібралтар в порт Ріо де Жанейро з вантажем бензол за рейс склав 1433571 \\$/рейс.

Якісні показники роботи судна в рейсі розраховуємо за методикою [48]:

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

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

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

2. Коефіцієнт завантаження судна:

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

$$\alpha_z = 152811 / 161266,6 = 0,948$$

3. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

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

$$V_{cp} = 4442,8 / 16,3 = 273$$

4. Коефіцієнт ходового часу:

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

$$\varepsilon_x = 16,3 / 17,5 = 0,931$$

5. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

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

$$\mu_6 = 0,948 \times 273 \times 0,931 = 240,95$$

6. Валова прибутковість одних судно-днів:

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

$$\mu = 2292165 / 17,5 = 130981 \text{ \$}/\text{доба}$$

7. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

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

$$S_m = 858594 / 152811 = 5,62 \text{ \$}/\text{т}$$

8. Собівартість 1 тонно-милі в рейсі:

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

$$S_{m-m} = 858594 / 678908711 = 0,0012647 \text{ \$/т-м}$$

9. Собівартість утримання судна в добу експлуатації:

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

$$S_{c-c} = 858594 / 17,5 = 49063 \text{ \$/ доб.екс}$$

10. Рівень прибутковості являє відношення доходів до витрат:

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

$$PF = 2292165 / 858594 = 2,67$$

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 [46]:

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$Ч_p = T_{екс} / t_p \quad (6.30)$$

$$Ч_p = 350 / 17,5 = 20,0$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma Q_{екс} = 152811 \times 20,0 = 3056220 \text{ т / рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

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

$$\Sigma Ql_{екс} = 678908711 \times 20,0 = 13578174220 \text{ т-миль} / \text{рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

$$\Sigma F_{екс} = \Sigma F_{рейс} \cdot \chi_p \quad (6.33)$$

$$\Sigma F_{екс} = 2292165 \times 20,0 = 45843300 \$ / \text{рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma R_{екс} = R_{рейс} \cdot \chi_p \quad (6.34)$$

$$\Sigma R_{екс} = 858594 \times 20,0 = 17171880 \$ / \text{рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma \Pi = \Pi_p \cdot \chi_p \quad (6.35)$$

$$\Sigma \Pi = 1433571 \times 20,0 = 28671420 \$ / \text{рік}$$

7. Рівень прибутковості роботи судна за експлуатаційний період:

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

$$PF = 45843300 / 17171880 = 2,67$$

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

Таблиця 6.2 - Кількісні і якісні показники виконаного рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Валовий дохід	F	\$	2292165
2	Затрати загальні	R	\$	858594
3	Прибуток	Π	\$	1433571
4	Коефіцієнт ходового часу	ε_x		0,931
5	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	милі/добу	273
6	Дохідність судна	μ	\$/добу	130981
7	Рівень дохідності	PF		2,67
8	Собівартість перевезення 1 т вантажу	S_T	\$/т	5,62
9	Собівартість 1 т-милі	S_{T-M}	\$/т-м	0,0012647
10	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	S_{C-C}	\$/добу	49063

В результаті проведених розрахунків, наведених у табл. 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень прибутковості 2,67, прибуток 1433571 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 28671420 \$. Судно «Ridgebury John Zipser» 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)

Круїзне судно «Birka Paradise» стоїть у пасажирського причалу №1 порту Токіо (Японія). Отримано повідомлення про інцидент із зрідженим газом т на території спеціалізованого перевантажувального комплексу для хімічних і наливних вантажів: внаслідок терористичного акту пошкоджена запірна арматура вагону-цистерни, що призвело до розливу сильнодіючої отруйної речовини (СДОР) – зрідженого хлору.

Кількість розлитого СДОР - 0,25 т СДОР, характер розливу - «вільно». Можлива причина залізничної аварії - терористичний акт. На території порту оголошена терористична загроза.

Метеорологічні умови на момент виникнення надзвичайної ситуації: час 13.00, температура повітря 20°, швидкість вітру 2 м/с, вітер зустрічний, суцільна хмарність.

Відстань від судна до місця аварії - 1 км. Місцевість відкрита, характер – водна поверхня.

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

Запропонувати заходи щодо зменшення можливих втрат серед екіпажу судна.

Визначити стандартні робочі процедури по залишенню судна у разі отримання повідомлення про загрозу терористичного акту.

7.1.2. Оцінка масштабів хімічного зараження території

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

1) Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря

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

Таблиця 7.1 - Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

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

2) Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі

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

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

$$Q_{\text{э1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0 = 0,18 \cdot 1 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 0,25 = 0,01 \text{ т,}$$

де: $K_1=0,18$ —коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (таблиця 7.2);

$K_3 = 1$ – коефіцієнт (таблиця 7.2);

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

Таблиця 7.2 - Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найме- нування СДОР	Щільність СДОР, т/ м³		Температура кипіння, °С	Порогова токсодоза, мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів					
	Газ	Рідина			К ₁	К ₂	К ₃	К ₇ для температури повітря (°С)		
								0	20	40
Хлор	-	1,558	-34,1	0,6	0,18	0,052	1,0	<u>0,6</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1,4</u> 1

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

K₇^I = 1 – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення первинної хмари (таблиця 7.2);

Q₀ = 0,25 – кількість хлору, що розлився при аварії, т.

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

Площа розливу S_p (м²) хлору дорівнює:

$$S_p = \frac{V_p}{h} = \frac{Q_0 / \rho}{0,05} = \frac{0,25 / 1,558}{0,05} = 3,2 \text{ м}^2,$$

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

Q₀ = 0,25 – кількість хлору, що розлився при аварії, т.

ρ = 1,558 – щільність хлору, т/м³ (таблиця 7.2);

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

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

Розраховуємо тривалість вражаючої дії T (год.) хлору:

$$T = h \cdot \rho / (K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{II}) + 1 / (K_M \cdot v_n) = 0,05 \cdot 1,558 / (0,052 \cdot 1,33 \cdot 1) + 1 / (1 \cdot 12) = 1,21 \text{ год.} = 1 \text{ год } 13 \text{ хв.,}$$

де: $K_2 = 0,052$ – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей хлору (таблиця 7.2);

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

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

Таблиця 7.3 - Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

Швидкість вітру (u), м/с										
K_4		1,33								

$K_M = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари хлору (таблиця 7.4);

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

Таблиця 7.4 - Значення коефіцієнту K_M залежно від впливу характеру місцевості

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

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

Ступень вертикальної стійкості повітря	Швидкість вітру (u), м/с									
	$1 \leq$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Інверсія	5	10	16	21	-	-	-	-	-	-

Ізотермія	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59
Конвекція	7	14	21	28	-	-	-	-	-	

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

$$Q_{32} = \frac{Q_0}{h \cdot \rho} = \frac{0,25}{0,05 \cdot 1,558} = 0,82 \cdot 0,052 \cdot 1 \cdot 1,33 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 1 = 0,04 \text{ т,}$$

де: $K_6 = N^{0,8} = 1^{0,8} = 1$ – 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) хмарию 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

Для $Q_{31} = 0,01$ т та швидкості вітру $u = 2$ м/с визначаємо глибину зони зараження первинною хмарию хлору: $\Gamma_1 = 0,26$ км. Для $Q_{32} = 0,04$ т та швидкості вітру $u = 2$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарию хлору: $\Gamma_1 = 0,5$ км.

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 0,5 + 0,5 \cdot 0,26 = 0,63 \text{ км,}$$

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

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

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

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

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{array}{l} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{array} \right\} = 0,63 \text{ км.}$$

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

$$S_b = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^0 = 3,14 \cdot 0,63^2 \cdot 90^0 / 360^0 = 0,31 \text{ км}^2,$$

де: $\Gamma = 3,1$ - розрахункова глибина зони зараження, км;

$\varphi = 90^0$ - 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	36 0	180	9 0	45

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

$$S_{\Phi} = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 0,63^2 \cdot 1^{0,2} = 0,05 \text{ км}^2,$$

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 $\varphi = 90^0$ (таблиця 7.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 0,63$ км. Вершина сектору співпадає з джерелом зараження - місцем розливу хлору.

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

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ_l (км):

$$\Gamma_l = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_{\Sigma}}{D_l} \right)^{\Psi} = 2,31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{0,05}{6} \right)^{0,580} = 0,14 \text{ км},$$

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

$Q_{\Sigma} = Q_{\Sigma 1} + Q_{\Sigma 2} = 0,01 + 0,04 = 0,05$ – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару, т;

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

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

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

Розраховуємо глибину зони важких уражень $\Gamma_{0,4l}$ (км):

$$\Gamma_{0,4l} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_{\Sigma}}{D_{0,4l}} \right)^{\Psi} = 2,31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{0,05}{2,4} \right)^{0,580} = 0,24 \text{ км},$$

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

Розраховуємо глибину зони уражень середньої важкості $\Gamma_{0,2l}$ (км):

$$\Gamma_{0,2l} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_{\Sigma}}{D_{0,2l}} \right)^{\Psi} = 2,31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{0,05}{1,2} \right)^{0,580} = 0,37 \text{ км},$$

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

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 0,63$ км.

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

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

$$t = x / (K_m \cdot v_n) = 1 / (1 \cdot 12) = 0,083 \text{ год.} = 5 \text{ хв.}$$

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

7.1.3. Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

Проведена оцінка масштаби хімічного зараження території порту показала, що судно «Birka Paradise» знаходиться на безпечній відстані від місця аварії. Сила вітру у 2 м/с забезпечує збереження вражаючих концентрацій на глибині - до 0,63 км.

Для зменшення можливих втрат серед екіпажу судна пропонуються наступні заходи:

- враховуючи, що час дії вражаючих концентрацій хмари становить 1 год. 13 хв., доцільно на цей період бути подалі від місця аварії;
- після уточнення інформації про аварію необхідно знятися з якоря та відійти на безпечну відстань;
- підтримувати зв'язок з аварійними службами порту для отримання оперативної інформації про розвиток аварії;
- підготуватися до надання першої медичної допомоги постраждалим.

7.1.4. Стандартні робочі процедури по залишенню судна у разі отримання повідомлення про загрозу терористичного акту

При отриманні повідомлення про загрозу терористичного акту капітаном може бути прийнято рішення про залишення судна.

Капітан може прийняти рішення про залишення судна тими членами екіпажу, які не зайняті в аварійних партіях і роботах по рятуванню судна.

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

Капітан має повноваження на прийняття будь-яких рішень, що спрямовані на порятунок судна, пасажирів та екіпажу, збереження вантажу, запобігання забруднення навколишнього середовища. Наведений нижче перелік дій жодним чином не обмежує капітана в прийнятті інших рішень, якщо він вважатиме їх більш ефективними в конкретних умовах.

Процедура може бути використана в якості чек-листа при проведенні навчань і тренувань екіпажу судна (табл. 7.9).

Таблиця 7.9. Дії судового екіпажу у разі необхідності залишення судна

Дії, які повинні бути прийняті	Відповідальний член екіпажу
1	2
Оголосити "Шлюпкову тривогу".	Вахтовий помічник
Надіслати повідомлення компанії і звернутися за допомогою до суден і берегових станцій у відповідності з "Планом дій в аварійних ситуаціях".	Капітан
Діяти у відповідності з процедурою зв'язку ГМЗЛБ.	Вахтовий помічник
Підготувати до спуску рятувальні засоби з урахуванням реальних можливостей спуску.	Старший помічник
Провести додаткове постачання рятувальних засобів ковдрами, ліками, одержної, піротехнікою, такими УКХ радіостанціями.	Старший помічник
Перевірити наявність всіх людей на судні і організувати пошук зниклих.	Старший помічник Старший механік
Захопити карти, судовий, машинний і радіо журнали, по можливості - документи і цінності.	Вахтовий помічник Вахтовий механік
Діяти згідно з Розкладом по тривогах і Керівництвом по залишенню судна.	Члени екіпажу і пасажери
Визначити, які механізми залишити працюючими після залишення судна.	Старший механік Старший помічник
Надати допомогу людям, піднятим з води, і нужденним, підтримувати зв'язок між шлюпками з допомогою переносної радіостанції, відійти від борту судна.	Командир шлюпки

ВИСНОВОК

Дана робота виконана на тему «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Ridgebury John Zipser» за маршрутом Гібралтар – Ріо де Жанейро». 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.

Після вивчення технічних і експлуатаційних характеристик судна, почалося навігаційне планування рейсу.

Після цього приступили до розміщення вантажів і запасів на судні, при цьому контролюючи і дотримуючись усіх вимог щодо посадки, остійності та міцності корпусу, про що свідчать наведені розрахунки і графіки діаграм остійності. Для наочного уявлення був складений вантажний план судна.

П'ятий розділ містить дослідницьку частину роботи. Аналіз складових частин системи е-Навігації підтверджує її ключову роль у трансформації сучасних навігаційних процесів. Інтегроване застосування навігаційних приладів, комунікаційних засобів та систем ідентифікації суттєво підвищує точність визначення місця, скорочує ймовірність людської помилки та забезпечує високий рівень ситуаційної обізнаності як на борту судна, так і в берегових службах. Стандартизація обладнання, уніфікація форматів передачі даних і розвиток технологій реального часу (Wi-Max, S-Mode) створюють передумови для побудови єдиного інформаційного простору, що оптимізує процес прийняття рішень і підвищує безпеку мореплавства. Таким чином, е-Навігація виступає невід'ємною складовою розвитку світової морської індустрії, сприяючи ефективному використанню ресурсів, підвищенню рівня безпеки та зниженню впливу людського фактору.

Розділ демонструє, що впровадження е-Навігації є стратегічно важливим етапом розвитку сучасного морського транспорту, спрямованим на підвищення

безпеки, ефективності та стійкості судноплавства. Аналіз навігаційних, комунікаційних та ідентифікаційних засобів показує, що завдяки їх комплексній інтеграції створюється новий рівень інформаційної підтримки судноводія, у якому поєднуються автоматизація, стандартизація та інтелектуальний аналіз даних.

Важливим досягненням є суттєве підвищення точності та цілісності навігаційної інформації, що забезпечується за рахунок використання високоточних GNSS-систем, ECDIS, INS, а також резервування ключових каналів зв'язку та датчиків. Це дозволяє мінімізувати помилки, пов'язані з людським фактором, та підвищити ефективність маневрування судна у складних навігаційних умовах.

Таким чином, е-Навігація є фундаментальним елементом цифрової трансформації морської індустрії та формує передумови для створення більш безпечного, екологічно дружнього та технологічно інтегрованого судноплавства майбутнього.

Розрахунки економічних показників рейсу показали, що рейс прибутковий, на що вказує рівень прибутковості, який перевищує одиницю.

Підводячи підсумок, можна сказати, що даний рейс був ретельно опрацьований, завчасно і належним чином спланований, забезпечений всією необхідною документацією, посібниками та розрахунками. Вся викладена інформація, результати розрахунків, представлені рисунки і графіки виконані згідно основних вимог і відповідають їм. Даний рейс є безпечним і економічно вигідним.

ВИСНОВОК

Дана робота виконана за темою «Комплексна проробка рейсу за маршрутом Singapore (Singapore) — Hong Kong (China) на т/х «Olympia». Метою даної роботи було ретельне і детальне вивчення та проробка рейсу на всіх етапах планування й безпосередньо його проведення. Особливу увагу при

плануванні та опрацювання приділялася безпеці плавання, економічності та охорони навколишнього середовища.

В ході роботи були проведені всі необхідні приготування для проведення безпечного й економічно вигідного рейсу.

Після вивчення технічних і експлуатаційних характеристик судна, почалося навігаційне планування рейсу. Під час планування були враховані загальні вимоги до планування, проведена оцінка планованого переходу, були підібрані всі необхідні карти, книги та посібники, вивчені гідрометеорологічні умови. Здійснилось ретельне планування шляху, як на прибережних ділянках, так і на ділянці трансокеанського шляху. Вивчено приливо-відливних явища, проведена оцінка точності. Після детального опрацювання цих питань була виконана прокладання шляху судна. Загальна протяжність запланованого шляху склала 1457.1 милі, час прямування 2 діб 23 год при середній швидкості 21 вузол.

Під час рейсу були перевезені такі вантажі, як контейнера. Для цього було розраховано кількість запасів і чистої вантажопідйомності, проведено вивчення транспортних характеристик вантажів, розглянуто питання підготовки вантажних приміщень для прийому вантажу і порядок документування і якісне перевезення цих вантажів на судні на всьому протязі рейсу.

Після цього приступили до розміщення вантажів і запасів на судні, при цьому контролюючи та виконувати всі вимоги щодо посадки, остійності і міцності корпусу, про що свідчать наведені розрахунки і графіки діаграм остійності. Для наочного представлення був складений вантажний план судна.

Розрахунки економічних показників рейсу показали, що рейс прибутковий, на що вказує рівень прибутковості, що перевищує одиницю і який становив 2,94.

У розділі за вибором кафедри, докладно розглянуто питання пов'язаний з людським фактором як основою безпечної експлуатації суден.

З належною увагою були вивчені актуальні питання охорони праці і навколишнього середовища, антитерористичної діяльності, а також зміст і положення основних конвенцій.

Підводячи підсумок, можна сказати, що даний рейс був ретельно опрацьований, завчасно і належним чином спланований, забезпечений всією необхідною документацією, методичними посібниками та розрахунками. Вся викладена інформація, результати розрахунків, представлені малюнки і графіки виконані відповідно до основних вимог і відповідають їм. Даний рейс є безпечним і економічно вигідним.

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, 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. Михальчук В.В. Морська астрономія: конспект лекцій. - Одеса: ОНМА, 2003 - 55с.
8. Catalogue of Admiralty Charts and Publications
9. 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)
10. Gwyn M. Morgan, Rabun Taylor, Robert Hohlfelder, John Hale Commercial Navigation in the Greek and Roman World, 2009.104 – 115
11. Рекомендації щодо організації штурманської служби на морських судах України (РІШСУ-98).-Одесса: ЮжНИИМФ, 1998.-111с.
12. Посібник з процедур на містку — Bridge Procedure Guide. - International chamber of shipping. 1998-87 р.

13. Ніколаєва Л. Л. Комерційна експлуатація судна: навч. [для студ. вищ. навч. зав.] / Л. Л. Николаєва. – Одеса: Фенікс, 2006. – 754 с.
14. Савчук В. Д. Технологія перевезення вантажів : підруч. / В. Д. Савчук. – Одеса: ВидавІнформ, 2008. – 335 с.
15. Alan Murray. Astro Navigation From Square One To Ocean Master.- M-Y Books, 2013. - 445 p.
16. D.J. House. Seamanship Techniques. Shipboard and Marine Operations. 5th Editdion. 2018. - 922 p.
17. Правила класифікації та побудови морських суден. В 5-ти т. Том 2. – Київ: Регістр судноплавства України, 2014.
18. Справочник по теории корабля: В трех томах. Том 2. Статика судов. Качка судов/Под ред. Я. И. Войткунского. – Л.: Судостроение, 1985. – 440 с.
19. Сізов В.Г. Теорія корабля: Підручник. Видання 4-те, перероблене та доповнене. – Одеса: Фенікс, 2008. – 464 с.
20. Максимаджи А.И. Капитану о прочности судна: Справочник. – Л.: Судостроение, 1988. – 224 с.
21. Code on Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments. Resolution A.267(85). -London: International Maritime Organization, 2008. - 109 p
22. Регістр Судноплавства України. Правила класифікації та побудови морських суден.: У 5-ти т. Том 2. - Київ: Регістр судноплавства України, 2016.
23. Рівкін Б.С. е-Навігації – десять років // Гіроскопія та навігація. 2015. № 4. С. 173-191.
24. www.uscg.mil/imo/msc/docs/msc85-report.pdf
25. Вагущенко Л.Л. Сучасні інформаційні технології в судноводженні [Електронний навчальний посібник]/Л.Л. Вагущенко – Одеса: ОНМА, 2013. – 135 с.

26. Гарнагін Ю.С. Базові принципи, розвиток та впровадження концепції е-Навігації [Электронный ресурс] <http://www.diktan.ru/docs/91/index-204623.html>
27. 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.
28. Лентарев А.А. Проблеми реалізації концепції е-навігації /А.А. Лентарев // Владивосток. – Вісник морського державного університету. -2009. - Вип. 5, серія Судноводіння. - С. 138-148.
29. Міляков Д., Панамарьов Г. Системи моніторингу судів у концепції е-Navigation. [Електронний ресурс] /Д.Міляков, Г.Панамарев- Режим доступу: [ftp://ftp.marsat.ru/Forum2011/..](ftp://ftp.marsat.ru/Forum2011/)
30. Рагулін П.Г. Інформаційні технології [Електронний підручник] / П.Г. Рагулін: ТІДОТ, 2004. - 208 с. - Режим доступу: http://window.edu.rU/resource/007/41007/files/dvgu_128.pdf
31. Решетов Н. Впровадження системи дальньої ідентифікації судів / Н. Решетов // Морський флот.- 2008. - №2. - С. 26-29.
32. Посібник з навігаційного обладнання IALA - NAVGUIDE 2010, переклад ЗАТ «НАВІТЕЛ». - 2012 г. - 213 с.
33. Система контролю дієздатності вахтового помічника/Безпека мореплавання (Щомісячний Морський огляд міжнародної преси). - морський державний університет. - лютий, 2013. - с. 15-17.
34. Gurpreet Singhot. E-navigation: The future of safe shipping [Электронный ресурс]http://www.porttechnology.org/technical_papers/e_navigation_the_future_of_s
35. E-navigation: a global resource/ E/ Mitropoulos// Seaways. The Nautical Institute. – March 2007. –P.7-9.
36. IMO SUB-COMMITTEE ON SAFETY OF NAVIGATION. 58th session. Agenda item 6. NAV 58/WP.6/Rev. 1. – E-NABIGATION. – July 2012.

37. Тихонов І.В. Розвиток системи комплексної електронної навігації «E-NABIGATION» на світовому флоті з метою забезпечення безпеки судноплавства // Водний транспорт №1 (13), 2012.- С.121-129.
38. www.uscg.mil/imo/msc/docs/msc-95-report.pdf
39. Marine Electronic Highway IT System Handed to Indonesia // Digital Ship. 10 August 2012.
40. www.monalisaproject.eu/wp-content/uploads/MONALISA_BROSCHUR.pdf
41. Patraiko D. Introducing the e-navigation revolution/D.Patraiko//Seaways. The Nautical Institute.-March 2007.-P. 5-6.
42. Інтегрована система ходового містка Synapsis Bridge Control / Безпека мореплавання (Щомісячний морський огляд міжнародної преси). - Морський державний університет. - 2012 г. - № 7-8. - С. 11-15.
43. <https://unctad.org/en/pages/> - Review of Maritime Transport 2018 (Обзор морского транспорта)
44. Вінніков В.В. Економіка підприємства морського транспорту (економіка морських перевезень): - 3 видавництва, перероб. дод. - О.: Фенікс, 2011. – 944 с.
45. 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.
46. Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи. – Одеса: НУ «ОМА», 2017, с. 20.
47. Міжнародний кодекс остійності суден в непошкодженному стані 2008 року (Кодекс ОШС 2008 року) (резолюція MSC.267 (85) з поправками) - 3-е изд., Доп. - СПб.: АТ "ЦНИИМФ", 2016. - 242 с.
48. Терновський В. Б. Методичні вказівки щодо виконання розділу дипломної роботи «Охоронні заходи та цивільна оборона на судні» / В. Б. Терновський – Одеса: НУОМА, 2015. – 75 с.