

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

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра _____ СУДНОВОДІННЯ _____

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА

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

Піроженко Ярослав Романович

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи: Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Redmer Oldendorff» за маршрутом Річардс Бей - Парадіп

Підпис магістранта _____

Завідувач кафедри _____

Керівник _____

Рецензент _____

Нормоконтроль _____

м. Одеса
2025 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут навігації

кафедра _____ СУДНОВОДІННЯ _____

спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Завідувач кафедри

_____ "___" _____ 20__ р

З А В Д А Н Н Я

по дипломній роботі магістранта

Піроженко Ярослав Романович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Redmer Oldendorff» за маршрутом Річардс Бей - Парадіп
затверджена наказом по НУОМА від "___" _____ 20__ р. № _____
2. Строк здачі курсантом закінченої роботи ___ "___" _____ 20__ року
3. Вхідні дані до роботи:
 - Методичні вказівки для виконання магістерської роботи укл. І.І.Ворохобін та інші. – Одеса, НУОМА 2023р.-96с.
 - Суднова документація
 - Erstad, E., Ostnes, R., & Lund, M. S. (2021). An operational approach to maritime cyber resilience. TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, 15(1), 53-60. <https://doi.org/10.12716/1001.15.01.01>.
 - I Martínez, F. (2024). Maritime cybersecurity: Protecting digital seas. Security and Communication Networks. Advance online publication.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):
 - Характеристики судна
 - Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу
 - Обробка та розміщення вантажів
 - Оцінка морехідних якостей
 - Дослідницька частина
 - Економічні розрахунки
 - Охоронні заходи та цивільна оборона на судні
5. Перелік графічного матеріалу:
Магістерська робота включає в себе 18 рисунків та 46 таблиць

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

Розділ	ПІБ консультанта	Підпис і дата
1. Характеристики судна	Фусар І.Ю.	
2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	Фусар І.Ю.	
3. Обробка та розміщення вантажів	Фусар І.Ю.	
4. Оцінка морехідних якостей судна	Фусар І.Ю.	
5. ІНФОРМАЦІЙНА БЕЗПЕКА СУДНА: ТЕХНОЛОГІЇ, МІЖНАРОДНІ НОРМИ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА НАВІГАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ	Фусар І.Ю.	
6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі	Фусар І.Ю.	
7. Охоронні заходи та цивільна оборона на судні	Фусар І.Ю.	

7. Календарний план дипломної роботи магістранта

№ п/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Виконати підбір інформації для написання 1 розділу магістерської роботи	Протягом тижня	
2	Виконати розділ 2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	Протягом тижня	
3	Виконати розділ 3. Оцінка та розміщення вантажу	Протягом тижня	
4	Представити розрахунки остійності та посадки судна у 4 розділі	Протягом тижня	
5	Представити результати дослідницької частини	Протягом тижня	
6	Навести розрахунки економічних показників роботи судна в рейсі	Протягом тижня	
7	Розглянути питання Охоронних заходів та цивільної оборони	Протягом тижня	

8. Дата видачі завдання _____

Керівник _____ Завдання до виконання прийняв _____

АНОТАЦІЯ

Магістерська робота містить 118 стор., 18 рис., 46 таблиць, 42 використаних джерел.

В магістерській роботі виконано комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу т/х «Redmer Oldendorff» за маршрутом Річардс Бей - Парадіп з вантажем вугілля масою 62215 т.

В роботі проведені аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу. Розраховано кількість вантажу, запасів для здійснення безпечного переходу. Зроблено аналіз інформаційної безпеки судна: технології, міжнародні норми та практичні аспекти. Проведено аналіз та розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі.

Додатково розглянуто тему з цивільної оборони та охороних заходів на судні.

Ключові слова: безпека судноплавства, навігаційний перехід.

ANNOTATION

Master's thesis contains 118 pages, 18 pictures, 46 tables, 42 sources used.

The thesis has accomplished work and research on phases of passage of m/v «Redmer Oldendorff» on the route Richards Bay - Paradip with cargo of coal of total weight 62215 tonnes.

The analysis, assessment and planning of navigation transition are carried out in the work. The amount of cargo, stocks for a safe planning is calculated. An analysis of the ship's information security was made: technologies, international standards and practical aspects. An analysis and calculation of the economic indicators of the ship's operation during the voyage were carried out.

Additionally, the topic of civil defense and security measures on the ship was considered.

Key words: safety of navigation, passage planning.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА.....	9
1.1 Загальні відомості і головні розміри судна.....	9
1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна.....	11
1.3 Маневрені характеристики.....	15
1.4 Навігаційне обладнання.....	15
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ.....	21
2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу.....	21
2.2 Оцінка запланованого переходу.....	22
2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході.....	24
2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації.....	27
2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні.....	29
2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання.....	33
2.3.1 Розрахунок ортодромії.....	33
2.3.2 Складання маршрутних листів.....	35
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
Висновки	41
РОЗДІЛ 3. ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ.....	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.....	48
3.4 Складання вантажного плану.....	52
3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу.....	53

РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА.....	55
4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна.....	55
4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності.....	58
4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації.....	61
4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності.....	61
4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності.....	63
4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності.....	67
4.7 Контроль загальної поздовжньої міцності судна.....	68
РОЗДІЛ 5. ІНФОРМАЦІЙНА БЕЗПЕКА СУДНА: ТЕХНОЛОГІЇ, МІЖНАРОДНІ НОРМИ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ.....	71
5.1 Вступ	71
5.2 Огляд основних принципів забезпечення інформаційної безпеки судноплавства.....	72
5.3 Міжнародні стандарти та рекомендації забезпечення інформаційної безпеки	76
5.4 Практичні аспекти забезпечення інформаційної безпеки судна.....	80
5.5 Перспективи та технології майбутнього у захисті інформації судна	87
5.6 Роль портової влади та судновласників у забезпеченні інформаційної безпеки судна	90
5.7 Висновки.....	94
РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ.....	95
6.1 Початкові дані для розрахунку рейсу.....	95
6.2 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі.....	96
6.3 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу.....	101
РОЗДІЛ 7. ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ.....	104
7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту.....	104
7.1.1 Вихідні дані.....	104
7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території.....	105

7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат...	111
7.2 Розподіл обов'язків та відповідальності щодо забезпечення охорони судна.....	112
ВИСНОВКИ.....	115
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	116

ВСТУП

Актуальність теми. Трансокеанське судноплавство завжди супроводжується великою кількістю навігаційних ризиків. Вивченню інформаційної безпеки судна: технології, міжнародні норми та практичні аспекти та їх важливості для судноводіння приділено недостатньо уваги, зважаючи на всю їх небезпеку для судноводіння. Це має вплив на навігаційну безпеку, конструкцію судна, ризики для людського життя на морі.

Мета. Аналіз рейсу судна “Redmer Oldendorff” з боку навігаційної, вантажної та економічної складової безпеки мореплавства.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- опис характеристик судна “Redmer Oldendorff”;
- аналіз, оцінка та планування переходу Richards Bay – Paradip (Річардс Бей - Парадіп);
- аналіз та опис характеристик вантажу, необхідних нормативних документів. Розрахунок кількості вантажу, запасів для здійснення безпечного переходу;
- оцінка морехідних якостей судна;
- аналіз та розрахунок економічних показників судна в рейсі;
- аналіз охоронних заходів та цивільної оборони на судні.

Об’єкт дослідження – рейс судна “Redmer Oldendorff”.

Методи дослідження – методи емпіричного дослідження (опис, порівняння, спостереження), (загальнологічні методи) та прийоми дослідження.

Практичне значення роботи складається в можливості комплексно опрацьовувати та досліджувати етапи рейсу суден.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

В даному підрозділі необхідно дати основні відомості про судно у вигляді таблиці, як приведено нижче.

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

1.	Назва судна	Redmer Oldendorff
2.	Тип судна	балкер
3.	Позивний сигнал судна	D5JV9
4.	IMO №	9463669
5.	MMSI №	636092818
6.	Рік і місце будівництва	2014, Zhejiang Shipbuilding Co. Ltd
7.	Клас реєстру	BV I CSR
8.	Порт приписки	Singapore
9.	Судновласник:	Iolkos Hellenic Maritime Enterprises Co LTD
10.	Менеджмент:	BSM
11.	Довжина найбільша, (L):(м):	199,99
12.	Довжина між перпендикулярами, (L~):(м):	193,74
13.	Ширина найбільша, (B):(м):	32,26
14.	Висота борту до верхньої палуби, (H):(м):	18,50
15.	Найбільше осідання (T):(м):	$T_{\text{л}}=13,275$; $T_{\text{т}}=13,577$; $T_{\text{з}}=13,023$;
16.	Осадка (T) в повному вантажу і порожньому: (м):	$T_{\text{max}}= 13,3$; $T_{\text{мин}}= 2,363$
17.	Водотоннажність: в повному вантажу Δ :	D: 74922t D_0 : 11578t
18.	Повна вантажопідйомність Δ_w :	63344t

19.	Головний двигун:	MAN B&W 5S60ME - C8
	Тип, потужність:	11900kWt x 105r/min

Продовження таблиці 1.1

20.	Швидкість судна:	у вантажу - 14,5; у баласті - 15,6
21.	Гребний гвинт: кількість лопастей: діаметр та крок гвинта (мм): напрямок обертання:	Aerofoil section type 1 set, кількість лопастей 4, діаметр 6,9 м, частота обертання на повному передньому ході 105(об/хв), напрям обертання right handed.
22.	Тип руля и площа його пера:	напівбалансирний; 32(м ²)
23.	Тип стернової машини:	електро-гідравлічна MS 1450-51 1269 kNm
24.	Режим роботи головного двигуна:	реверсивний
26.	Валова реєстрова місткість (GRT):	35812
27.	Чиста реєстрова місткість (NRT):	21224
28.	Добова витрата палива: на ходу: Важке паливо (HFO) на стоянці: Дизельне паливо (DO)	на ходу: важке паливо(HFO) - 25,8 т/ доба; дизельне паливо(DO) - 0,3 т/ доба на стоянці: дизельне паливо(DO) - 3 т/ доба
29.	Координати центру мас порожнього судна:	Z= 11,76 м X= 87,32 м

Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району АЗ.

Таблиця 1.2 - Склад суднової радіоапаратури

№ з/п	Радіоапаратура	Функції	ВИРОБНИК	Модель	К-ть
1	УКВ	Радіотелефонія ЦИВ	JRC DEBEG SAILOR	NCE - 2211 3817 RT - 2048	4
2	ПВ/КВ	Радіотелефонія ЦИВ	FURUNO DEBEG	FD1562 - 25 3818	2
3	Портативна аварійна УКВ	Радіотелефонія	SAILOR	SP - 3110	3
4	Inmarsat - C	Телекс	SAILOR	H - 2095B H - 2095B	2
5	MINI M	Супут. телефон Інтернет(e - mail)	NERA SHARP	MOBIQ UX - 104	1
6	SHIP SECURITY	Суднова система си-	SATA - MATICS	A008Y01	1

	ALERT SYSTEM	гналізації про пі- ратські атаки			
--	-----------------	-------------------------------------	--	--	--

Продовження таблиці 1.2

7	NAVTEX	Радіотелекс Прийом навіг.пові- домлень	FURUNO	NX - 500	1
8	EPIRB	Сигнал лиха	SANGYUN ENC. CO.LTD	SEP - 406	1
9	SART	РЛС відповідач 3см-діапазону	JORTON	TRON	2

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна

В даному підрозділі приводимо схематичний план бокового вигляду судна з розташуванням приміщень для вантажів і запасів Рис.1.1., а також план верхньої палуби судна (вид зверху) Рис. 1.2.

Також приводимо вантажну шкалу судна у вигляді Рис. 1.3.

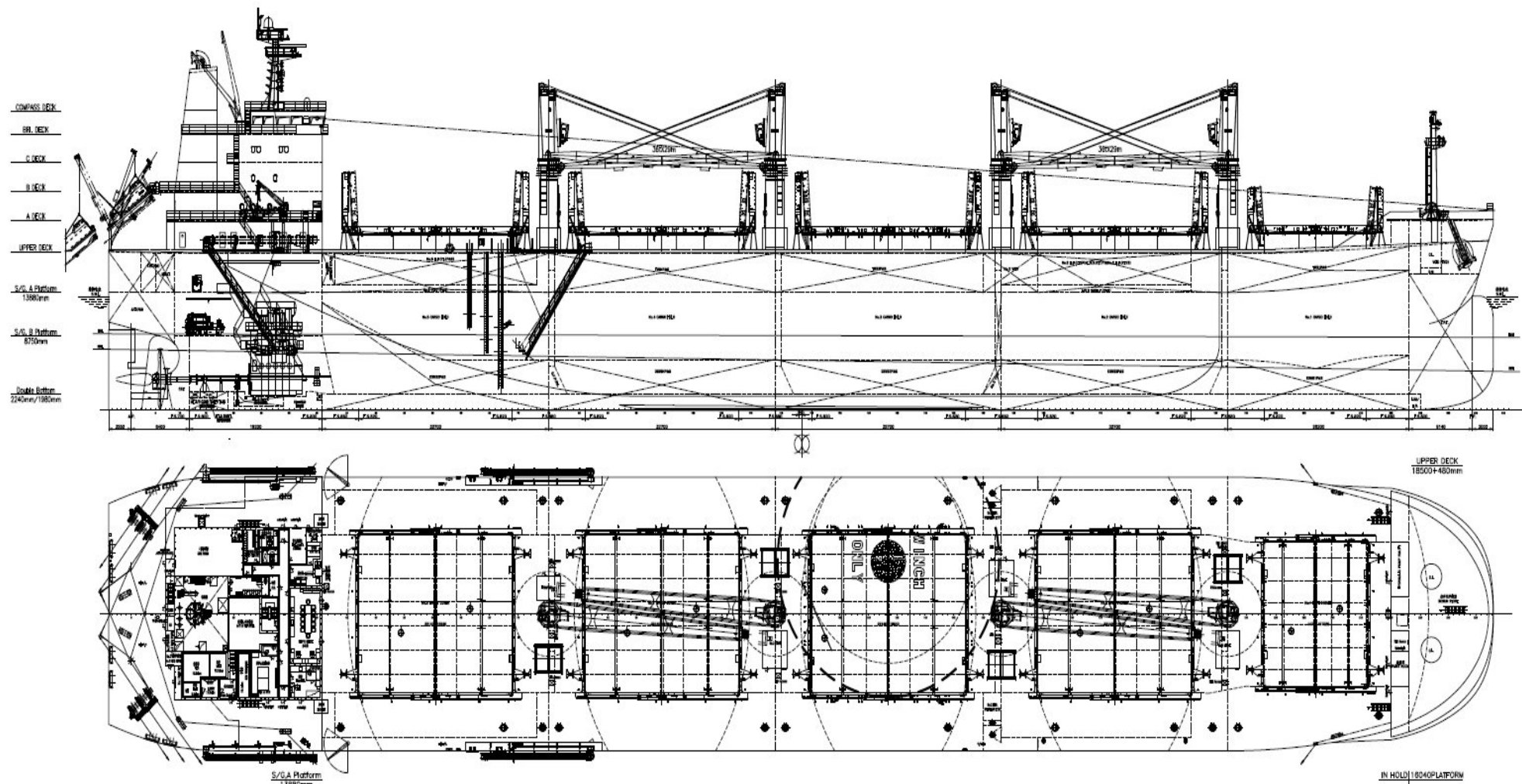


Рисунок 1.1 - Схематичне креслення судна з розміщенням вантажних стріл і кранів

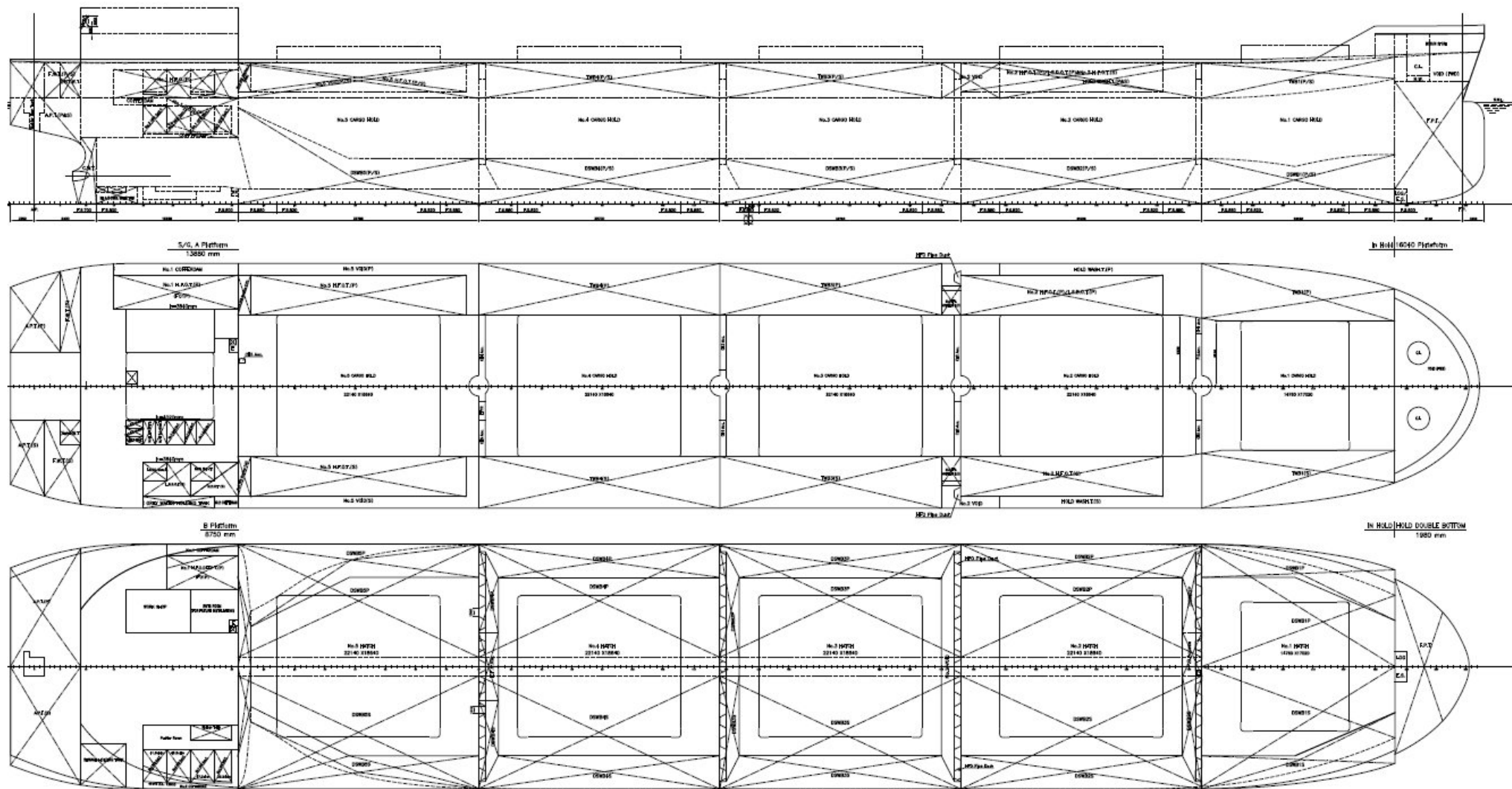
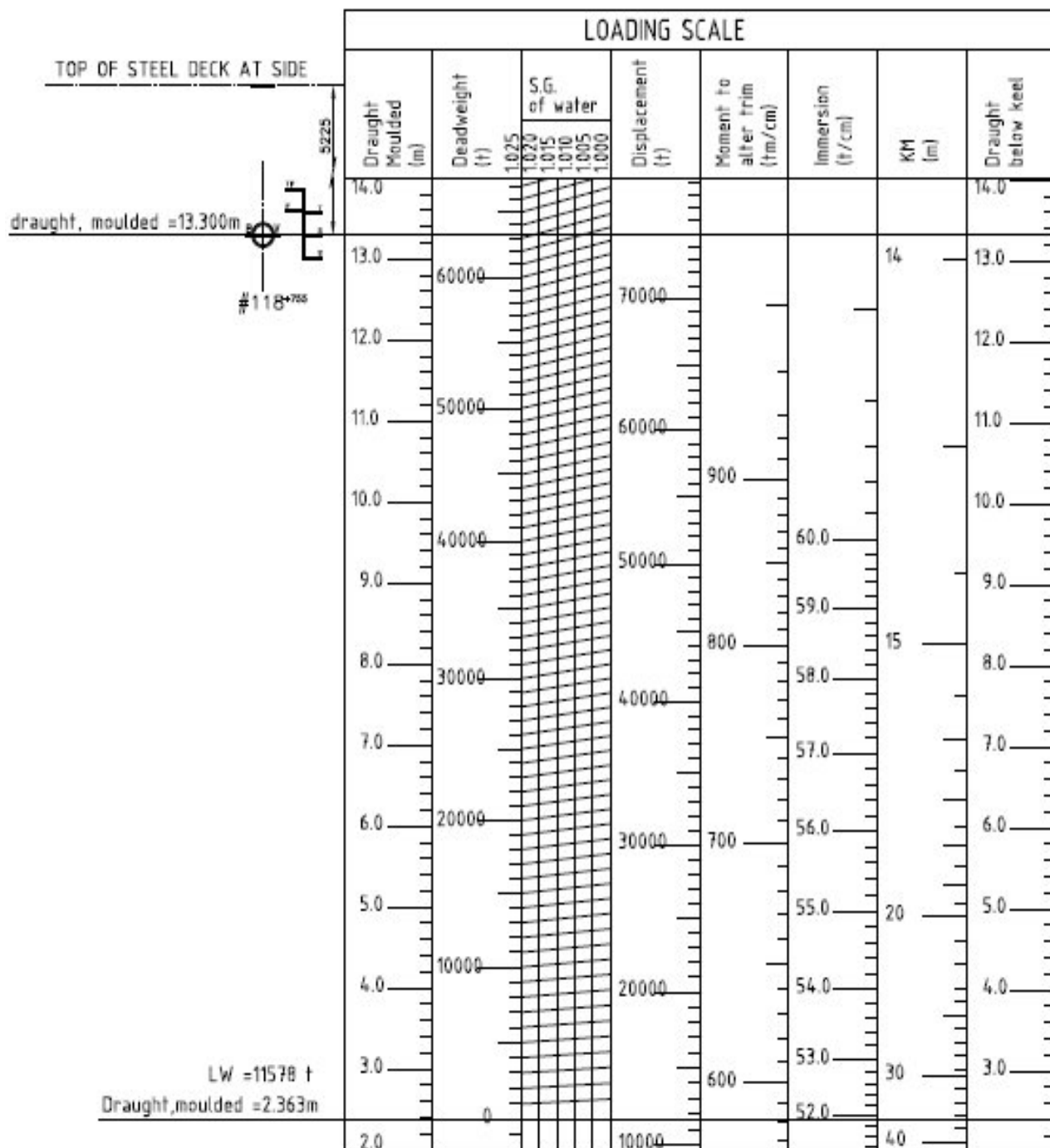


Рисунок 1.2 - План верхньої палуби з вказівкою розмірів вантажних люків і розташуванням приміщень для вантажів



DEADWEIGHT TABLE

LOAD LINE	FREEBOARD FROM TOP OF STEEL DECK (m)	DRAUGHT (MOULD) (m)	DISPLACEMENT (t)	DEADWEIGHT (t)
SUMMER (S)	5.225	13.300	74922	63344
TROPICAL (T)	4.948	13.577	76643	65065
WINTER (W)	5.502	13.023	73201	61623
FRESH WATER (F)	4.923	13.602	74925 *	63347
TROPICAL FRESH WATER (TF)	4.646	13.879	76605 *	65027

Рисунок 1.3 - Вантажна шкала

1.3 Маневрені характеристики

Дані про маневрені характеристики, дані по якірному ланцюгу, по роботі рульового пристрою, збільшення осадки, дані про діаметр повороту і так далі представлені на Рис. 1.4-1.5 складених згідно з рекомендаціями ІМО.

1.4 Навігаційне обладнання

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

Таблиця 1.3 – Технічні засоби навігації

Прилад Система	Тип Марка	К-ть
Магнітний компас	SESTREL BIRAM	1
Гірокомпас(ГК)	TOKYO KEIKI TG - 5000	1
Радіолокатор(САРП)	JRC JMA 9922 6XA	2
Ехолот	JRC JFE - 570S	1
Лаг	YOKOGAWA EML - 500	1
ПІ СНС	TRIMBLE NAVTRAC - XL / PHILIPS AP NAVIGATOR	2

Виконана в масштабі, схема розташування ТЗН і пультів на ходовому містку (вигляд зверху), представлена на Рис. 1.6

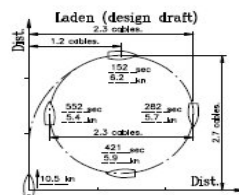
Ship's Name:	28 POTOMAC
HULL No.:	22B-308
BV Reg.:	264077
Nationality:	SINGAPORE
IMO No.:	9706988
Call Sign:	97U05

SHIP'S PARTICULARS

Length (O.A.)	199.99 m
Length (P.P.)	193.74 m
Moulded Breadth	32.26 m
Moulded Depth	18.50 m
Gross Tonnage	35,812
Net Tonnage	21,224
Max. Displacement	74,922 t
Max. Deadweight	63,544 t
Block Coefficient	0.876

SEA TRIAL CONDITION

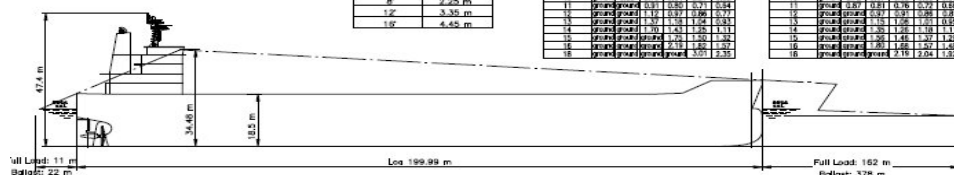
Sea Trial Area:	East China Sea
Sea Trial Date:	2014/12/18
Seawater Depth:	abt. 80m
Seawater S.G.	1.0198 t/m ³
Seawater Temp.:	25 °C
Wind Force:	2 Bft.
Vessel Load:	Ballast
Draught FWD:	4.57m
Draught Mid:	6.02m
Draught Aft:	7.37m
Displacement:	30,866 t



HALF AHEAD SPEED
(Estimated, approximate)

ANCHORING CHAIN

Number of shackles	Rate of Hauling (m / min)
Port	5
Starboard	5
1 shackle = 27.5 m	

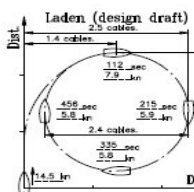


PROPULSION PARTICULARS

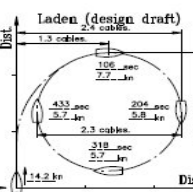
Engine Type: MAN B&W MC-C11-TL-SHC 4 Stroke 10,000 HP, Rev 5 Stroke							
Propeller Type: Fixed Pitch, 6000mm, 4 Blades, Grade 1							
Engine Order	Load		Ballast	rpm	Engine Order		
Ahead	Full Sea Speed	14.5	15.8	84.5	Astern		
	Full	13.5	14.8	76		Full	5.0
	Half	10.5	13.5	63		Half	3.5
	Slow	8.0	9.0	46		Slow	2.0
	Dead Slow	6.0	7.5	36		Dead Slow	1.5
Crutch Revolutions				45.5 ~ 56 rpm			
Minimum Revolution				22 rpm			
Time Until Astern				10 min			
Time Until at Minimum Revolutions				5 min			
Emergency Full Ahead to Full Astern				521 s			
Emergency Full Ahead to Stop				747 s			
Emergency Half Ahead to Stop				707 s			
Emergency Full Astern to Ahead				75 s			
Astern power				5810 kW			
Astern Revolution				76 rpm			
Maximum Number of Consecutive Starts: 11							

STEERING PARTICULARS

Type of rudder (a)	SEMI-BALANCE
Maximum rudder angle	30°
Time PS35 deg. to SB30 deg. with No. 1 Power Unit	22 s
Time SB35 deg. to PS30 deg. with No. 1 Power Unit	22.5 s
Time PS35 deg. to SB30 deg. with No. 2 Power Unit	22.5 s
Time SB35 deg. to PS30 deg. with No. 2 Power Unit	22 s
Time PS35 deg. to SB30 deg. with No. 1 & 2 Power Units	11 s
Time SB35 deg. to PS30 deg. with No. 1 & 2 Power Units	11 s
Minimum speed to maintain course propeller stopped	4.1 kn
Rudder angle for neutral effect	40.0°



Deep Water
(Estimated, approximate)



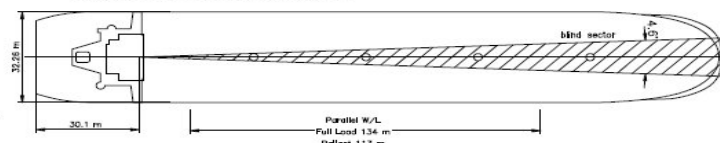
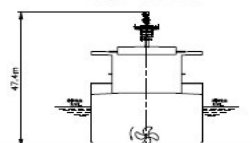
Shallow Water
(Estimated, approximate)

FULL AHEAD SPEED

Estimated Squat Effect

Ballast Condition							Full Load Condition						
draft(m)	0.0						draft(m)	13.3					
order and degree	0.5	1	2	3	4	5	order and degree	0.5	1	2	3	4	5
Slip Speed (kn)	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Slip Speed (kn)	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	1	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17
2	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	2	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28
3	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	3	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39
4	0.44	0.45	0.46	0.47	0.48	0.49	4	0.45	0.46	0.47	0.48	0.49	0.50
5	0.55	0.56	0.57	0.58	0.59	0.60	5	0.56	0.57	0.58	0.59	0.60	0.61
6	0.66	0.67	0.68	0.69	0.70	0.71	6	0.67	0.68	0.69	0.70	0.71	0.72
7	0.77	0.78	0.79	0.80	0.81	0.82	7	0.78	0.79	0.80	0.81	0.82	0.83
8	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	8	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94
9	0.99	1.00	1.01	1.02	1.03	1.04	9	1.00	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05
10	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14	1.15	10	1.11	1.12	1.13	1.14	1.15	1.16
11	1.21	1.22	1.23	1.24	1.25	1.26	11	1.22	1.23	1.24	1.25	1.26	1.27
12	1.32	1.33	1.34	1.35	1.36	1.37	12	1.33	1.34	1.35	1.36	1.37	1.38
13	1.43	1.44	1.45	1.46	1.47	1.48	13	1.44	1.45	1.46	1.47	1.48	1.49
14	1.54	1.55	1.56	1.57	1.58	1.59	14	1.55	1.56	1.57	1.58	1.59	1.60
15	1.65	1.66	1.67	1.68	1.69	1.70	15	1.66	1.67	1.68	1.69	1.70	1.71
16	1.76	1.77	1.78	1.79	1.80	1.81	16	1.77	1.78	1.79	1.80	1.81	1.82
17	1.87	1.88	1.89	1.90	1.91	1.92	17	1.88	1.89	1.90	1.91	1.92	1.93
18	1.98	1.99	2.00	2.01	2.02	2.03	18	1.99	2.00	2.01	2.02	2.03	2.04

VIEW FROM BOW



WHEELHOUSE POSTER

According to IMO Res.A601(15)

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

DWG No.: GS-RC63KRI2b-050-020 | PG-20

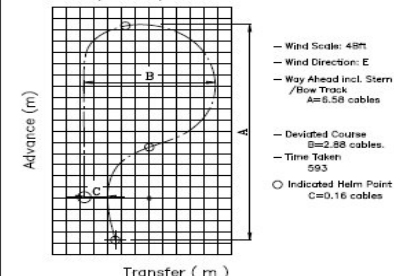
PREPARED BY: ZHEJIANG SHIPBUILDING Co. LTD

ISSUED DATE: 2015-01-04 REV.: A

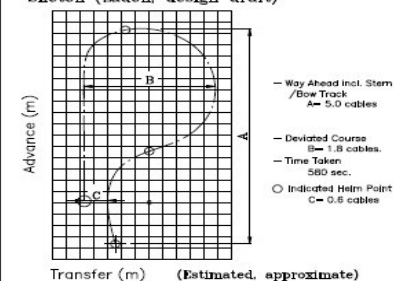
WILLIAMSON TURN CIRCLE

Sequence to be followed:
 - to drop a target at PS to a steady course at full speed with CSR, M/E
 - to turn helm to hard-over, SB immediately
 - to hard-over, PS immediately when heading direction 90 deg. deviated
 - to Zero degree and keep the straight course

Sketch (Ballast)



Sketch (Laden, design draft)



WARNING

The response of the VESSEL may be different from that listed above if any of the following conditions, upon which the maneuvering information is based, are varied:

- (1) Calm weather -- wind 10 knots or less, calm sea;
- (2) No current;
- (3) Water depth twice the vessel's draft or greater;
- (4) Clean hull;
- (5) Intermediate drafts or unusual trim.

Рисунок 1.5 - Дані про маневрені характеристики, гальмівний шлях, дані по якірному ланцюгу, про діаметр повороту

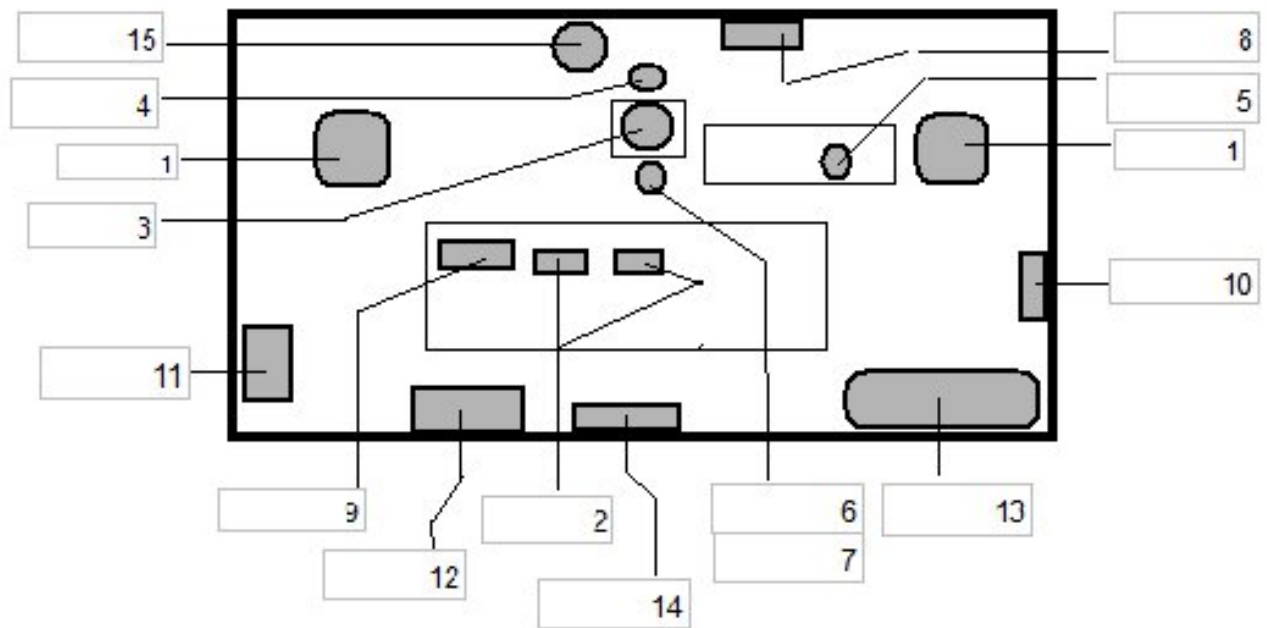


Рисунок 1.6. - Схема розташування ТЗН на навігаційному містку.

На рисунку 1.6 цифрами позначені:

- 1.Радар
2. GPS/DGPS
- 3.Гірокомпас/ репітер гірокомпаса
- 4.Магнітний компас
- 5.Телеграф
- 6.Авторульовий
- 7.Штурвал
- 8.Ехолот
- 9.Лаг
- 10.НАВТЕКС
- 11.Радіотелексний приймач карт погоди
- 12.Система виявлення пожежі
- 13.ГМССБ устаткування
- 14.Система управління освітленням
- 15.Індикатор перекладання керма

Таблиця 1.4 - Точностні характеристики технічних засобів навігації

Тип марка ТЗН	Вимірювані навігаційні параметри	СКП	Модуль градієнта параметра
МК SESTREL BIRAM	Пеленг	0,5°-1,5°	57,3°/Д
ГК TOKYO KEIKI TG - 5000	Пеленг	0,3°-0,5°	57,3°/Д
Радар САРП JRC JMA 9922 6XA	Пеленг Дистанція Дистанція Дистанція	1,0°-1,5° 0,1 кбт 1 % від Д 0,6 % від Д	57,3°/Д 1 1 1
Ехолот JRC JFE - 570S	Глибина	0,2 м 1-1,5 % від Н	-
Лаз YOKOGAWA EML - 500	Швидкість	0,1 вуз	-

Form Number: NAV/06

PILOT CARD SHEET 1 OF 2

SHIP'S NAME Redmer Oldendorff DATE _____

CALL SIGN D5JV9 DEADWEIGHT 63344 Tonnes BUILT 2014

DRAUGHT Fore _____ m Aft _____ m

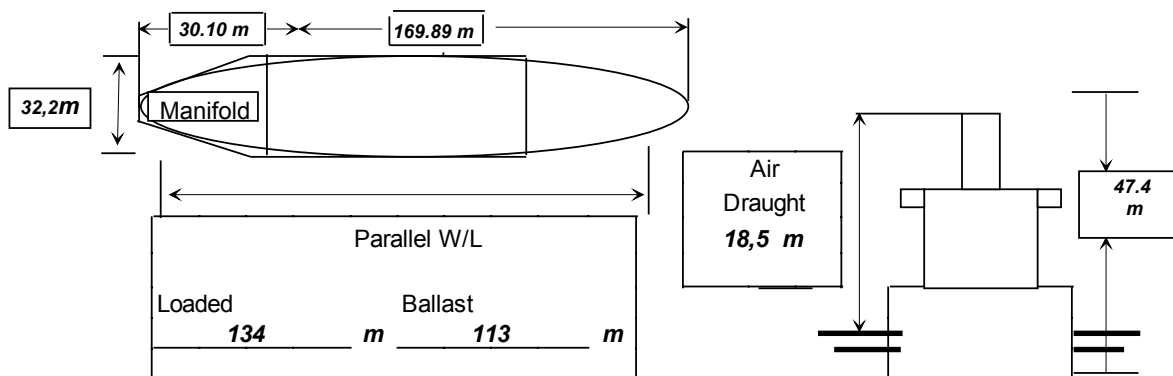
DISPLACEMENT _____ Tonnes

SHIP'S PARTICULARS

L.O.A. 199.99 m ANCHOR CHAIN: Port 11 shackles

BREADTH 32.26 m Starboard 11 shackles

BULBOUS BOW Yes/No (1 shackle= 27.5 m / 15.04 fathoms)



Type of Engine	<u>B&W 5S60ME</u>	Maximum Power	<u>11900</u> kw (<u>15280</u> HP)
Manoeuvring Engine Order	Rpm/Pitch	Speed (knots)	
		Loaded	Ballast
Full Ahead - Sea	<u>84,5</u>	<u>14.50</u>	<u>15.60</u>
Full Ahead - Man	<u>76</u>	<u>13.60</u>	<u>14.80</u>
Half Ahead	<u>63</u>	<u>10.50</u>	<u>13.50</u>
Slow Ahead	<u>46</u>	<u>8.00</u>	<u>9.00</u>
Dead Slow Ahead	<u>36</u>	<u>6.00</u>	<u>7.50</u>
Dead Slow Astern	<u>36</u>	Time Limit Astern <u>600</u> sec	
Slow Astern	<u>46</u>	Full Ahead to Full Astern <u>521</u> sec	
Half Astern	<u>63</u>	Max. no. of Consec. Starts <u>11</u>	
Full Astern	<u>76</u>	Minimum RPM	<u>22</u> <u>4.7</u> kts
		Astern Power <u>80</u> % ahead	

Рисунок 1.4 - Лоцманська картка

Form Number: NAV/06

STEERING PARTICULARS SHEET 2 OF 2

Type of Rudder SEMI - SUSPENDED Maximum Angle 35

Hard-Over to Hard-Over 28 sec Rudder Angle for Neutral Effect NIL

Thruster: Bow 882 kW(1100 HP) Stern N/A kW(- HP)

CHECKED IF ABOARD AND READY

Anchors ☐ P Indicators:

Whistle 32.20 ☐ P Rudder ☐ P

Radar ☐ P 3cm ☐ P 10cm 28 RPM/Pitch 15 ☐ P

ARPA ☐ P Rate of Turn ☐

Compass System ☐ P

Speed Log ☐ Dopler Yes/No Gyro Compass Error +1.5

Water Speed ☐ VHF ☐ P

Ground Speed ☐

Air
_____ m

☐ P

Dual-Axis ☐ P Type GPS

Engine Telegraphs ☐ P

Steering Gear B&W 9V ☐ P

Number of Power Units Operating ☐ 2

OTHER INFORMATION:

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

Загальні вимоги та рекомендації щодо планування переходу містяться в таких документах як:

- 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. «Руководство по плануванню ресу»;
- Рекомендації по організації штурманської служби на морських судах України – 1998 р.;
- Bridge Procedures Guide, 5th Edition, 2016;
- Bridge Team Management, 2nd Edition, 2004.

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 підібрані карти і книги 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	4070	Indian Ocean - Southern Part	Dec. 2022
	4073	Indian Ocean - Eastern Part	May 2022
	4700	Port Elizabeth to Mauritius	Feb. 2023
	4702	Cgagos Archipelago to Madagascar	Jan. 2021
	4707	Maldives to Sumatera	Jan. 2024
	4706	Bay of Bengal	Feb. 2023
Путьові, часні карти и плани	4174	Richards Bay Harbour	Apr 2021
	4173	Approaches to Richards Bay	Aug. 2020
	3300	Mbashe Point to Maputo	Aug. 2021
	827	Bay of Bengal - Sothern Part	Apr. 2023
	829	Bay of Bengal - Northern Part	June 2020
	321	Gopalpur to Paradip	May 2021
	538	Approaches to Paradip Port Paradip	May. 2024
Допоміжні карти	5102	Mooring and Manoeuvring Board	2015
	D.6083	The Word - Load Line Regulations - Zones, Areas and Seasonal Periods	2021
	5006	The World - Time Zone Chart	2016

Продовження таблиці 2.1

Допоміжні карти	5307	The World - Main Ocean Routes : Power Vessels	2023
	5310	The World - General Surface Current Distribution	2005
	5000	Azimuth Diagram - modified Weir(Lat. 0° to 65°)	2008

Таблиця 2.2 – Перелік публікацій на перехід

NP No	TITLE
SAILING DIRECTIONS	
3	Africa Pilot, Vol.3
39	South Indian Ocean Pilot
38	West Coast of India Pilot
ADMIRALTY LIST OF LIGHTS AND FOG SIGNALS	
77	Eastern Atlantic Ocean, Western Indian Ocean and Arabian Sea
79	Bay of Bengal and Pacific Ocean, North of the Equator
ADMIRALTY LIST OF RADIO SIGNALS	
281(1)	Part 1, Maritime Radio Stations: Europe, Africa and Asia (Excluding Far East)
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 (Excluding Far East)
284	Meteorological Observation Stations
285	Global Maritime Distress and Safety System(GMDSS)
286(8)	Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations : Africa, Red Sea, and The Persian Gulf

Продовження таблиці 2.2

286(4)	Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations : Indian sub - continent, South East Asia and Australia
288	Satellite Navigation Systems
ADMIRALTY TIDE TABLES	
203	Indian Ocean and South China Sea(Including Tidal Stream Tables)
ASTRONOMICAL PUBLICATIONS	
314-00	Nautical Almanac
303 (4)	Sight Reduction Forms (H.494)
323	Star Finder and Identifier
MISCELLANEOUS PUBLICATIONS	
100	The Mariners Handbook
136	Ocean Passages for the World(4th Edition, 1987)
131	Catalogue of Admiralty Charts and Publications
735	IALA Maritime Buoyage System, Edition 5 1994
5011	Symbols and Abbreviations used on Admiralty Charts, Edition 2 1998
Fairplay 2020 - World Shipping Encyclopedia	
Ports Guide 2022	

2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

Необхідно проаналізувати, описати та систематизувати навігаційну інформацію, що передається за допомогою GMDSS та факсимільних гідро-метеорологічних 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 з/п	Радіо станція	Позначення і межі карти	Зміст передачі	Час передачі
1	Cape Naval	1:20 000 000 FUXX; FSXX 0° 30°W; 0° 60°E 60°S 30°W; 60°S 60°E	FUXX: Upper Air Prognosis FSXX: Surface Prog- nosis	0630(12) 0730(12) 1100(00)
2	New Dehli	A 1:20 000 000 45°N 30°E; 45°N 125E° 25°S 30°E; 25°S 125E° B 1:20 000 000 40°N 30°E; 40°N 125E° 0°30°E; 0° 125E°	Surface analysis Significant Weather Prognosis for period 0300-1500 for period 0900-2100 for period 1500-0300 for period 2100-0300	0634(06) 1820(12) 0130(18) 0834(00) 1324(06) 2040(12)

Для прийому текстової інформації про погоду - прогноз, аналіз, метеопопереджень, - зазвичай не підбирають спеціальних станцій, оскільки випуски NAVAREA і NAVTEX містять її в достатній кількості. З посібника ALRS 285 вибираємо інформацію про райони NAVAREA і станціях NAVTEX по маршруту переходу. Дані зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 - Райони NAVAREA, станції NAVTEX на переході

N з/п	Ділянка переходу	Район NAVAREA	Станції NAVTEX	Координатор NAVAREA
1	Африка	VII	Cape Town [C] Port Elizabeth [I]	South Africa
2	Індійський океан	VIII	Chenai (Madras) [P]	India

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	Richards Bay Pilots and Port	VHF	16, 12	Approach, berthing, unberthing. Pilot on he- licopter
2	Paradip Pilots & Port	VHF	16, 12, 09 06, 69	Approach, berthing, unberthing. Cargo Operations

Таблиця 2.6 – СУРС по маршруту переходу

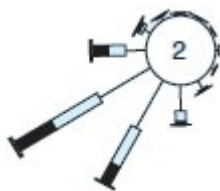
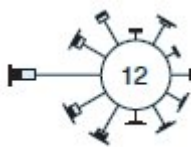
№	Traffic separation scheme	Station	VHF	Reporting point description
1	Richards Bay VTS	Richards Bay	16 11-14	Reporting system area H24, Mandatory report

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 дані вносимо в таблиці 2.7, 2.8.

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

Характеристики за ділянками	Річардс Бей			Індійський океан			Парадіп		
Атмосферний тиск, гПа	1018			1016			1014		
Вітер									
Напрявлення 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	4	-	-	1	-	-	6	-	-
NE	7	-	2	4	-	-	12	-	2
E	7	-	-	3	-	-	6	-	-
SE	14	-	-	4	-	-	4	-	-
S	25	1	-	2	-	-	9	-	-
SW	24	1	-	26	5	1	13	2	-
W	10	2	-	38	9	1	27	2	2
NW	5	-	-	22	7	1	18	1	-

Результуючий вітер	направлення, у румбах	SW	направлення, у румбах	W	направлення, у румбах	SW
	швидкість, м/с	6	швидкість, м/с	7	швидкість, м/с	6
Максимальна швидкість вітру, м/с	спостережена	12	спостережена	12	спостережена	7
	розрахункова	11	розрахункова	11	розрахункова	10
Повторюваність штилів, %	30		35		40	

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

Характеристики за ділянками		Річардс Бей	Індійський океан	Парадіп
Температура повітря, °C		12	24	33
Температура води, °C		4	15	22
Відносна вологість, %		83	78	82
Повторюваність туманів, %		1	1	1
Видимість менше 2 міль		-	-	1
Хмарність, бали		5	5	5
Солоність води, ‰		35	36	37
Щільність води, г/см ³ (або кг/м ³)		1,024	1.025	1.026
Постійні течії	назва	Мозамбікське	Екваторіальне	-
	термодинамічна характеристика	тепле	тепле	тепле
	направлення	SW	E	NE
	швидкість, вузл.	1	1	1-2
	стійкість	50	50	50-75
Швидкість припливних течій, вузл.		0,5	0,5	1
Висота хвиль, м	середня	2	3	2
	максимальна	3	5	3
Період хвиль, с		5	7	5

2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні

Порт Річардс Бей (Richards Bay) розташований на Е узбережжя Південної Африки приблизно в 130 милях до N від Дурбана. [15, 16]

Загальний короткий огляд: Зараз в порту є 21 причал, порт ділиться на 2 частини: чисті вантажні причали і вугільний термінал. Вугільний термінал може одночасно приймати до 4 суден.

В середньому в рік порт обробляє 90000000 тонн вантажу і приймає 1673 судна. Порт експортує вугілля у кількості 86000000 тонн.

Вантажна марка - літня

Максимальна глибина в порту 19 метрів.

Розрахунковий час прибуття в порт вирушає агентами за 48 годин до приходу судна в гавань, уся інформація, що подається, підтверджується портовій владі за 20 миль до входу в гавань.

При вході в порт необхідно підтримувати зв'язок з VTS центром на УКВ Ch 12, 16.

Фарватер в гавань Річардс Бей поглиблений до 24 метрів. Вхід в порт можна здійснювати по лінії створів 290°. При вході в порт споруджені північний і південний хвилеломи, на краях яких встановлені вогні. Також в гавані порту споруджений хвилелом, проходячи який необхідно дотримуватися особливої обережності. У гавані є досить місця для маневрування і вільного розвороту суден.

Лоцманська проводка в порт обов'язкова. На борт судна висадка лоцмана здійснюється за допомогою вертольота.

У гавані порту на якір постановка заборонена. Хороше якірне місце знаходиться в 3-5 милях до SE від Південного Хвилеріза, ґрунт пісок.

Примітні пункти: Головний вогонь (червона вежа) височіє на відстані 0.65 милі до Е від Південного хвилеріза, Маяк (чорна вежа) височіє в 0.2 милях до SE від Північного хвилеріза, Вогонь Richards (біла вежа заввишки 11 метрів) височіє в 3 милях від входу в гавань.

Берегова охорона: Пошук і рятувальні дії здійснюються в прибережній зоні від бухти Walvis Bay до межі Maputo. SAR здійснює Національний Морський Рятувальний Інститут (NSRI).

У порту можна поповнити запаси провізії і палива.

Порт оснащений великою площею для зберігання вантажів і їх перевалки.

У порту є досить пересувної і стаціонарної техніки для обробки будь-яких видів вантажів.

Необхідні документи на прихід/відхід:

1. Cargo stowage plan - 3 шт.
2. Cargo manifest - 8 шт.
3. Hatch list - 3 шт.
4. Hazardous and Dangerous Cargo declaration - 8 шт.
5. Crew List - 5 шт.
6. Passenger List - 5 шт.
7. Last port clearance - 1 шт.
8. Ship's Registry - 1 шт.

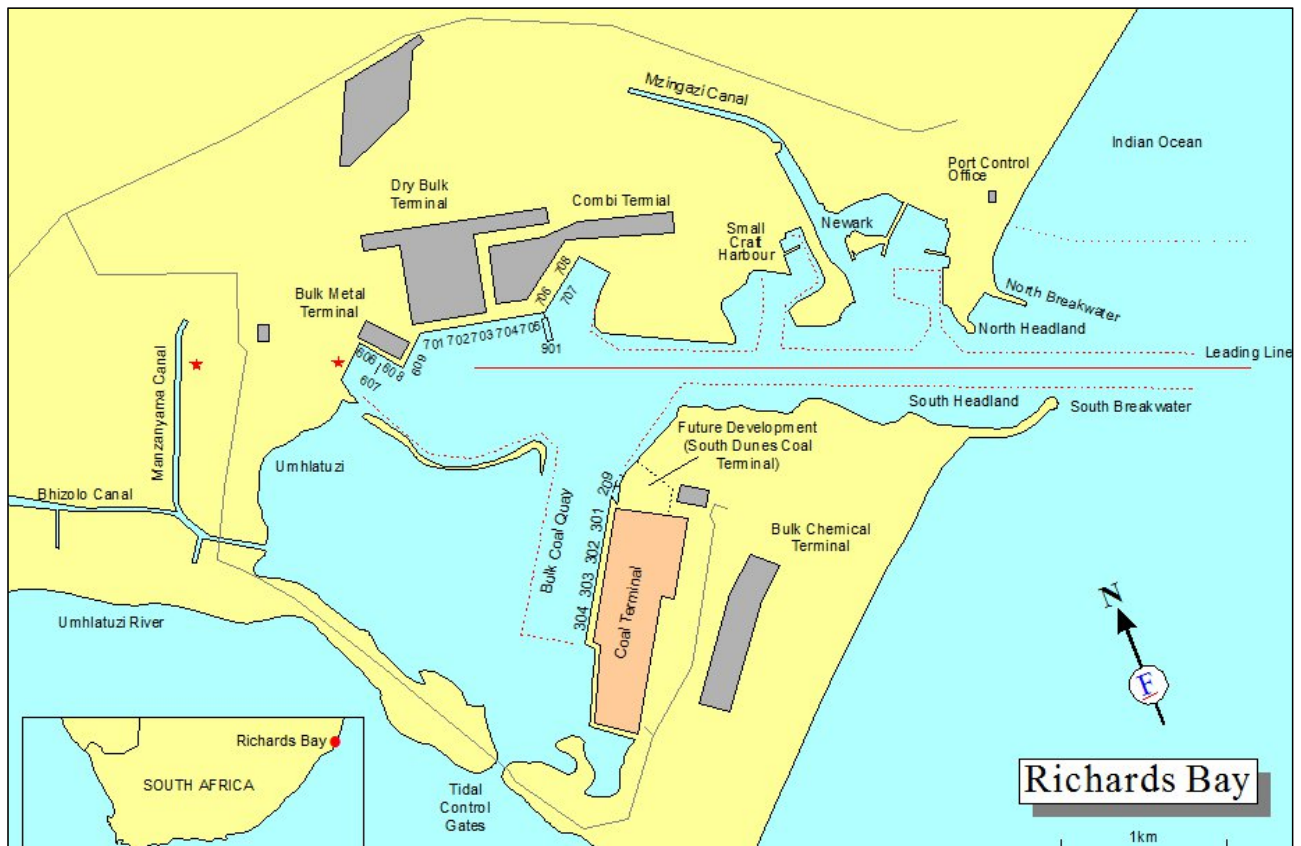


Рисунок 2.1 - План порту Річардс Бей

Порт Парадіп розташований на західному узбережжі Бенгальської затоки в 6,6 милях від гирла річки Маханади [15, 16].

Порт обробляє вантажі як вугілля, залізну руду, хром, сталеву продукцію, добрива, фосфорну кислоту і інші хімічні вантажі.

Щорічно порт обробляє близько 25310000 тонн вантажу.

У порту діє тропічна вантажна марка з 01/12 по 30/04 і з 01/05 по 30/11 - літня.

Зв'язок з портом здійснюється по УКВ каналам 06, 09 і 12.

Межі порту тягнуться на 18 миль від мілин порту Парадіп.

Основні навігаційні орієнтири: Fairway Buoy 20°14.3'N 086°42.9'E(LF1 W 10s). Вхідний канал має глибину 15 метрів, його довжина 1,1 милі і ширина 200 метрів. Басейн для розвороту в порту має ширину 520 метрів.

Лоцманська проводка в порт обов'язкова.

Якірна стоянка знаходиться в координатах 20°13.0'N 086°44.1'E і 20°13.0'N 086°42.7'E з радіусом в підлогу милі.

Щільність води від 1018 до 1023. Приливна хвиля коливається від 1,32 до 2,58 метрів.

Порт має в розпорядженні 4 буксири, які завжди використовують при вході в порт.

У порту можна зробити ремонт, поповнити запаси води, палива і провізії.

Необхідні документи на прихід/відхід:

1. Cargo stowage plan - 3 шт.
2. Cargo manifest - 8 шт.
3. Hatch list - 3 шт.
4. Hazardous and Dangerous Cargo declaration - 8 шт.
5. Crew List - 5 шт.
6. Passenger List - 5 шт.
7. Last port clearance - 1 шт.
8. Ship's Registry - 1 шт.

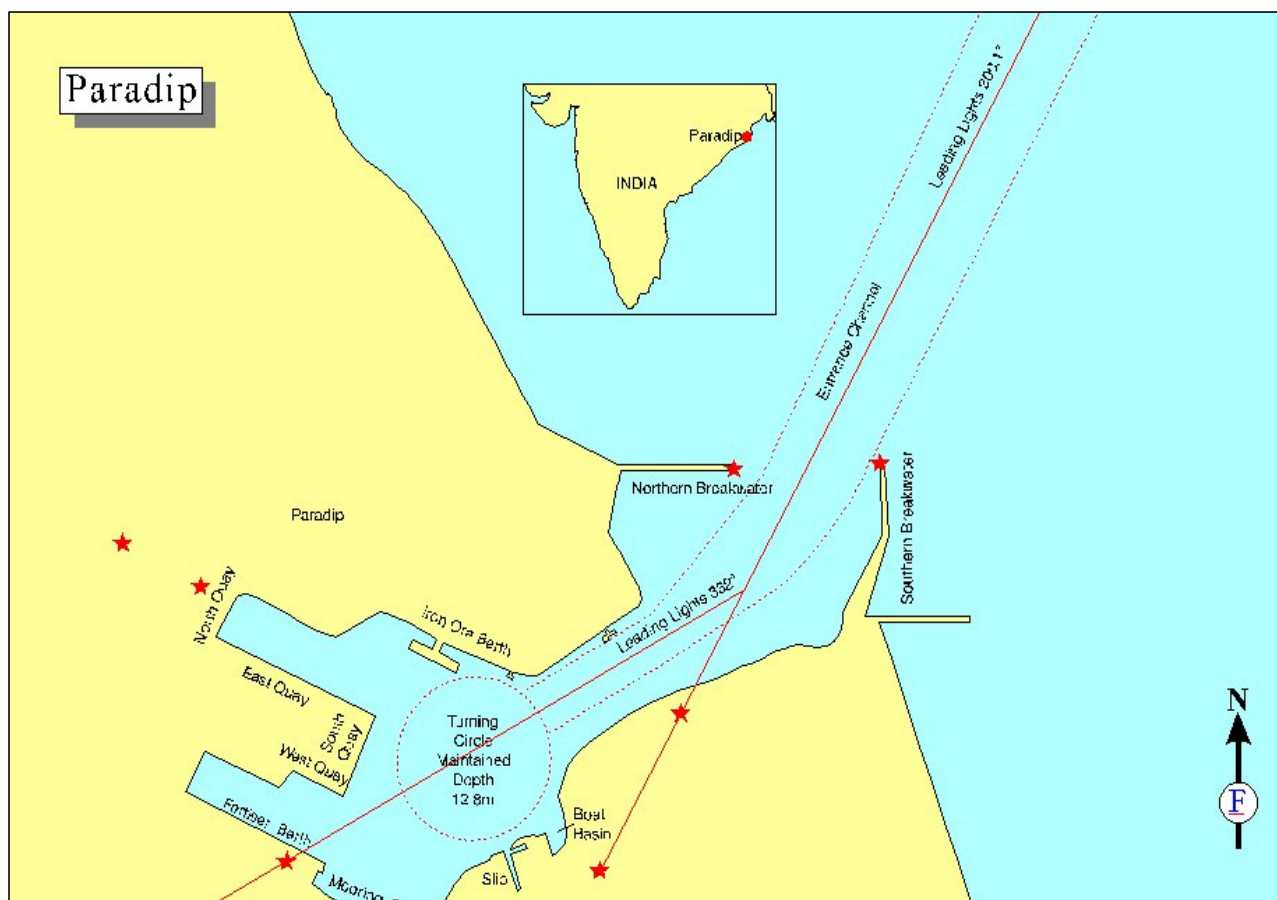


Рисунок 2.2 - План порту Paradip

Таблиця 2.9 - Засоби навігаційного обладнання

N з/п	Назва	Координати j l	Дальність видимості милі	Харак- тери- стики
1	North Breakwater	28°48,2`S 32°05,8`E	6	Fl(2) 5s
2	North Breakwater	20°15,8`N 86°40,8`E	15	Fl(3) 12s

2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1 Розрахунок ортодромії

Коли траса майбутнього плавання включає океанський перехід, вплив погоди і стан моря набувають особливо важливого і нерідко основного значення при виборі найвигіднішого шляху судна. При здійсненні такого вибору виникає потреба задовольнити найрізноманітніші запити : перехід має бути для судна безпечним, економічним, протікати у бажані терміни і за найбільш сприятливих зовнішніх умов, сприяючих підлягаючому зберіганню перевезенню вантажів, комфорту пасажирів і екіпажа, мінімальній витраті палива і мастильних матеріалів і т. д. Усі подібні умови перерахувати нелегко, але навіть якщо обмежуватися приведеними вище і вважати їх рівнозначними, то за певних умов погоди і стану моря взагалі неможливо буде знайти той шлях, наслідуючи які судно буде в змозі виконати поставлені завдання. Тому при виборі найвигіднішого шляху обмежуються завданням якого-небудь одного або декількох найбільш важливих

для цього рейсу умов. Маршрут, що якнайкраще задовольняє таким умовам, називають оптимальним шляхом морського судна.

Керівництво «Океанські шляхи світу», Керівництво призначене для полегшення рішення задачі по виборі шляху морського судна між найбільш важливими пунктами Світового океану з урахуванням сезонних змін гідрометеорологічних умов плавання і експлуатаційних якостей судна. На переході генеральну карту укладають в окремий ящик. Суднові номери картам не привласнюють.

При виборі трансокеанського переходу необхідно розрахувати плавання по ортодромії. Існує декілька способів такого розрахунку, перший з них аналітичний.

Для того, щоб нанести ортодромію на Меркаторську проекцію, необхідно знати параметри ортодромії, а по них розрахувати координати проміжних точок. Параметрами ортодромії є: l_0 - довгота точки перетину з екватором, k_0 - курс в цій точці.

$$tg \frac{\varphi_n - \varphi_k}{2} - l_0 = tg \frac{l_n - l_k}{2} \cdot \sin(j_n + j_k) \cdot \operatorname{cosec}(j_n - j_k)$$

де: $(l_n - l_k)$ и $(j_n + j_k)$ - координати точок приходу і відходу.

Курс обчислюється за формулою:

$$ctg k_0 = tg j_n \cdot \operatorname{cosec}(l_n - l_0)$$

Знаючи параметри, розрахунок проміжних точок ортодромії можна виконати таким чином: оскільки в нашому випадку ортодромія близька у напрямку до паралелі, то доцільно задавати довготи проміжних точок через 10° і розраховувати їх широти по формулі:

$$tg \varphi_i = \sin(l_i - l_0) \cdot ctg k_0$$

Другий спосіб розрахунку плавання по ортодромії полягає в наступному: використовуються карти гномонічної проекції (штурманський спосіб). Вони дозволяють прокласти курс між початковою і кінцевою точками шляху, а також визначити початкові курси для плавання через інтервали відповідні різниці довгот 5 і 20° .

У третьому випадку, використовуючи ортодромічну поправку, плавання по ортодромії замінити плаванням по хордах завдовжки 200-300 миль, а координати точок повороту розрахувати по формулах письмового числення.

Цей рейс містить трансокеанський перехід: через Південну частину Індійського океану, проте плавання проходить відрізками локсодромій із-за наявності островів на лінії шляху. Тому для прикладу здійснимий розрахунок між довільними точками в Індійському океані. Задамося відповідними координатами:

$$\begin{aligned} j_{\text{н}} &= 34^{\circ}59,0'S; & j_{\text{к}} &= 6^{\circ}18,0'N \\ l_{\text{н}} &= 39^{\circ}48,0'E; & l_{\text{к}} &= 94^{\circ}57,0'E \end{aligned}$$

Таблиця 2.10 - Розрахунок локсодромії

фк	6°18,0'N	λк	94°57,0'E	РМЧ	2622
фн	34°59,0'S	λн	39°48,0'E	К	51°
РШ	2477	РД	3310	S	3989

Визначити довжину ортодромії :

$$\cos D = \sin j_1' \sin j_2 + \cos j_1' \cos j_2' \cos PD$$

$$D = 3977 \text{ миль}$$

Доцільність плавання по ортодромії рівна:

$$DS = S_{\text{н}} - D = 3989 - 3977 = 12 \text{ миль або при } V_{\text{с}}=14 \text{ вузл (} t=0,9 \text{ години).}$$

Плавання по ортодромії не вигідно

Виконаємо розрахунок плавання по ортодромії:

Таблиця 2.11 - Курси і відстані при плаванні по ортодромії

N	Широта	Довгота	Курс	Відстань
---	--------	---------	------	----------

1	30° 03. 0 S	50° 00.0 E	60	595
2	23° 50.0 S	60° 00.0 E	55	651
3	16° 16.0 S	70° 00.0 E	51	723
4	7° 35.0 S	80° 00.0 E	48	785
5	6° 18.0 N	94° 57.0 E	47	1223

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.

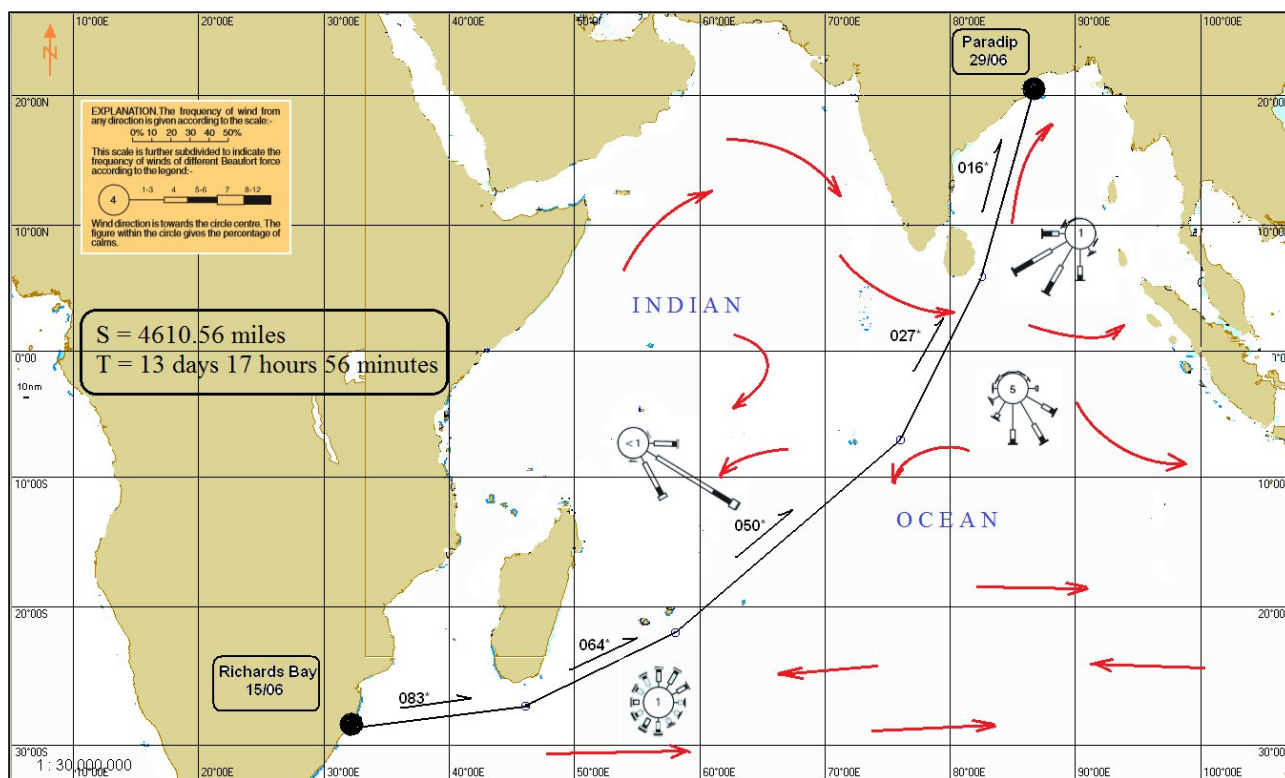


Рисунок 2.4 – Графічний план переходу

2.3.4 Розрахунок природної освітленості

Розрахунки освітленості виконують двома послідовними наближеннями:

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

- по довготі λ передбачуваного місця на полудень кожної доби переводять моменти в судновий час (ZT) та на кожний такий момент знаходять прокладенням наперед координати j і i 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 j і схиленню Сонця d на моменти його сходу і заходу по формулі $\text{tg } A$ розрахуємо азимути Сонця (Z) при сході і заході, які також внесемо до таблиці 2.12.

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:

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

У таблиці 2.12 приведено елементи освітленості на початок, середину та кінець рейсу.

Таблиця 2.12 – Елементи освітленості

Дата	Початок навігац. сутінків	Сонце				Кінець Нав. Сутінків	Місяць		
		Схід		Захід			Схід Тс	Рік дні	Захід Тс
		Тс	А	Тс	А				
15/06	05.47	06.43	63	16.55	297	17.49	10.35	4	21.21
16/06	06.26	07.20	64	17.32	296	18.26	11.50	5	23.00
21/06	05.23	06.12	66	17.16	294	18.06	14.21	10	02.33
22/06	05.59	06.48	66	18.04	294	18.52	15.53	11	04.08
28/06	05.05	05.56	65	18.56	295	19.49	21.59	18	08.48
29/06	04.45	05.38	65	18.57	295	19.51	22.38	19	09.25

2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

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

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

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

У будь-якому пункті Землі рівень моря постійно змінюється. Причини впускених коливань можуть бути короткочасними і позовними. Останні обумовлюються, головним чином, підйомами і опусканнями суші; вони незначні за величиною і прямого стосунку до безпеки мореплавання не мають. Короткочасні коливання рівня моря можуть носити регулярний(періодичний) і випадковий(неперіодичний) характер. Регулярні коливання рівня викликаються: приливообразующими силами Місяця і Сонця(приливні коливання); вітрами, що періодично змінюються; річним ходом опадів; випаром; стоком континентальних вод(сезонні коливання) та ін. Випадкові коливання рівня відбуваються під впливом вітру, що неперіодично змінюється, від різкої зміни атмосферного тиску.

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

Таблиця 2.13 - Час настання повних і малих вод. Для складання таблиці використовувалася програма TideCalc

Річардс Бей	Парадіп
-------------	---------

15/06		15/06		29/06		29/06	
Тп	hп	Тп	hп	Тп	hп	Тп	hп
08:47	1.5	21:44	1.4	00:28	2.4	12:31	2.1
Тм	hм	Тм	hм	Тм	hм	Тм	hм
02:31	0.7	15:12	0.8	06:47	1.4	18:41	1.4

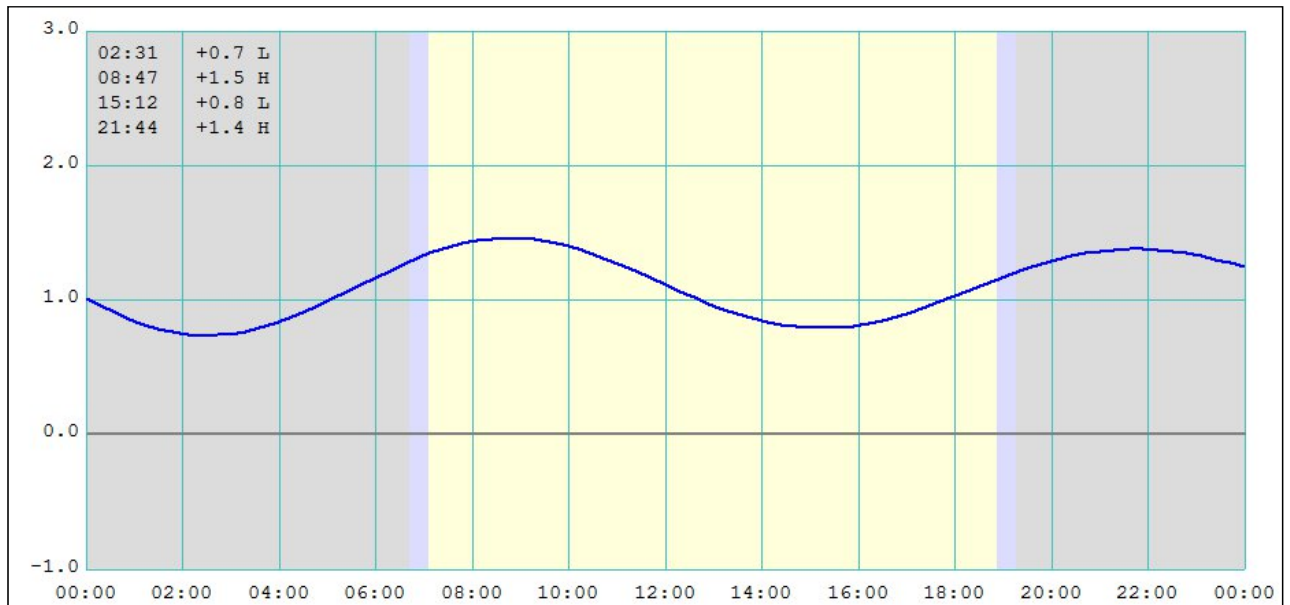


Рисунок 2.5 - Графік повної і малої води для порту Річардс Бей

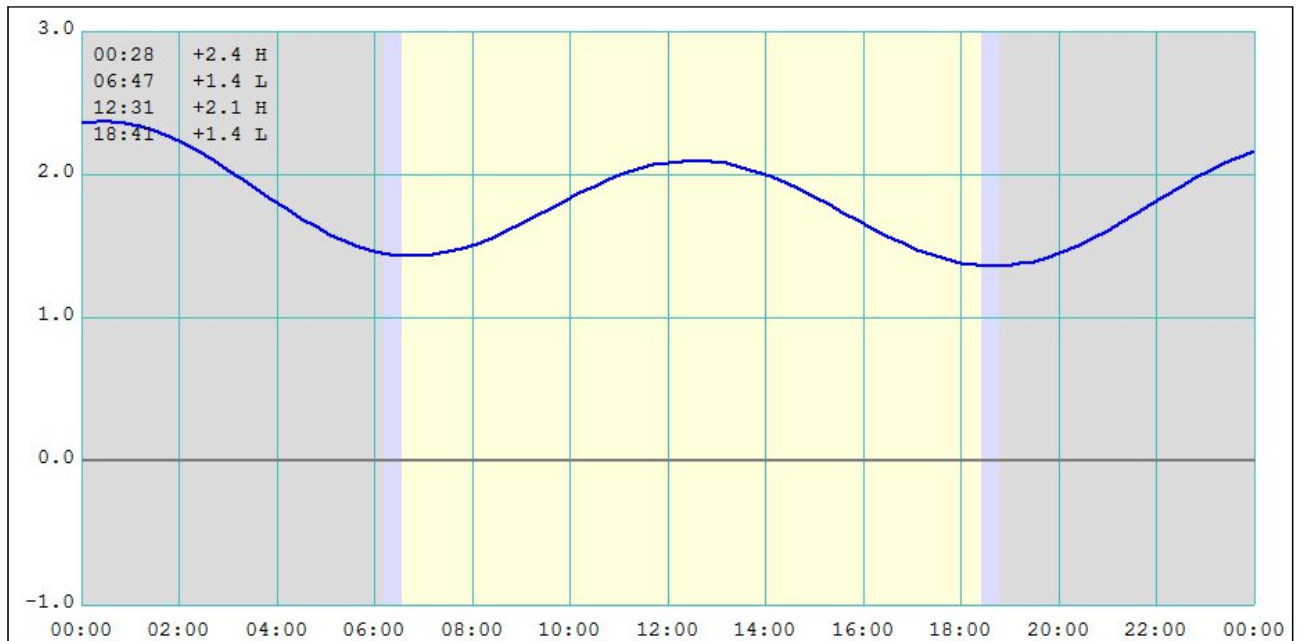


Рисунок 2.6 - Графік повної і малої води для порту Парадіп

2.4 Висновки

Перехід із порту Річардс Бей до порту Парадіп проходить через Індійський океан до Бенгальської затоки. У процесі опрацювання навігаційного переходу були обрані безпечні курси плавання відповідно до пори року. Загальна протяжність переходу склала 4610,56 миль; час виходу з порту Річардс Бей 15/06 о 10:00 за місцевим часом; час приходу в порт Парадіп 29/06 о 07:56. Тривалість переходу 13 діб 17 годин 56 хвилини.

При плаванні поблизу берегів найбільш точними способами визначення місця судна є визначення за допомогою РЛС, візуально, а так само комбінованим способом. Резервний спосіб обсервації - GPS і астрономічний.

Запропонований шлях судна є економічним і безпечним з точки зору навігації маршрутом для даного переходу.

VOY. PLAN No. 015 (7) Richards Bay to Paradip (GC)

WP	Lat	Lon	Distance	Course	Total Distance	ETA	ETD	TTG	Total Time	Speed	Bearing	Dist	Mark
0	28° 47.594' S	032° 02.721' E	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	6/15/2025 10:00	XXXX	XXXX	XXXX	100	0.25	Pier
1	28° 47.683' S	032° 02.747' E	0.09 nm	165.5 °	0.09 nm	6/15/2025 10:00	6/15/2025 10:00	00d 00h 00m	00d 00h 00m	6.0 kt	90	0.2	Pier
2	28° 49.760' S	032° 09.150' E	5.99 nm	110.2 °	6.09 nm	6/15/2025 11:00	6/15/2025 11:00	00d 00h 59m	00d 01h 00m	6.0 kt	293	3-Feb	North Breakwater
3	27° 14.633' S	046° 06.101' E	746.62 nm	082.7 °	752.71 nm	6/17/2025 17:20	6/17/2025 17:20	02d 05h 19m	02d 06h 20m	14.0 kt	-	-	GPS
4	21° 56.376' S	058° 02.922' E	726.00 nm	064.1 °	1478.71 nm	6/19/2025 22:12	6/19/2025 22:12	02d 03h 51m	04d 10h 12m	14.0 kt	-	-	GPS
5	07° 04.455' S	076° 02.578' E	1370.67 nm	049.6 °	2849.38 nm	6/24/2025 1:06	6/24/2025 1:06	04d 01h 54m	08d 12h 06m	14.0 kt	-	-	GPS
6	05° 56.379' N	082° 29.949' E	868.17 nm	026.5 °	3717.55 nm	6/26/2025 16:07	6/26/2025 16:07	02d 14h 00m	11d 02h 07m	14.0 kt	-	-	GPS
7	20° 14.352' N	086° 43.182' E	889.07 nm	016.1 °	4606.63 nm	6/29/2025 7:37	6/29/2025 7:37	02d 15h 30m	13d 17h 37m	14.0 kt	-	-	GPS
8	20° 15.832' N	086° 40.521' E	2.90 nm	300.5 °	4609.53 nm	6/29/2025 7:49	6/29/2025 7:49	00d 00h 12m	13d 17h 49m	14.0 kt	94	0.23	North Breakwater
9	20° 16.542' N	086° 40.108' E	0.81 nm	331.2 °	4610.34 nm	6/29/2025 7:54	6/29/2025 7:54	00d 00h 04m	13d 17h 54m	10.0 kt	344	0.2	Fertilizers Berth
10	20° 16.737' N	086° 40.219' E	0.22 nm	028.3 °	4610.56 nm	6/29/2025 7:56	XXXX	00d 00h 02m	13d 17h 56m	6.0 kt	275	0.15	Fertilizers Berth

Sea passage RICHARDS BAY PILOT to PARADIP PILOT : DISTANCE = **4607.6** TIME FOR SEA PASSAGE = **329.5**

Pilotage **3**

During pilotage a position on the chart every 6 min and before course alteration. All depths less than 8 m are highlighted Reporting Points and Notes are marked on the charts.	286(8) 2. NP 203 - Tidal Tables, 3. NP 77, 79 - Light List 4. NP 3, 39, 38 - Sailing Directions 4070-4073-4700-4702-4707-4706-4174-4173-3300-827-829-321-538
--	---

Рисунок 2.3 - Маршрутный лист

РОЗДІЛ 3

ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ

3.1 Транспортні характеристики вантажів

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

Вантажем даного рейсу є Вугілля. Вугілля (деревне, активоване, сажа та ін.) – Чорний порошок або гранули; запилені, надзвичайно гігроскопічний вантаж, схильний до самозігрівання і самозаймання, підвищена температура і вологовміст активізує ці процеси. Небезпечні вантажі. КЛАС 4.2



Самозаймисті речовини. Вугілля, пред'явлені до перевезення, повинні бути досить термооброблені і охолоджені перед упаковкою. Деякі види вугілля (неактивований, пройшовши спеціальні випробування і мають сертифікат про це) можуть не відноситись до класу 4.2. Вугілля, що не відносяться до класу 4.2 можуть за погодженням з перевізником пред'являтися до морського перевезення навалом; відносяться до вантажів, небезпечних при перевезенні навалом. В даному рейсі вантаж перевозиться навалом. Може виділяти метан, займисті гази; суміш метану з повітрям, що містить 5-16% метану, може призвести до вибуху в атмосфері вантажного приміщення або суміжних приміщень від впливу іскри або відкритого полум'я, запаленого сірника або цигарки. Оскільки метан легший

за повітря, він може накопичуватись у верхніх частинах вантажного приміщення або інших закритих або погано вентильованих приміщеннях. Якщо проникність переборок, що обмежують вантажне приміщення, порушена, метан може проникнути в службові або житлові суміжні приміщення. Вугілля можуть окислюватися, викликаючи зниження вмісту кисню і зростання вмісту діоксиду вуглецю в атмосфері вантажного приміщення. Деякі види вугілля мають схильність до самонагрівання, що може призвести до їх самозаймання у вантажному приміщенні. Можливе утворення самозаймистих і отруйних газів, включаючи оксид вуглецю. Це газ, не має запаху, трохи легший за повітря, має межі займання 12-75% на об'єм. Токсична при вдиханні і має здатність впливати на вміст гемоглобіну в крові з інтенсивністю, що перевищує інтенсивність впливу кисню в 200 разів. Деякі вугілля схильні вступати в реакцію з водою і утворювати кислоти, які можуть викликати корозію. Можливо також утворення займистих і отруйних газів, таких як водень. Він не має запаху, набагато легше повітря, межі його запалення в повітрі складають 4-75% на об'єм. Кут природного укосу – 35°. Вантаж відноситься до групи «В», що не розріджується в процесі перевезення. Документи, які були використані в процесі збору інформації що до транспортних властивостей вантажу і правил їх перевезки:

При перевезенні вугілля слід ретельно стежити за рівнем кисню і виділеного метану в трюмах.

Нормативними документами описуючими правила перевезення вантажу є:

- Міжнародний Кодекс перевезення морем небезпечних вантажів (IMDG Code);
- The International Maritime Solid Bulk Cargoes Code
- Кодекс безпечної практики вантаження і вивантаження навалочних суден (BLU Code).
- SOLAS CH VI, VII

Основні характеристики перевезеного вантажу представлені в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 - Основні характеристики вантажів

Найменування вантажу	Вид тари	Питомий навантажувальний об'єм, м³/т	Валові норми вантажних робіт т/сут	
			Завантаження	Розвантаження
Вугілля	навалом	1,16	20000	10000

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

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

Усі вантажні облаштування судна мають бути цілком підготовлені до прийому вантажу, обумовленого в договорі морського перевезення.

Взаємна інформація судна і порту призначення про час прибуття і про вантаж дозволить скоротити стоянку судна в порту і своєчасно підготувати вантажні облаштування судна і причал порту до вантажних операцій.

У попередній інформації Капітан повинен уявити відомості про осідання судна, кількості вантажу і розподіл його по трюмах або танкам, наявність палубного вантажу або ваговитих вантажів з вказівкою їх маси, найменування вантажоодержувачів, справності суднових перевантажувальних засобів, а також про усі потреби судна в паливі, воді, продуктах, необхідному ремонті і інших потребах судна, задоволення яких входить в обов'язки порту.

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

Трюмні льяла необхідно розкривати і очищати після кожного розвантаження, оскільки в них збирається вода, яка стікає з трюмів і містить домішки вантажів, які можуть розкладатися.

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

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

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

Після закінчення підготовки судна до вантажних робіт капітан подає на ім'я начальника порту або на адресу посилача вантажу Сповіднення капітана, яким він формально фіксує фактичну готовність судна до навантаження. У Сповідненні капітана повідомляють про дату, часу готовності судна до прийому (здача) вантажу через відповідні люки трюмів, вантажопідйомності суднових вантажних засобів, часу прийому палива і води і інші потреби судна.

Особливості підготовки вантажних приміщень до навантаження:

- 1.Трюми мають бути сухими і чистими.
- 2.Перегородки і трубопроводи, що нагріваються понад 50°C, обшити термоізоляційним матеріалом.
- 3.Виключити попадання вантажу в приймальні сітки осушувальної системи.
- 4.Забезпечити водонепроникність кришок вантажних люків, тамбучин, лазів, вентиляційних отворів.
- 5.Перевірити баластну систему і пожежні магістралі на предмет відсутності фільтрації води у вантажні приміщення.

На початок вантажних операцій факт готовності вантажних приміщень оформляють актом.

У порту завантаження мають бути оформлені наступні документи: Нотис по радіо на адресу агента про час прибуття судна в порт, подається за 7,5,3,2 і 1 днів до приходу. З приходом агентові вручається письмовий нотис про готовність судна до завантаження і попередній вантажний план. Обидва документи підписуються капітаном. Попередній вантажний план узгоджується із стивидорною компанією. До початку завантаження вантажовідправники можуть найняти сюрвейєра для огляду трюмів, про що складається сюрвейєрський акт про придатність вантажних приміщень до перевезення номінованих вантажів. Копія акту, підписана сюрвейєром, вручається капітанові. До початку завантаження капітанові вручається список вантажів, дозволених до завантаження митницею, а також вантажні ордери з детальним описом вантажів, тари, упаковки, маркіровки і так далі. До початку завантаження капітан повинен надати сертифікат якості на вантаж, фумігаційні сертифікати, як на вантаж, так і на матеріал сепарації. Під час завантаження вантажному помічникові після кожної зміни вручаються тальманські розписки портових тальманов (тальманов вантажовідправників) і тальманов судновласника, які він повинен звіряти і контролювати завантаження по навантажувальних ордерах. Після закінчення завантаження окремої коносаментної партії капітанові або вантажному помічникові вручається штурманська розписка, в яку він вносить обмовки про стан вантажу і звіряє її з навантажувальним ордером і тальманськими. Надалі, обмовки з штурманської розписки мають бути перенесені в коносамент капітаном або агентом. Якщо коносамент не буде готовий до закінчення завантаження, про що агент заздалегідь сповіщає капітана, капітан повинен вручити агентові доручення на підписання коносаментів. Забороняється підписувати штурманські розписки і коносаменти до закінчення завантаження кожної партії вантажу. Після закінчення завантаження коносаменти підписуються капітаном (чи агентом за дорученням капітана після відходу судна), тальманської фірмою вручаються люкові записки, стивидорной компанією - виконавчий вантажний план, агентом - вантажні маніфести з відміткою митниці, а також таймшит про стоянку судна в порту. Як правило,

пакет вантажних документів вирушає в порт призначення поштою.

У порту розвантаження також вручаються нотис про готовність до розвантаження, виконавчий вантажний план, вантажні маніфести, люкові записки. Розвантаження вантажу повинне починатися тільки після вручення капітанові оригіналу коносаментів з банківською відміткою про сплату фрахту або якщо є дозвіл комерційної служби судноплавній компанії на розвантаження вантажів. Рахунок вантажу робиться тальманами порту (вантажовласника) від імені судовласника. У разі виявлення розбіжності в рахунку вантажу слід вживати заходи по виявленню помилок або розшуку вантажу. Судном і агентом також ведеться таймшит стоянки судна в порту. Після закінчення розвантаження судну або комерційній службі пароплавства вручаються акти-сповіщення про результати розвантаження вантажів. Якщо в актах-сповіщеннях є претензії про недостачу/надлишках або псуванні вантажів, капітаном судна оформляється справа відомчого розслідування і спрямовується в комерційну службу судноплавній компанії.

Початок сталійного часу: якщо нотис про готовність судна до вантажних операцій подається до 12:00, рахунок сталії починається з 13:00 поточного дня, якщо після 12:00 - з 08:00 наступного дня.

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

Повна розрахункова водотоннажність судна _р, яке служить початковою величиною при визначенні його чистої вантажопідйомності _ч на рейс, залежить від вантажних марок в портах завантаження і розвантаження і вантажних марок і обмежень осідання на трасі переходу.

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

Перехід Richards Bay - Paradip починається в зоні дії літньої вантажної марки, проходить через зону дії тропічної вантажної марки і закінчується в зоні

дії літньої вантажної марки без обмежень по осіданню. За розрахункову водотоннажність приймаємо водотоннажність для осідання по літню вантажну марку.

Водотоннажність для літньої вантажної марки(з ТЕХ судна) :

$$\Delta_{\text{р}} = 74922 \text{ т.}$$

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

$$\Delta_{\text{W}} = \Delta_{\text{р}} - \Delta_{\text{0}},$$

де Δ_{0} - водотоннажність судна порожньому, т.

$$\Delta_{\text{W}} = 74922 - 11578 = 63344 \text{ т}$$

Ходовий час визначається в главі 2 і складає:

$$t_{\text{х}} = 13,75 \text{ діб}$$

Нормативна тривалість часу стоянки розраховується по формулі:

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

де Q_i - кількість вантажу, т;

M - валова норма вантажних робіт, т/сут.

$$t_{\text{ст}} = 62215/10000 = 6,2 \text{ діб}$$

Кількість вантажу, яка може прийняти судно, залежить від величини запасів. Зазвичай немає необхідності враховувати запаси стоянок, що витрачаються в порту завантаження, оскільки до моменту закінчення завантаження запаси стоянок, передбачені на час завантаження будуть витрачені. Тому загальна кількість рейсових запасів $P_{\text{зап}}$ розраховується як сума ходових запасів $P_{\text{зап}}^{\text{х}}$ і необхідних для порту визавантаження запасів стоянок $P_{\text{зап}}^{\text{ст}}$:

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

Кількість ходових запасів складає суму:

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

де $P_{\text{т}}^{\text{х}}$, $P_{\text{в}}^{\text{х}}$, $P_{\text{см}}^{\text{х}}$ - відповідно кількість палива, води і мастильної олії необхідне на перехід від порту завантаження до порту розвантаження з урахуванням коефіцієнта штормового запасу $k_{\text{шт}}$ (прийmemo 10%).

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

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

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

де q^x_T, q^x_B, q^x_M - добова норма витрачання палива, води і олії на ходу судна відповідно, т/доба.

$$P^x_T = (25,8+0,3) \cdot 13,75 \cdot 1,1 = 394,8 \text{ т}$$

$$P^x_B = 5 \cdot 13,75 \cdot 1,1 = 75,6 \text{ т}$$

$$P^x_{см} = 0,18 \cdot 13,75 \cdot 1,1 = 2,7 \text{ т}$$

$$P^x_{зап} = 394,8 + 75,6 + 2,7 = 473,1 \text{ т}$$

Аналогічно знаходять кількість запасів стоянок :

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

$$P^{ст}_T = q^{ст}_T \cdot t_{ст};$$

$$P^{ст}_B = q^{ст}_B \cdot t_{ст};$$

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

де $q^{ст}_T, q^{ст}_B, q^{ст}_M$ - добова норма витрачання палива, води і олії на стоянці судна відповідно, т/доба.

$$P^{ст}_T = 3,0 \cdot 6,2 = 18,6 \text{ т}$$

$$P^{ст}_B = 5 \cdot 6,2 = 31,0 \text{ т}$$

$$P^{ст}_{см} = 0,03 \cdot 6,2 = 0,2 \text{ т}$$

$$P^{ст}_{зап} = 18,6 + 31,0 + 0,2 = 49,8 \text{ т}$$

$$P_{зап} = 473,1 + 49,8 = 522,9 \text{ т}$$

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

Запаси палива, олії і води прийняті трохи більше чим необхідно на рейс. На відхід на судні було: важкого палива 647,6т; дизельного палива 85,4т; води 160 т; олії 37,4 т.

$$\text{Всього } P_{зап} = 930,4 \text{ т}$$

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

$$G_{ч} = G_W - (P_{зап} + P_{эк});$$

де $P_{\text{эк}}$ - екіпаж, постачання і ін.

$$Q_{\text{ч}} = 63344 - (930,4 + 195) = 62218,6 \text{ т}$$

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

Таблиця 3.2 - Відомості про масу і об'єм вантажу

Найменування вантажу	Маса вантажу, т Q_i	Питомий навантажувальний об'єм вантажу, м ³ /т, U_i	Об'єм займаний вантажем, м ³ , V_i
Обов'язкові Вугілля	62215	1,16	72169,4

Фактична маса вантажу ($Q_{\text{общ}}$) та його об'єм ($V_{\text{общ}}$) не перевищують значень $D_{\text{ч}}$ та $W_{\text{с}}$, тобто мають виконуватись наступні умови:

$$Q_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n (Q + Q_{\text{сеп}})_i \leq \Delta_{\text{ч}} ,$$

$$V_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n V_i \leq W_{\text{с}} .$$

3.4 Складання вантажного плану

Від якості складеного вантажного плану залежать безпека мореплавання, збереженість вантажів, комерційні результати роботи судна.

При складанні вантажного плану для генеральних, навалювальних і зернових вантажів на практиці використовується принцип розподілу вагового навантаження по довжині судна пропорційно об'єму вантажних приміщень за допомогою коефіцієнту співвідношення вантажомісткості кожного вантажного приміщення ($k_{\text{св}}$), що визначається за формулою:

$$k_{ci} = \frac{W_i}{W_c},$$

де W_i – вантажомісткість i -го вантажного приміщення, м³;

W_c – вантажомісткість судна, м³;

i – номер вантажного приміщення ($i=1,2, \dots i$).

Значення розподіленої маси для i -го вантажного приміщення (Q_i) визначається як добуток коефіцієнту співвідношення вантажомісткості i -го вантажного приміщення (k_{ci}) на розраховану загальну масу вантажів, що приймається на даний рейс ($Q_{общ}$):

$$Q_i = k_{ci} \times Q_{общ}$$

Розрахунок розподіленої маси вантажних приміщень приведемо в табличній формі (табл. 3.3).

Комплектація і розміщення вантажів по вантажних приміщеннях робиться з урахуванням транспортних характеристик вантажів, техніко-експлуатаційних характеристик судна.

При комплектації вантажів були виконані наступні умови:

- відхилення завантаження вантажних приміщень від розподіленої маси не перевищує 10%;

- укладання вантажу було зроблене відповідно до вимог до перевезення навалювальних вантажів морем.

Таблиця 3.3 - Розподіл вагового навантаження по вантажних приміщеннях судна

Найменування вантажного приміщення	Вантажомісткість вантажного приміщення W_i , м ³	Коефіцієнт порівняння, K_i	Допустиме максимальне вагове завантаження вантажного приміщення Q_i , т
Трюм №1	12377,8	0,15973	9937,6
Трюм №2	16501,5	0,21294	13248,1
Трюм №3	16006,0	0,20655	12850,5

Трюм №4	16518,2	0,21316	13261,7
Трюм №5	16089,0	0,20762	12917,1
Разом	77491,9	1,0	62215

3.5. Характеристика експлуатаційних умов рейсу

Рейс здійснювався з порту Річардс Бей в порт Парадіп в червні місяці. Протяжність переходу 4610,56 милі. Гідрометеорологічні умови плавання описані в 2 главі. Короткий опис портів і їх технічні можливості опишемо нижче.

Порт Річардс Бей (Richards Bay) розташований на Е узбережжя Південної Африки приблизно в 130 милях до N від Дурбана.

Загальний короткий огляд: Зараз в порту є 21 причал, порт ділиться на 2 частини: чисті вантажні причали і вугільний термінал. Вугільний термінал може одночасно приймати до 4 суден.

В середньому в рік порт обробляє 90000000 тонн вантажу і приймає 1673 судна. Порт експортує вугілля у кількості 86000000 тонн.

Вантажна марка - літня

Максимальна глибина в порту 19 метрів.

У гавані є досить місця для маневрування і вільного розвороту суден.

Лоцманська проводка в порт обов'язкова. На борт судна висадка лоцмана здійснюється за допомогою вертольота.

У гавані порту на якір постанова заборонена. Хороше якірне місце знаходиться в 3-5 милях до SE від Південного Хвилеріза, ґрунт пісок.

Порт оснащений великою площею для зберігання вантажів і їх перевалки.

У порту є досить пересувної і стаціонарної техніки для обробки будь-яких видів вантажів.

Порт Парадіп розташований на західному узбережжі Бенгальської затоки в 6,6 милях від гирла річки Маханади.

Порт обробляє такі вантажі як вугілля, залізну руду, хром, сталеву продукцію, добрива, фосфорну кислоту і інші хімічні вантажі.

Щорічно порт обробляє близько 25310000 тонн вантажу.

У порту діє тропічна вантажна марка з 1 грудня по 30 квітня і з 1 травня по 30 листопада - літня.

Межі порту тягнуться на 18 миль від мілин порту Парадип.

Лоцманська проводка в порт обов'язкова.

Якірна стоянка знаходиться в координатах $20^{\circ}13.0'N$ $086^{\circ}44.1'E$ і $20^{\circ}13.0'N$ $086^{\circ}42.7'E$ з радіусом в підлогу милі.

Порт має в розпорядженні 4 буксири, які завжди використовують при вході в порт.

У порту можна зробити ремонт, поповнити запаси води, палива і провізії.

1. Коносамент

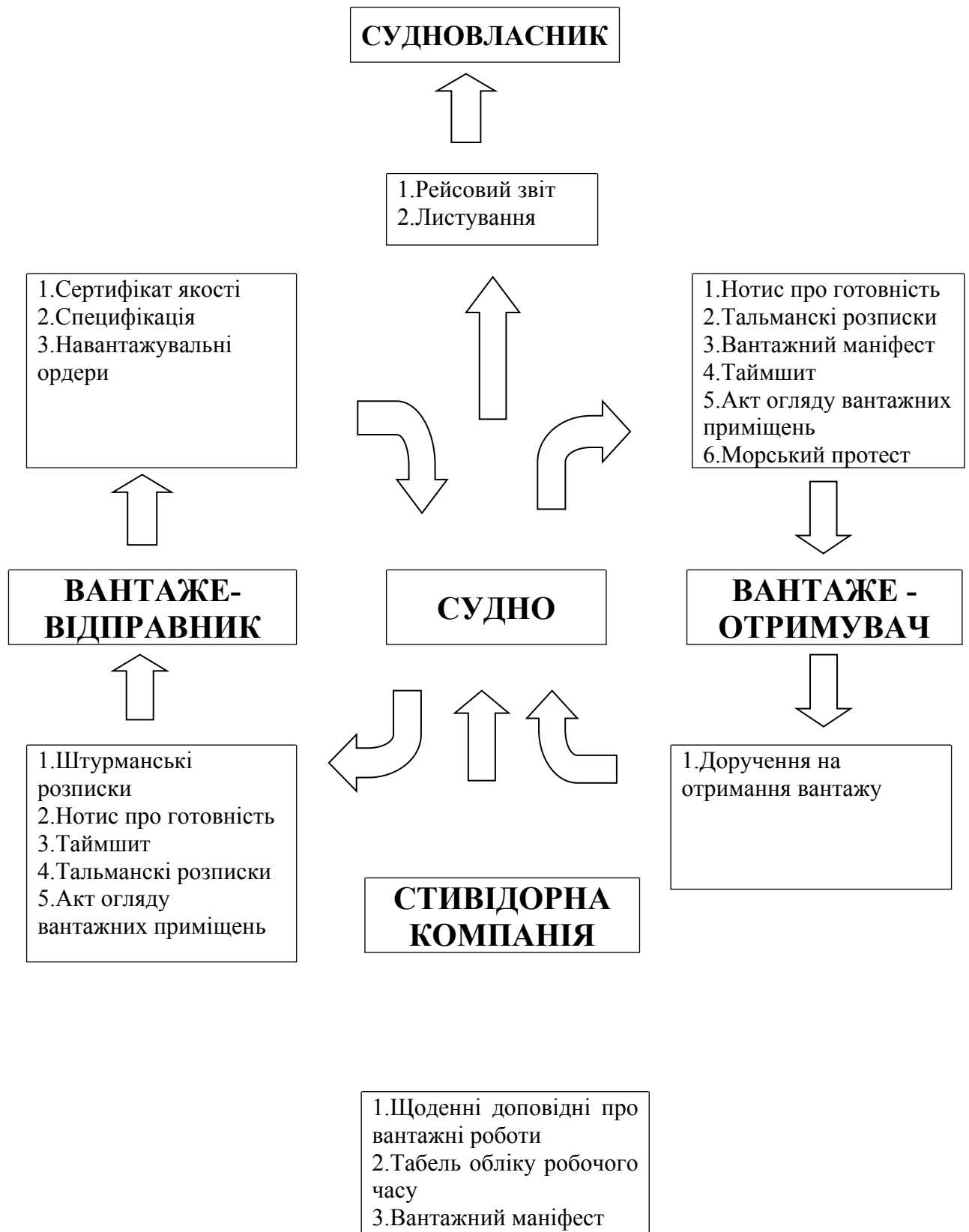


Рисунок 3.1 - Загальна схема

вантажів морем

документообігу перевезення

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1. Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

Абсциси відраховуються від кормового перпендикуляру. Диферент на корму має знак “–”, а на ніс “+”.

Розподіл запасів на судні на відхід і прихід представлено в табл.4.1 и 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 $\chi = 0,991 \text{ т/м}^3$						
No.2 H.F.O.T. (P)	335,6	155	139,41	17,376	21609	2693
No.2 H.F.O.T. (S)	335,6	144	139,41	17,376	20075	2502
No.5 H.F.O.T. (P)	335,6	92	41,31	17,376	3801	1599
No.5 H.F.O.T. (S)	335,6	95	41,31	17,376	3924	1651
No.1 HFO Sett.T	41,7	40,5	16,40	10,84	664	439
No.2 HFO Sett.T	40,3	39,8	16,436	11,072	654	441
No.1 HFO Setv.T	41,7	40,1	19,60	10,84	786	435
No.2 HFO Setv.T	44,6	41,2	19,62	10,933	808	450
Всього моторного палива		647,6			52321	10210
Дизельне паливо $\chi = 0,900 \text{ т/м}^3$						
M.D.O.T. (S)	75,7	48,5	18,433	15,705	894	762
MDO Serv. T.	20,5	19,4	16,40	16,149	318	313
LS DO Serv. T.	19,1	17,5	22,80	16,149	399	283
Всього дизельного палива		85,4			1611	1358
Мастило $\chi = 0,900 \text{ т/м}^3$						
GE LO Sett. T.	9,1	4,5	13,60	15,89	61	72
No.1 CYL.O. T.	27,3	13,2	23,20	15,89	306	210

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7
No.2 CYL.O. T.	18,2	9,6	21,20	15,89	204	153
ME LO Sett. T.	18,2	10,1	17,20	15,89	174	160
Всього мастила		37,4			745	595
Вода $\times = 1,000 \text{ т/м}^3$						
FRESH WATER (P)	146,8	60	4,912	16,388	295	983
FRESH WATER (S)	205,3	100	3,699	16,387	370	1639
Всього води		160			665	2622
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:		930,4	59,48	15,89	55342	14785

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 $\times = 0,991 \text{ т/м}^3$						
No.5 H.F.O.T. (P)	335,6	64	41,31	17,376	3801	1599
No.5 H.F.O.T. (S)	335,6	67,2	41,31	17,376	3924	1651
No.1 HFO Sett.T	41,7	40,5	16,40	10,84	664	439
No.2 HFO Sett.T	40,3	39,8	16,436	11,072	654	441
No.1 HFO Setv.T	41,7	40,1	19,60	10,84	786	435
No.2 HFO Setv.T	44,6	41,2	19,62	10,933	808	450
Всього моторного палива		292,8			10637	5015
Дизельне паливо $\times = 0,900 \text{ т/м}^3$						
M.D.O.T. (S)	75,7	44,4	18,433	15,705	818	697
MDO Serv. T.	20,5	19,4	16,40	16,149	318	313
LS DO Serv. T.	19,1	17,5	22,80	16,149	399	283
Всього дизельного палива		81,3			1535	1293
Мастило $\times = 0,900 \text{ т/м}^3$						
GE LO Sett. T.	9,1	4,0	13,60	15,89	54	64
No.1 CYL.O. T.	27,3	11,2	23,20	15,89	260	178
No.2 CYL.O. T.	18,2	9,6	21,20	15,89	204	153
ME LO Sett. T.	18,2	10,1	17,20	15,89	174	160
Всього мастила		34,9			692	555

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7
Вода $\times = 1,000 \text{ т/м}^3$						
FRESH WATER (P)	146,8	31,2	4,912	16,388	153	511
FRESH WATER (S)	205,3	60	3,699	16,387	222	983
Всього води		91,2			375	1494
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:		500,2	21,86	14,77	13239	8357

Розподіл вантажів представлений в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Розподіл вантажу

Найменування приміщення	Об'єм прим, м^3	Маса вантажу, т	Об'єм вантажу, м^3	Плечі, м		Моменти, тм	
				x	z	M_x	M_z
Трюм №1	12377,8	7500	8700	170,745	8,18	1280588	61350
Трюм №2	16501,5	14200	16472	141,567	10,62	2010251	150804
Трюм №3	16006,0	13750	15950	109,34	10,65	1503425	146438
Трюм №4	16518,2	14200	16472	77,137	10,61	1095345	150662
Трюм №5	16089,0	12565	14575,4	44,698	9,99	561630	125524
ВСЬОГО ВАНТАЖУ	77492,5	62215	72169,4	103,69	10,20	6451239	634778

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

Таблиця 4.4 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на відхід

Найменування статей навантаження	На відхід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		x	z	M_x	M_z
Судно порожнє	11578	87,32	11,76	1010991	136157
Константа	195	47,50	16,50	9263	3218
Суднові запаси	930,4	59,48	15,89	55342	14785
Вантаж	62215	103,69	10,20	6451239	634778
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНІСТЬ	74918,4	100,47	10,53	7526835	788938

Таблиця 4.5 – 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	11578	87,32	11,76	1010991	136157
Константа	195	47,50	16,50	9263	3218
Суднові запаси	500,2	21,86	14,77	13239	8357
Вантаж	62215	103,69	10,20	6451239	634778
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНІСТЬ	74488,2	100,48	10,51	7484732	782510

Схематично розподіл вантажу представлений на рис.4.1.

4.2. Розрахунки посадки і початкової остійності

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

Таблиця 4.6 – Розрахунок посадки судна на відхід і на прихід

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
Водотоннажність масова, т	D	74918,4	74488,2
Абсциса центра ваги судна, м	x _g	100,47	100,48
Водотоннажність об'ємна, м ³	V = D / ρ	73091	72671
Густина води, т/м ³	ρ	1,025	1,025
Осадка судна, м	T	13,32	13,25
Момент диферентуючий на 1 см, тм/см	M _{см}	953,76	953,82
Абсциса центра плавучості судна, м	x _c	100,55	100,6
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	x _f	92,85	92,92
Апліката поперечного метацентра, м	z _m	13,77	13,77
Коефіцієнт загальної повноти	ϕ	0,878	0,878
Диферент судна, м	d = D(x _g - x _c) / (100M _{см})	-0,06	-0,09
Осадка судна носом, м	T _н = T + (L - x _f) d / L	13,29	13,20
Осадка судна кормою, м	T _к = T _н + d	13,35	13,29

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

Таблиця 4.7 - Поправки на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h , тм
No.2 H.F.O.T. (P)	335
No.2 H.F.O.T. (S)	335
No.5 H.F.O.T. (P)	335
No.5 H.F.O.T. (S)	335
M.D.O.T. (S)	43
FRESH WATER (P)	302
FRESH WATER (S)	338
Сума: Δm_h	2023

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний в табл. 4.8.

Таблиця 4.8 – Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
Водотоннажність масова, т	D	74918,4	74488,2
Невиправлена апліката центра ваги судна, м	z_{g0}	10,53	10,51
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	13,77	13,77
Невиправлена метацентрична висота, м	$h_0 = z_m - z_{g0}$	3,24	3,26
Виправлення на вільні поверхні, м	$\Delta h = \Delta m_h / D$	0,03	0,03
Виправлена апліката центра ваги судна, м	$z_g = z_{g0} + \Delta h$	10,56	10,54
Виправлена метацентрична висота, м	$h = h_0 - \Delta h$	3,21	3,23

4.3. Контроль остійності за матеріалами Інформації

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

Таблиця 4.9 – Перевірка остійності по критичній аплікаті центра ваги судна

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	74918,4	74488,2
Виправлена апліката Ц.Т. судна, м	z_g	10,56	10,54
Максимальна гранична апліката Ц.Т., м	$z_g^{\max}$	11,24	11,26

Оскільки $Z_g < Z_g^{\max}$, 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:

$$l_g = z_g \sin \varphi,$$

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

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

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

Таблиця 4.10 – Розрахунок плечей статичної остійності на відхід

Водотоннажність D, т							74918,4	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							10,53	
Апліката умовного центра мас z_m , м (поліус – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \frac{D}{\rho} h$, м							10,56	
 $\varphi = 0,1745$      								
Кут крену φ°	Плеche форми, l_ϕ , м	$\sin \varphi^\circ$	$z_g \cdot \sin \varphi^\circ$	Плеche статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \varphi^\circ$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	2,407	0,174	1,837	0,570	4	2,280	3	1,710
20	4,828	0,342	3,612	1,216	2	2,432	3	3,648
30	6,838	0,500	5,280	1,558	4	6,232	1	1,558
40	8,561	0,643	6,790	1,771	1	1,771	$\sum_{30}$	6,916
50	9,879	0,766	8,089	1,790	$\sum_{40}$	12,715	$a_{0-30} = 3 \times 0,1745 \times 6,916 / 8 = 0,453$	
60	10,651	0,866	9,145	1,506	$a_{0-40} = 0,1745 \times 12,715 / 3 = 0,740$			
70	10,963	0,940	9,926	1,037				
					$a_{30-40} = 0,740 - 0,453 = 0,287$			

Таблиця 4.11 – Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність D, т							74488,2	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							10,51	
Апліката умовного центра мас z_m , м (поліус – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \frac{D}{\rho} h$, м							10,54	
 $\varphi = 0,1745$      								
Кут крену φ°	Плеche форми, l_ϕ , м	$\sin \varphi^\circ$	$z_g \cdot \sin \varphi^\circ$	Плеche статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \varphi^\circ$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	2,407	0,174	1,834	0,573	4	2,292	3	1,719
20	4,831	0,342	3,605	1,226	2	2,452	3	3,678
30	6,856	0,500	5,270	1,586	4	6,344	1	1,586
40	8,583	0,643	6,777	1,806	1	1,806	Σ_{30}	6,983
50	9,902	0,766	8,074	1,828	Σ_{40}	12,894	$a_{0-30} = 3 \times 0,1745 \times 6,983 / 8 = 0,457$	
60	10,670	0,866	9,128	1,542	$a_{0-40} = 0,1745 \times 12,894 / 3 = 0,750$			
70	10,976	0,940	9,908	1,068				
					$a_{30-40} = 0,750 - 0,457 = 0,293$			

За результатами розрахунків будуємо 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).

Розрахунок нормованих параметрів остійності виконаний у табл. 4.12.

Таблиця 4.12 – Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	74918,4	74488,2
Осадка судна, м	T	13,32	13,25
Виправлена метацентрична висота, м	h	3,21	3,23
Площа парусності, м ²	A _v	2053	2067
Апліката центра парусності (ЦП), м	z	7,71	7,73
Плече парусності при постійному вітрі, м	$z_v = z + T/2$	14,37	14,36
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	$l_{w1}=0,504 A_v z_v / (g D)$	0,020	0,020
Кренувальне плече від пориву вітру, м	$l_{w2} = 1,5 l_{w1}$	0,030	0,030
Відносна площа скулових кілів,%	$100 A_k / (L B)$	0,757	
Коефіцієнт	k	0,985	
Відносна ширина	B/T	2,42	2,43
Безрозмірний множник	X ₁	0,996	0,994
Коефіцієнт загальної повноти	●	0,878	0,878
Безрозмірний множник	X ₂	1,000	1,000
Інерційний коефіцієнт	$c=0,373+0,023B/T-0,043L/100$	0,345	0,346
Період хитавиці, с	$T_G = 2 c B / \sqrt{h}$	12,4	12,4
Коефіцієнт	S	0,0626	0,0626

Продовження табл. 4.12

1	2	3	4
Коефіцієнт	$r = 0,73 + 0,6 (z_g - T) / T$	0,606	0,607
Амплітуда качки, °	$\varphi_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{r S}$	20,8	20,8
Кут заливання, °	φ_f	63,6	64,0
Кут входа палуби у воду, °	$\varphi_d = \arctg(2(H - T) / B)$	17,8	18,0
Кут крена від постійного вітру, °	φ_0	0,4	0,4
Кут крена при качці назустріч вітру, °	$\varphi_1 = \varphi_{r \text{ IMO}} - \varphi_0$	20,4	20,4
Границя площ. “b” діаграми справа, °	φ_b	50	50
Площа “a” діаграми, м-рад	a	0,226	0,228
Площа “b” діаграми, м-рад	b	1,027	1,044
Критерій погоди	$K = b / a$	4,54	4,58

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

$\varphi_1 = (\varphi_1 + 1,5 \varphi_0) / 4 = (20,4 + 1,5 \cdot 0,4) / 4 = 5,25^\circ$			$\varphi_1^{\text{рад}} = 5,25^\circ / 57,3 = 0,0916 \text{ рад}$		
$\varphi_2 = (\varphi_b - 1,5 \varphi_0) / 4 = (50 - 1,5 \cdot 0,4) / 4 = 12,35^\circ$			$\varphi_2^{\text{рад}} = 12,35^\circ / 57,3 = 0,2155 \text{ рад}$		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 1,265$	1	1,265	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,950$	4	3,800	$b_2 = 0,735$	4	2,940
$a_3 = 0,595$	2	1,190	$b_3 = 1,390$	2	2,780
$a_4 = 0,290$	4	1,160	$b_4 = 1,705$	4	6,820
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 1,760$	1	1,760
		$a = 7,415$			$b = 14,300$
$a = \frac{1}{3} S_a \times \Delta\varphi_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 7,415 \cdot 0,0916 = 0,226$			$b = \frac{1}{3} S_b \times \Delta\varphi_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 14,300 \cdot 0,2155 = 1,027$		

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

$\alpha_1 = (\alpha_1 + 1,5 \alpha_0)/4 = (20,4 + 1,5 \cdot 0,4)/4 = 5,25^\circ$			$\alpha_1^{\text{рад}} = 5,25^\circ/57,3 = 0,0916 \text{ рад}$		
$\alpha_2 = (\alpha_b - 1,5 \alpha_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 0,4)/4 = 12,35^\circ$			$\alpha_2^{\text{рад}} = 12,35^\circ/57,3 = 0,2155 \text{ рад}$		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 1,275$	1	1,275	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,955$	4	3,820	$b_2 = 0,740$	4	2,960
$a_3 = 0,600$	2	1,200	$b_3 = 1,410$	2	2,820
$a_4 = 0,295$	4	1,180	$b_4 = 1,740$	4	6,960
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 1,798$	1	1,798
		$\sum a = 7,475$			$\sum b = 14,538$
$a = \frac{1}{3} S_a \cdot \alpha_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 7,475 \cdot 0,0916 = 0,228$			$b = \frac{1}{3} S_b \cdot \alpha_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 14,538 \cdot 0,2155 = 1,044$		

4.6. Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

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

Таблиця 4.15 – Перевірка виконання рекомендацій ІМО

Найменування величин	Визначення	Значення величин			Викон. (YES/NO)
		нормативне	відхід	прихід	
Загальні критерії:					
Площа під ДСО до кута крену 30 ⁰ , м·рад	A ₃₀	≥ 0,055	0,453	0,457	YES
Площа під ДСО до кута крену 40 ⁰ , м·рад	A ₄₀	≥ 0,09	0,740	0,750	YES
Площа під ДСО між 30 ° і 40 °, м рад	A ₃₀₋₄₀	≥ 0,03	0,287	0,293	YES
Плече ДСО при куті крену 30° або більше, м	l ₃₀	≥ 0,20	1,558	1,586	YES
Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, °	α _m	≥ 25	46,3	46,3	YES
Виправлена метацентрична висота, м	h	> 0,15	3,21	3,23	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	4,54	4,58	YES
Кут крену від постійного вітру °	α ₀	≤ 14,2	0,4	0,4	YES

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

4.7. Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу

Загальна міцність контролюється по перерізувальним силам та згинальним моментам в декількох поперечних перетинах по довжині корпусу.

Для кожного з вибраних перетинів необхідно за прийнятим вантажним планом розрахувати перерізуючу силу і згинальний момент і порівняти їх з допустимими значеннями.

Розрахунок міцності виконаємо використовуючи схвалену класифікаційним товариством програму.

Результати розрахунку за судновою програмою перерізують сили SF і згинального моменту BM на відхід судна представлені в табл.4.16 .

Таблиця 4.16. – Перевірка подовжньої міцності на відхід

Перетин	X від КП, м	SF, кН	SF _{sea} , %	Дод.SF, т	BM, кНм	BM _{sea} , %	Дод.BM, кНм
1	2	3	4	5	6	7	8
36	27,60	-16829	39.4	-42667	-111507	38,5	-289519
42	32,88	-20249	47.5	-42667	-213671	48,1	-443890
48	37,80	-19409	45.5	-42667	-312182	54,3	-575203
53	41,90	-16764	39.3	-42667	-386922	57,7	-670583
58	46,00	-13032	30.7	-42667	-448007	59,5	-752411
63	50,10	-9692	18,3	-53000	-494570	60,2	-821495
69	55,02	-5908	8,4	-70500	-532809	59,9	-889030
75	60,30	-1861	2,5	-73473	-554267	58,4	-948549
81	65,58	-3923	6,2	-63620	-574159	57,6	-997263
87	70,50	-3173	5,0	-63000	-591554	56,3	-1050575
92	74,60	-2571	5,5	-46830	-603288	55,1	-1095002
97	78,70	-1983	4,2	-47630	-612586	53,8	-1139428
102	82,80	-1406	2,6	- 54000	-619497	52,3	-1183855
108	87,72	-729	1,2	-59900	-624703	50,5	-1237167
114	93,00	657	1,0	65000	-626782	48,6	-1290479
120	98,28	-1317	2,7	-57177	-633371	47,1	-1343791

Продовження табл. 4.16

1	2	3	4	5	6	7	8
126	103,20	-363	0,9	-41413	-637454	45,6	-1397103
131	107,30	419	1,0	41413	-637295	44,7	-1425000
136	111,40	1189	2,9	41413	-633960	44,5	-1425000
141	115,50	1947	4,7	41413	-627494	44,1	-1422260
147	120,42	2842	5,4	52593	-615664	46,0	-1337435
153	125,70	675	1,2	56287	-601214	48,0	-1252609
159	130,98	3168	6,2	51344	-589081	53,6	-1100000
165	135,90	4850	10,8	45000	-569307	59,3	-960000
170	140,00	6241	14,7	42500	-546532	54,0	-1012271
175	144,10	7621	17,9	42500	-518077	55,0	-941583
180	148,20	8991	20,3	44356	-483984	55,6	-870895
186	153,12	10637	20,3	52318	-435670	55,4	-786070
192	158,40	8088	14,7	54934	-381150	54,4	-701244
198	163,68	9613	19,4	49441	-332736	54,0	-616419
204	168,60	11007	22,3	49412	-282221	53,1	-531594
210	173,52	12910	30,8	41962	-223309	50,0	-446768
216	178,44	14101	33,6	41962	-156469	43,2	-361943
219	181,08	14286	34,0	41962	-118942	37,2	-319530
223	184,60	14737	35,1	41962	-67980	25,3	-262980

Максимальна перерізуюча сила -20276 кН на 43 шпангоуті.

Максимальний момент, що вигинає -637780 кНм на 128 шпангоуті.

На рис.4.4. представлена епюра міцності на відхід.

Протягом всього рейсу загальна подовжня міцність забезпечена.

CARGO PLAN

LOADING

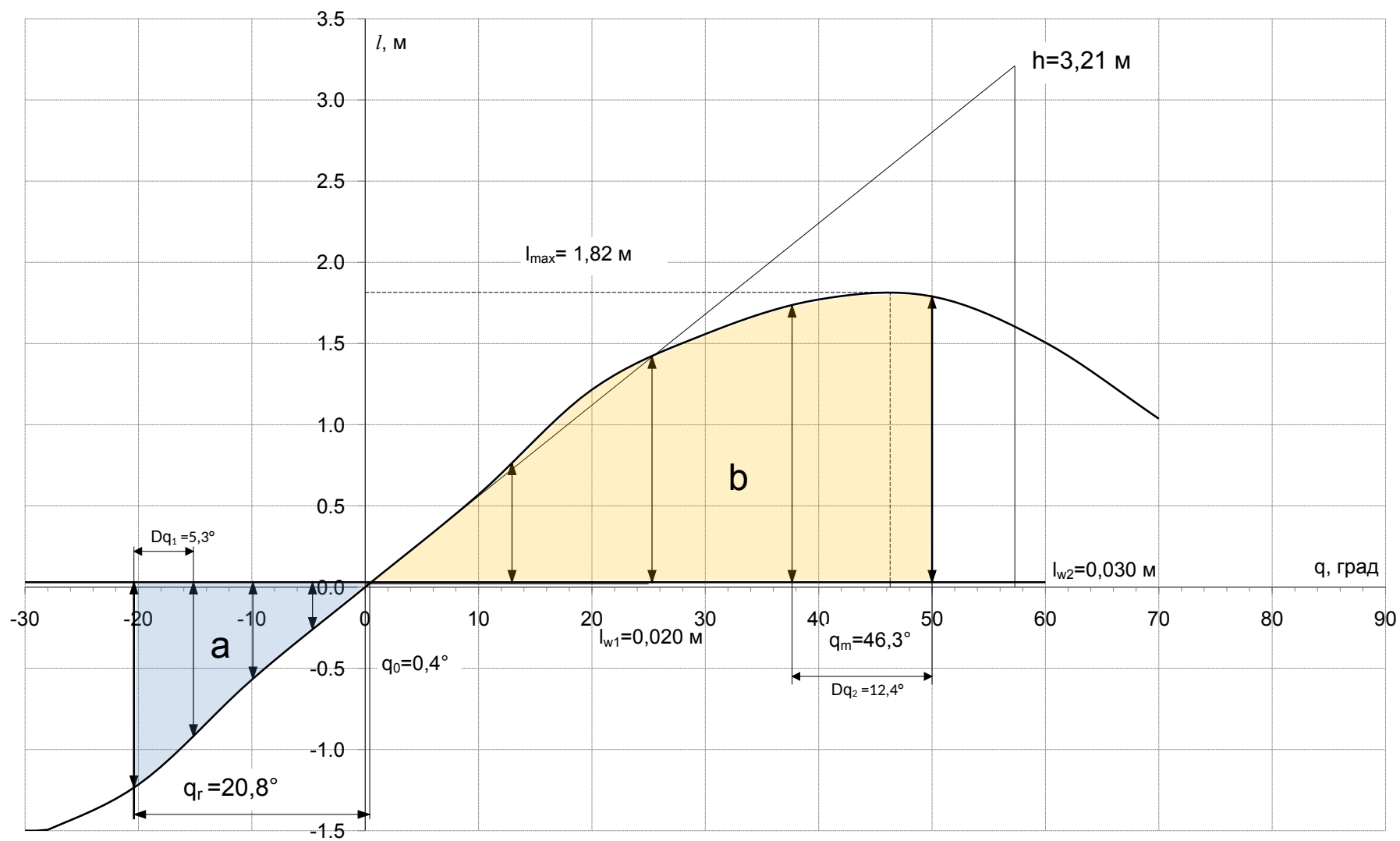
Date :

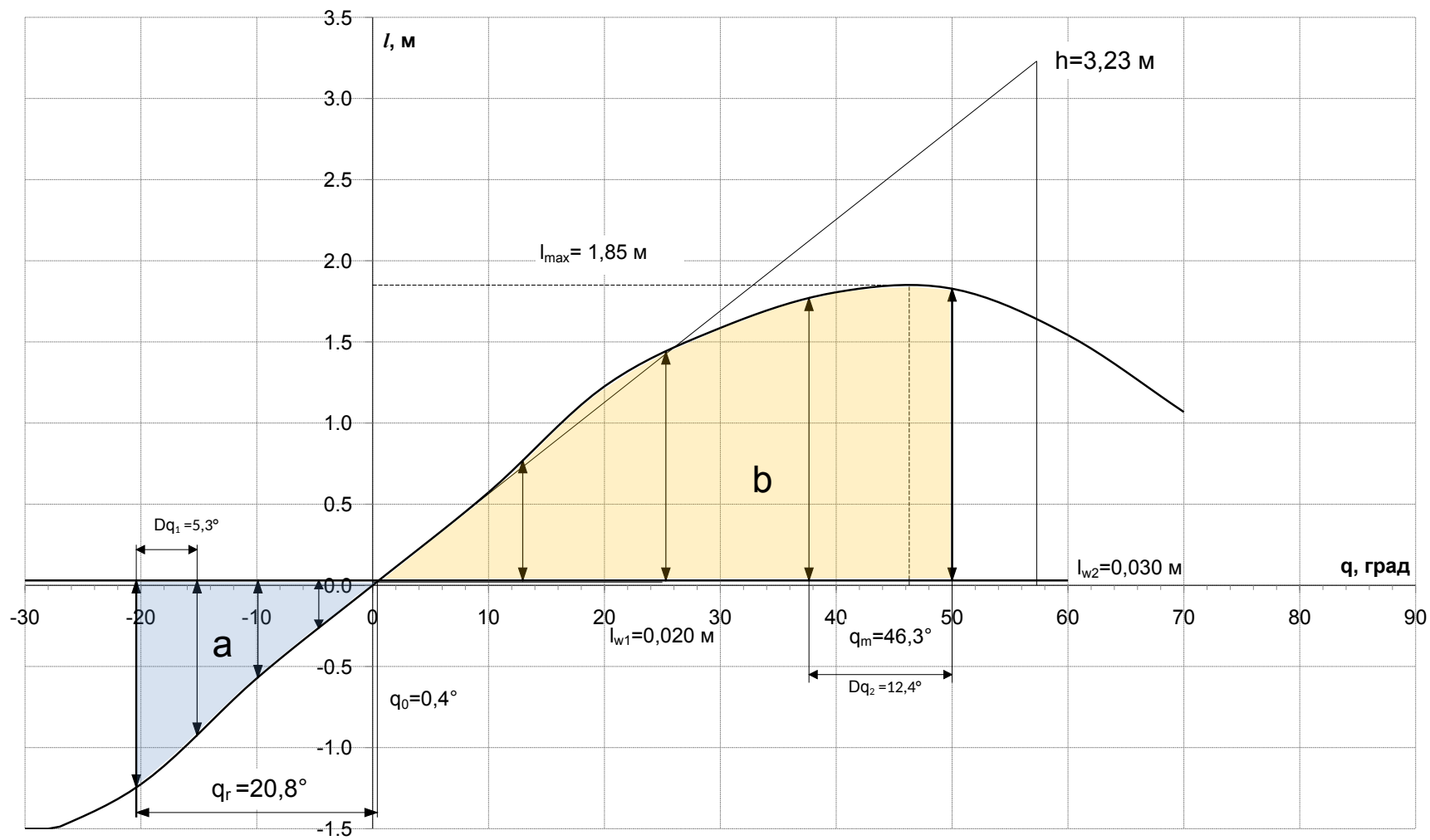
Name of Ship : **mv "Redmer Oldendorff"**
Nationality of Ship : **Singapore**
Port of Registry : **Singapore**
Voyage No.:

Port of Loading : **Richards Bay**
Port of Discharging : **Paradip**
Nature of Cargo : **COAL**
Stowage Factor : **1.16 cbm/mt**
Total Cargo : **62,215.000 mt**

Volume of the Holds in CbM including Hatch Coamings

	16,089.0	16,518.2	16,006.0	16,501.5	12,377.8	
	5	4	3	2	1	
	Paradip	Paradip	Paradip	Paradip	Paradip	
	COAL	COAL	COAL	COAL	COAL	
	12,565.000	14,200.000	13,750.000	14,200.000	7,500.000	
	mtons	mtons	mtons	mtons	mtons	
AFT: 13.35 M			MID: 13.32 M		FORE: 13.29 M	





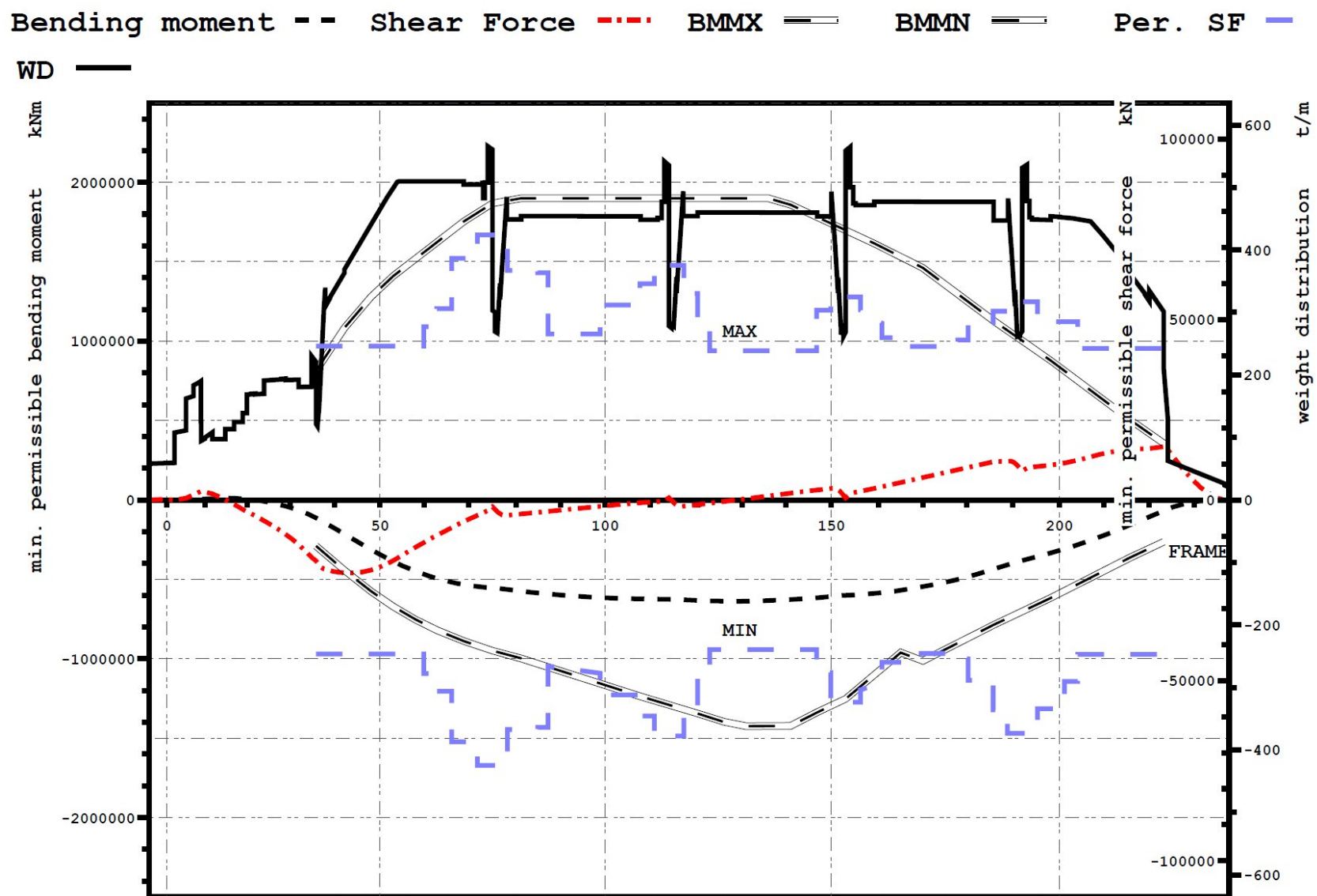


Рисунок 4.4 – Епюра перерізуючих сил і згинальних моментів на відхід

РОЗДІЛ 5

ІНФОРМАЦІЙНА БЕЗПЕКА СУДНА: ТЕХНОЛОГІЇ, МІЖНАРОДНІ НОРМИ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ

5.1 Вступ

Інформаційна безпека на судах - це один із найважливіших аспектів безпеки мореплавства. Сучасні технології дають змогу поліпшити захист суден від різних кіберзагроз, які можуть призвести до серйозних наслідків. Розроблення міжнародних нормативних документів на забезпечення інформаційної безпеки є необхідним заходом, який має допомогти в захисті суден і морських портів. Сучасні судна залежать від комп'ютерних систем і технологій, які забезпечують безпеку плавання, контролюють рух суден, пожежу та інші небезпечні ситуації. Одночасно ці системи можуть бути піддаються кібератакам, що може викликати серйозні наслідки, такі як порушення безпеки плавання, загрози життю і здоров'ю екіпажу та пасажирів, забруднення довкілля та інші. Однак, крім технологічних аспектів, слід враховувати роль людського фактора в системі інформаційної безпеки судна. Навчання екіпажів, а також контроль з боку портової влади і судновласників є не менш важливими питаннями. Серед перспективних технологій, які можуть бути використані для забезпечення інформаційної безпеки суден, можна виділити блокчейн, штучний інтелект, квантові технології, кіберфізичні системи та квантову криптографію. Загалом, забезпечення інформаційної безпеки на судах - це складний і багатогранний процес, який потребує постійного вдосконалення та співпраці різних учасників мореплавства.

5.2 Огляд основних принципів забезпечення інформаційної безпеки судноплавства

У сучасному світі інформаційна безпека суден стає все більш важливою. Це пов'язано зі зростанням кількості кібератак на судна, що може призвести до серйозних наслідків. Для захисту суден від кіберзагроз необхідно використовувати сучасні технології, дотримуватися міжнародних нормативних документів і вживати практичних заходів. Питання забезпечення безпеки сучасного транспортного флоту пов'язане насамперед із захистом від несанкціонованого доступу та запобігання витоку інформації. Якісні та кількісні зміни, що відбуваються на морських суднах останнім часом, значно підвищили безпеку їх експлуатації та умови безперервної роботи. Сучасне судноплавство великою мірою залежить від інформаційного забезпечення, що є важливим елементом у процесах керування судном. Знайшло поширення застосування нових морських цифрових інформаційних систем на основі мережі передачі цифрових навігаційних даних для забезпечення безпеки мореплавства. Це дозволяє своєчасну обробку сукупності інформації для функціонування навігаційних систем судна. Також такі системи дозволяють виключити прийняття рішення щодо управління судна на основі неповної або недостовірної інформації та зумовлює вжиття спеціальних заходів для забезпечення її безпеки. Тому, завдання що постають, це розроблення засобів захисту інформаційних ресурсів судна, що є одними з першочергових та актуальних.

Інформаційна безпека судноплавства - це сукупність заходів і дій, спрямованих на захист інформації, яка використовується в морському і річковому транспорті. Вона охоплює захист від кібератак, збоїв у роботі обладнання, витоків конфіденційної інформації, а також протидію піратству та іншим незаконним діям у морі. Деякі з основних принципів інформаційної безпеки судноплавства включають в себе:

- Захист систем і мереж суден і портів від несанкціонованого доступу, зокрема від зловмисних кібератак.

- Захист конфіденційної інформації, зокрема інформації про вантажі, пасажирів і маршрути.
- Навчання та підвищення обізнаності судновласників, команд і персоналу портів про можливі загрози інформаційній безпеці.
- Регулярне оновлення програмного забезпечення та обладнання на суднах і в портах.
- Встановлення фізичних і логічних заходів захисту, таких як шифрування, біометрична ідентифікація та контроль доступу.
- Розроблення планів дій у разі кібератаки, збою в роботі обладнання або інших надзвичайних ситуацій.
- Співпраця з організаціями, що займаються боротьбою з кіберзлочинністю і злочинами в морі.

Захист систем і мереж суден і портів від несанкціонованого доступу, зокрема від зловмисних кібератак, охоплює низку заходів і технологій для забезпечення безпеки інформації та захисту від загроз, таких як: Файєрволи (firewalls) - це програмне забезпечення або апаратний пристрій, який контролює трафік, що проходить через мережу і блокує спроби несанкціонованого доступу до систем і мереж. Антивірусне ПЗ (antivirus software) - використовується для захисту від вірусів, троянів, шпигунських програм та інших шкідливих програм. VPN (Virtual Private Network) - це технологія, яка забезпечує безпечне з'єднання між віддаленими пристроями через інтернет, шляхом шифрування даних і захисту від несанкціонованого доступу. Шифрування (encryption) - це метод захисту інформації шляхом її перетворення у форму, яку можна прочитати лише з використанням спеціального ключа. Багатофакторна автентифікація (multi-factor authentication) - це метод, що вимагає від користувача надання декількох форм ідентифікації, таких як пароль і біометричні дані, для отримання доступу до системи. Оновлення програмного забезпечення та патчів безпеки - це процес оновлення програмного забезпечення та патчів безпеки, який усуває вразливості та помилки в програмному забезпеченні та забезпечує його безпеку. Контроль доступу - це

метод, який обмежує доступ до інформації та систем тільки уповноваженим користувачам. Ці заходи допомагають захистити системи та мережі суден і портів від несанкціонованого доступу, зокрема від зловмисних кібератак, і забезпечити безпеку інформації. Однак, для ефективного захисту, необхідно регулярно оновлювати і вдосконалювати системи безпеки і навчати персонал правильним методам забезпечення безпеки інформації. Захист від витоку конфіденційної інформації - це важливий аспект інформаційної безпеки судноплавства. Конфіденційна інформація може містити такі дані, як плани плавання, вантажі, маршрути, дані про пасажирів і моряків, фінансові дані та іншу чутливу інформацію.

У рамках такої програми можуть проводитися такі заходи як тренінги та семінари які можуть проводитися як у форматі онлайн-навчання, так і в класі. Вони можуть містити вивчення можливих загроз інформаційній безпеці, аналіз випадків інцидентів і методів захисту від загроз. Курси підвищення кваліфікації - навчання повинно включати в себе не тільки теоретичні знання, а й практичні навички. Курси підвищення кваліфікації можуть допомогти персоналу оволодіти навичками, необхідними для захисту інформації, і застосовувати їх на практиці.

Усі ці заходи є необхідними для забезпечення безпеки судноплавства та захисту інформації від несанкціонованого доступу. Встановлення фізичних і логічних заходів захисту є важливим аспектом забезпечення інформаційної безпеки в судноплаванні. Ці заходи можуть містити в собі такі:

- шифрування даних допомагає захистити інформацію від несанкціонованого доступу, шляхом перетворення інформації в незрозумілий для сторонніх вигляд.
- біометрична ідентифікація дає змогу визначити особу людини на основі її фізіологічних або поведінкових характеристик (наприклад, відбиток пальця, голос або обличчя).

- контроль доступу обмежує доступ до інформації та систем тільки авторизованим користувачам, що допомагає запобігти несанкціонованому доступу та знижує ризик злому.

- фізичний захист може включати в себе використання відеоспостереження, огорожі, замків та інших фізичних заходів для захисту обладнання та систем від несанкціонованого доступу.

- логічний захист охоплює використання паролів, багатофакторної автентифікації та інших заходів для захисту систем та інформації від несанкціонованого доступу.

- моніторинг і аудит дають змогу відстежувати активність користувачів і систем, виявляти несанкціонований доступ і проблеми безпеки в системах і процедурах.

Розробка планів дій на випадок кібератаки, збою в роботі обладнання або інших надзвичайних ситуацій є важливим аспектом забезпечення інформаційної безпеки в судноплавстві. Такі плани допомагають визначити заходи, яких необхідно вжити в разі виникнення певних ситуацій, а також вказують відповідальних за реалізацію цих заходів. План дій у разі кібератаки може містити визначення типу атаки, обсягу шкоди та масштабу атаки. Ізоляція системи - ізоляція компрометованої системи від інших систем, щоб запобігти поширенню атаки на інші частини мережі. Проведення аналізу вразливостей тобто виявлення вразливостей, які можуть бути використані зловмисниками. Далі усунення вразливостей та оновлення захисних заходів, відновлення системи після кібератаки. Аналіз причин - аналіз причин, які призвели до кібератаки, і вжиття заходів для запобігання подібних атак у майбутньому. План дій у разі збою в роботі обладнання може містити такі кроки:

- Визначення загрози - визначення причини збою в роботі обладнання.
- Визначення критичності збою - визначення критичності збою в роботі обладнання та оцінка можливих наслідків.

- Встановлення контролю - встановлення контролю над обладнанням і перемикання на резервне обладнання.

- Усунення збою - усунення збою в роботі обладнання.
- Відновлення - відновлення роботи обладнання та відновлення нормального функціонування системи.
- Аналіз причин - аналіз причин, які призвели до збою в роботі обладнання, і вжиття заходів для запобігання подібних збоїв у майбутньому.

Такі плани дій дають змогу оперативно реагувати на надзвичайні ситуації та зменшити ризики для безпеки судноплавства. Дійсно, співпраця з іншими організаціями є важливим аспектом забезпечення інформаційної безпеки в судноплавстві. Це може включати співпрацю з правоохоронними органами, кіберфахівцями та іншими компаніями в індустрії. Наприклад, Міжнародна асоціація класифікаційних товариств (IACS) має угоди про співпрацю з багатьма організаціями, включно з Міжнародною морською організацією (IMO), Міжнародним союзом судновласників (ICS) і Міжнародною організацією зі стандартизації (ISO). Також важливо, щоб компанії в судноплавстві брали участь у спільноті обміну інформацією про загрози та інциденти інформаційної безпеки. Наприклад, Всесвітня асоціація з безпеки судноплавства (BIMCO) створила Групу з безпеки інформації в судноплавстві (ISWG), яка займається обміном інформацією та розробкою рекомендацій щодо забезпечення інформаційної безпеки в судноплавстві. Така співпраця дає змогу отримувати інформацію про нові загрози та методи їх запобігання, а також координувати дії в разі інциденту.

5.3 Міжнародні стандарти та рекомендації забезпечення інформаційної безпеки

Забезпечення інформаційної безпеки судноплавства є важливим завданням для забезпечення безпеки судноплавства в цілому. Для цього потрібно вживати відповідні заходи, які включають:

1. Захист інформації, що стосується суден і портів, від несанкціонованого доступу, викрадення, втрати та пошкодження. Для цього необхідно використовувати різні технічні засоби захисту інформації, такі як шифрування, брандмауери, системи виявлення вторгнень тощо.

2. Захист інформації про перевезення небезпечних вантажів, таких як нафта та інші хімічні речовини, від несанкціонованого доступу.

3. Забезпечення захисту інформації, яка збирається з суден, від несанкціонованого доступу та зміни.

4. Захист від кібератак, які можуть призвести до порушення роботи електронних систем управління судном та портовими системами.

5. Захист від шкідливих програм та вірусів, які можуть негативно вплинути на роботу електронних систем управління судном та портовими системами.

6. Регулярне оновлення програмного забезпечення та систем безпеки для забезпечення захисту від нових загроз та вразливостей.

7. Організація навчання та підвищення кваліфікації персоналу з питань інформаційної безпеки.

8. Розробка та виконання планів дій в разі порушення інформаційної безпеки.

Забезпечення інформаційної безпеки судноплавства є складним і відповідальним завданням, яке потребує відповідального ставлення до захисту інформації. Крім того, для забезпечення інформаційної безпеки судноплавства використовують різні стандарти та рекомендації, наприклад:

- Міжнародний кодекс з безпеки суден і портових споруд (ISM кодекс) - включає вимоги щодо забезпечення інформаційної безпеки на суднах і в портах.

- Стандарти ISO 27001 та ISO 27002 - визначають вимоги щодо управління інформаційною безпекою в організаціях.

- Рекомендації Міжнародної морської організації (ММО) - включають рекомендації щодо забезпечення інформаційної безпеки в морській індустрії.

- Рекомендації Міжнародної телекомунікаційної спілки (МТС) - включають рекомендації щодо захисту інформації в морській індустрії.

Крім того, морські компанії та порти можуть найняти спеціалізовані компанії та консультантів, щоб оцінити рівень інформаційної безпеки та розробити плани дій у разі інцидентів. Загалом, інформаційна безпека судноплавства є важливим аспектом безпеки в морській індустрії, який вимагає постійного моніторингу та вдосконалення. Дійсно, Міжнародний кодекс з безпеки суден і портових споруд містить вимоги щодо забезпечення інформаційної безпеки на суднах і в портах. ISM кодекс був розроблений Міжнародною морською організацією (ІМО) з метою забезпечення безпеки судноплавства та запобігання забрудненню морського середовища. Він розглядає питання забезпечення безпеки інформації на борту суден, у тому числі забезпечення захисту від кібератак та забезпечення конфіденційності інформації про грузи, пасажирів і маршрути. Окрім того, кодекс ISM вимагає від компаній з судноплавства розробки політики і процедур забезпечення інформаційної безпеки, а також проведення навчань і тренувань з цього питання для персоналу. Він також передбачає регулярний аналіз і оцінку ризиків інформаційної безпеки на суднах і в портах та розробку планів дій в разі кібератак та інших інцидентів. Так, стандарти ISO 27001 та ISO 27002 включають вимоги до управління інформаційною безпекою в організаціях, включаючи організації, які займаються судноплавством та портовою діяльністю. ISO 27001 визначає вимоги до системи управління інформаційною безпекою, в той час як ISO 27002 надає рекомендації щодо застосування цієї системи управління.

Окрім цього, для забезпечення інформаційної безпеки в судноплавстві та портовій діяльності використовуються такі міжнародні стандарти та рекомендації:

- Міжнародний кодекс з безпеки суден і портових споруд (ISM кодекс), який включає вимоги щодо забезпечення інформаційної безпеки на суднах і в портах.
- Рекомендації Міжнародної морської організації (ММО) щодо захисту інформації в системах електронного навігаційного обладнання на суднах.

- Стандарти та рекомендації Міжнародної телекомунікаційної співдружності (ІТУ) щодо захисту телекомунікацій в морських та річкових судноплавних системах.

- Рекомендації Міжнародної асоціації портів (ІАП) щодо захисту інформації та даних в портах.

Використання цих стандартів та рекомендацій допомагає забезпечити високий рівень захисту інформації та даних в судноплавстві та портовій діяльності.

Так, Міжнародна морська організація (ММО) також розробляє рекомендації щодо забезпечення інформаційної безпеки в морській індустрії. До цих рекомендацій належать:

1. Risk Management Guidelines (рекомендації з управління ризиками) - документ, який надає вказівки щодо ідентифікації, оцінки та управління ризиками в морській індустрії, включаючи ризики в галузі інформаційної безпеки.

2. Guidelines on Cyber Security Onboard Ships (рекомендації щодо кібербезпеки на суднах) - документ, який містить рекомендації з питань кібербезпеки на суднах, включаючи захист від кібератак та рекомендації щодо розробки та впровадження політик і процедур з кібербезпеки.

3. Guidelines on Maritime Cyber Risk Management (рекомендації щодо управління кіберризиками в морській індустрії) - документ, який надає рекомендації щодо управління кіберризиками в морській індустрії, включаючи визначення ризиків, розробку стратегії управління кіберризиками та розробку процедур реагування на інциденти з кібербезпеки.

4. Guidelines on the Application of SOLAS Chapter XI-2 and the ISPS Code (рекомендації щодо застосування Конвенції SOLAS та Кодексу ISPS) - документ, який містить рекомендації щодо застосування вимог Конвенції SOLAS та Кодексу ISPS, включаючи заходи забезпечення інформаційної безпеки на суднах і портах.

Міжнародна телекомунікаційна спілка (МТС) також створює рекомендації щодо захисту інформації в морській індустрії. Наприклад, МТС розробляє стандарти та рекомендації щодо захисту суднових систем зв'язку та навігації від перешкод та втручання. Вони також займаються питаннями захисту морських кабельних систем від кібератак та інших загроз.

Додатковою важливою організацією, яка займається захистом інформації в морській галузі, є Міжнародна асоціація класифікаційних товариств (IACS). IACS розробляє і рекомендує стандарти та вимоги щодо безпеки та надійності морських суден і забезпечує їх дотримання через проведення іспитів та атестацій. Крім того, національні органи влади країн також приділяють значну увагу питанням інформаційної безпеки в морській галузі.

Загалом, захист інформації в морській галузі є складним завданням, що вимагає уваги і зусиль від багатьох сторін. На даний момент існує значна кількість стандартів, рекомендацій та протоколів, які допомагають забезпечити безпеку та надійність інформації на суднах та в портах. Однак, зважаючи на швидкий технологічний прогрес та поширення кіберзагроз, важливо постійно вдосконалювати та адаптувати заходи захисту до нових умов.

5.4 Практичні аспекти забезпечення інформаційної безпеки судна

Метою загроз до інформаційної безпеки на судні є здійснення незаконних дій, таких як витік конфіденційної інформації, втручання у систему управління судном, шахрайство, вимагання викупу за доступ до важливих даних тощо. Крім того, можуть існувати загрози, пов'язані з ризиками кібератак на системи керування та навігації суден, що можуть призвести до серйозних наслідків, таких як аварії та загибель людей.

Таким чином, метою заходів із захисту інформаційної безпеки на судні є забезпечення безпеки людей та забезпечення стабільності функціонування судна та його систем управління в умовах зростаючих загроз від кіберзлочинців.

Під засобами забезпечення інформаційної безпеки судна прийнято розуміти сукупність заходів спрямованих на забезпечення цілісності, доступності і, якщо необхідно, конфіденційності інформації та ресурсів, що використовуються для її обробки. Сучасні судові інформаційні системи представляють наступну інформацію:

- Дані про власне судно (поточне місце, кінематичні параметри, минулий шлях, запланований маршрут та ряд інших елементів);
- Радіолокаційне зображення та кінематичні параметри цілей з засобів автоматичної радіолокаційної прокладки;
- Дані з автоматичної ідентифікаційної системи про інші судна;
- Відомості про навігаційні огорожі, про оптичні та радіотехнічні навігаційні засоби, настанови для плавання;
- Інформацію берегових систем управління рухом;
- Гідрометеорологічні відомості про поточний стан погоди, дані про льодову обстановку, прогноз, тощо;

Варто зазначити що недоліком сучасних систем управління морськими транспортними суднами є висока частка участі людини у процедурі прийняття рішення та велика залежність процесу управління від психофізичного стану фахівців. Ключовим моментом при розгляді питань, що стосуються забезпечення безпеки інформаційних систем є виняткова важливість та необхідність використання системного підходу до вирішення даної проблеми. Це пояснюється тією обставиною, що безпека системи в цілому обумовлюється безпекою її найслабшої ланки. З цього приводу, набуває принципової важливості розгляд проблеми в комплексі, інакше вжиті заходи не принесуть очікуваного ефекту або виявляться надмірними та невиправдано дорогими. Іншим важливим моментом під час вирішення питань безпеки інформаційних систем судна є принцип дотримання балансу. Слід чітко розуміти, що забезпечення абсолютної безпеки практично неможливе. Захистити від усього різноманіття загроз неможливо з цілої низки причин, серед яких досить назвати лише деякі: • абсолютний захист зробить інформаційну систему практично недоступною та непридатною

для використання; • не всі можливі шляхи подолання системи забезпечення безпеки можуть бути відомі і, отже, не всім загрозам може протистояти застосована система забезпечення безпеки; • безпека комп'ютерних систем судна залежить від "людського фактору". Таким чином ще раз за необхідне підкреслити, що будь-які заходи не можуть гарантувати абсолютну безпеку. З цієї причини слід досягати такого співвідношення складності системи забезпечення безпеки та реальних умов функціонування інформаційних систем, яке не призводило до перевищення вартості розробки, впровадження, експлуатації та обслуговування системи забезпечення безпеки над величиною можливої шкоди у разі її порушення.

Концептуальна модель безпеки судна представлена на рис. 5.1; Об'єктами загроз на судні можуть бути як апаратні засоби, так і програмне забезпечення. Серед апаратних засобів можна виділити комп'ютери та інші пристрої, що містять важливу інформацію (наприклад, GPS-навігатори, радіосистеми, ехолоти), а також комунікаційні засоби (наприклад, супутникові телефони). Програмне забезпечення може бути вразливим до атак, які можуть знищити або зламати його. До цих атак відносяться віруси, черви, троянські програми, шпигунське програмне забезпечення тощо.

Також об'єктом загрози може стати людський фактор, коли члени екіпажу судна надають доступ до важливої інформації стороннім особам, не забезпечуючи достатнього контролю за доступом іншими працівниками. У зв'язку з цим, необхідно ретельно вивчати всі можливі об'єкти загроз та приймати всі необхідні заходи з їх забезпеченням. Способи доступу до даних на судні можуть залежати від того, які системи збереження даних використовуються на судні.



Рисунок 5.1 - Концептуальна модель безпеки судна

Найпоширенішими способами доступу до даних на судні є:

1. Доступ через комп'ютери та інші пристрої на борту судна: це можуть бути персональні комп'ютери, планшети, смартфони, які використовуються для керування системами судна, моніторингу стану судна та навігації.
2. Доступ до систем управління судном (Shipboard Control Systems): це можуть бути системи автоматичного керування судном, системи контролю за енергозабезпеченням, системи контролю за рухом судна, системи автоматичного розпізнавання голосу, системи відеоспостереження тощо.
3. Доступ до систем зв'язку на судні: це можуть бути системи супутникового зв'язку, радіозв'язку, мережі Wi-Fi на борту судна.
4. Доступ до систем збереження та обробки даних на судні: це можуть бути системи управління грузом, системи пасажирського обслуговування, системи навігації, системи енергозабезпечення, системи безпеки та протипожежного захисту.

Ці способи доступу до даних на судні можуть бути використані зловмисниками для здійснення кібератак на судно. Тому важливо забезпечити захист всіх систем, які зберігають та обробляють конфіденційну інформацію на борту судна. Напрямки захисту включають:

1. Фізичний захист: контроль доступу до приміщень, обмеження доступу до обладнання та інфраструктури, встановлення систем відеоспостереження та сигналізації.

2. Логічний захист: шифрування даних, контроль доступу до мережі, встановлення програмного забезпечення для виявлення та запобігання кібератак.

3. Організаційний захист: розробка політики інформаційної безпеки, проведення навчання та підвищення обізнаності персоналу, регулярні аудити безпеки та оновлення систем захисту.

4. Захист даних: визначення класифікації даних, контроль доступу до них, резервне копіювання та забезпечення безпеки під час зберігання та передачі.

5. Планування та реагування на інциденти: розробка планів дій у разі кібератак та інших надзвичайних ситуацій, регулярні тренування та тестування планів, виявлення та відновлення роботи систем після інцидентів.

Існує безліч засобів захисту судна від кібератак і злочинної діяльності. Основні засоби захисту включають:

- Фізична безпека: це забезпечення безпеки фізичного доступу до комп'ютерних систем та мереж на судні. Це може включати встановлення фізичних засобів захисту, таких як система контролю доступу, відеоспостереження та інші пристрої.
- Шифрування: шифрування даних - це процес перетворення звичайного тексту в криптографічно захищений текст за допомогою спеціальних алгоритмів. Шифрування захищає дані від несанкціонованого доступу та злому.
- Віддалений доступ: забезпечення безпечного віддаленого доступу до комп'ютерних систем та мереж на судні. Це дозволяє диспетчерам та іншим відповідальним особам з допомогою безпечних засобів доступу керувати системами та мережами на судні з-поза судна.
- Антивірусне програмне забезпечення: програмне забезпечення, яке призначене для виявлення та блокування вірусів, черв'яків та інших шкідливих

програм. Воно допомагає запобігти атакам на системи та мережі на судні. • Брандмауер: програмне забезпечення або апаратне забезпечення, яке захищає комп'ютерні системи та мережі від несанкціонованого доступу, вірусів та інших загроз з мережі Інтернет. • Контроль доступу: це система, яка дозволяє обмежувати фізичний та логічний доступ до комп'ютерних систем та мереж на судні. • Система виявлення вторгнень: програмне забезпечення або апаратне забезпечення, яке призначене для виявлення спроб несанкціонованого доступу.

Втім існують два основних варіанти щодо забезпечення безпеки судової інформації: самостійний та із залученням фахівців-консультантів.

Перший підхід виявив свою неспроможність у сучасних умовах через неможливість передбачити всі можливі ймовірні загрози та розмір можливої шкоди від їх прояву, що визначає жорсткі вимоги до питання захисту інформації та другий експертний що передбачає більш професійний підхід.

Сучасний підхід до захисту інформації від несанкціонованого доступу полягає у комплексному застосуванні організаційних та технічних заходів. Заходи для забезпечення безпеки конфіденційної інформації проводяться, як правило, у трьох основних напрямках: захист від витоку технічних каналів, захист від несанкціонованого доступу до комп'ютерної інформації, обмеження вільного доступу сторонніх осіб до приміщень, де встановлено суднове критичне обладнання.

Комплекс заходів, що необхідні для забезпечення безпеки інформації, визначається виходячи з необхідного рівня захищеності конкретного об'єкта і з допустимого рівня ризику, тому на попередньому етапі при розробці плану захисту має проводитися визначення ймовірних загроз і розмірів можливих збитків від їх прояву. Зрештою, неможливо побудувати систему інформаційної безпеки без урахування вимог нормативних документів, яких чимало, тому необхідне як глибоке знання змісту документів, так і певний досвід практичної діяльності з їх використання. Щодо базових принципів забезпечення інформаційного захисту необхідно відділити наступні: - Цілісність даних – захист від збоїв що призводять до втрати інформації, захист від

неавторизованого створювання і знищення даних; - Конфіденційність інформації та доступ до неї авторизованих користувачів. Також можна виділити кілька основних етапів створення системи захисту, однак насамперед доцільно з'ясувати та визначити загрози інформаційній безпеці та можливі збитки які вони можуть завдати після прояву, тобто аналіз ризиків. Основні проблеми під час проведення такого аналізу виникають у зв'язку зі складністю визначення кількісного значення ймовірності прояву тих чи інших загроз та розміру можливих збитків від їхнього впливу. Тому захищеність інформації на судні описується якісними показниками, набір яких визначається спеціальними методиками. З аналізу ризиків розробляється план захисту, що містить повний опис всіх рекомендованих заходів для захисту інформації.

- інструкція для керівництва компанії;
- модель потенційних загроз;
- економічне обґрунтування запропонованих рекомендацій;
- календарні план впровадження систем захисту;
- перелік відомостей, що становлять комерційну таємницю;
- перелік організаційних заходів та документів;
- рекомендації щодо виконання вимог керівних документів.

Склад технічних засобів визначається на основі чітких критеріїв, що виділяються у вигляді рекомендацій щодо вибору засобів захисту.

Наступним етапом після виявлення можливих загроз та визначення заходів щодо їх нейтралізації є створення спеціального підрозділу у компанії або відповідальної особи, яка відповідає за виконання плану захисту суден. Та визначення завдань, чисельності, складу технічних засобів, характеру та режиму взаємодії його з іншими службами. Регулювання взаємовідносин членів екіпажу щодо правил і режиму використання спеціальних технічних засобів при вирішенні завдань інформаційної безпеки є ще одним видом завдань для професійної організації системи захисту інформації на судні тому регламентуючі документи, що стосуються організації систем захисту, повинні

розглядати всі можливі ситуації, пов'язані з експлуатацією суднових інформаційних систем.

5.5 Перспективи та технології майбутнього у захисті інформації судна

Існує безліч перспективних технологій, які можуть використовуватися для забезпечення інформаційної безпеки на судні. Деякі з них уже використовуються в деяких галузях і можуть стати більш широко поширеними в майбутньому. Деякі з цих технологій включають:

- Блокчейн - технологія розподіленого зберігання даних, яка може забезпечити захист від кібератак шляхом створення надійного ланцюжка блоків, які не можна змінити без консенсусу всіх учасників мережі.

- Штучний інтелект - може використовуватися для виявлення загроз і аналізу великих обсягів даних, що дає змогу ефективніше захищати інформацію на судні.

- Квантові технології - квантові комп'ютери можуть вирішувати складні завдання шифрування, які не можуть бути розгадані класичними комп'ютерами. Це може бути корисно для захисту інформації на судні.

- Кіберфізичні системи - це інтеграція фізичних систем з мережевими технологіями, що дає змогу забезпечити більший ступінь захисту за допомогою різних сенсорів і пристроїв, які можуть реагувати на загрози.

- Квантова криптографія - це методи шифрування, засновані на принципах квантової механіки, які забезпечують вищий рівень безпеки, ніж класичні методи шифрування.

Загалом, ці технології все ще перебувають на початковій стадії розвитку, і майбутнє їхнього використання на судні залежатиме від багатьох чинників, включно з їхньою ефективністю, доступністю та вартістю. Однак, з розвитком технологій, можна очікувати, що з'являтимуться дедалі новіші та більш просунуті засоби і методи захисту інформації на судні.

Блокчейн - це технологія розподіленого зберігання даних, яка може використовуватися для забезпечення безпеки інформації на судні. Блокчейн заснований на децентралізації та криптографії, що забезпечує високий рівень захисту даних від несанкціонованого доступу. З використанням блокчейн-технології на судні можна реалізувати систему, де кожен член екіпажу має доступ тільки до певних даних, а всі зміни та операції з даними фіксуються в блокчейн-сховищі, що дає змогу контролювати історію змін і відстежувати будь-які несанкціоновані дії. Наприклад, система блокчейн може використовуватися для управління контейнерами на судні, де кожен контейнер має унікальний код, що фіксується в блокчейн-сховищі. Таким чином, можна забезпечити більш безпечний та ефективний контроль за переміщенням контейнерів на судні. Однак, використання блокчейн-технології на судні вимагає високого ступеня автоматизації та комп'ютеризації процесів, що може вимагати додаткових витрат на обладнання та програмне забезпечення.

Так, штучний інтелект може використовуватися для виявлення загроз на судні і в порту, а також для автоматичного реагування на ці загрози. Наприклад, застосування систем машинного навчання для аналізу поведінки користувачів і виявлення аномальних дій, що можуть свідчити про кібератаку. Такі системи можуть автоматично відключати доступ користувача до системи або запускати інші захисні механізми. Крім того, штучний інтелект може використовуватися для розробки інтелектуальних систем моніторингу, які будуть автоматично виявляти загрози на судні і в порту і реагувати на них. Наприклад, система відеоспостереження зі штучним інтелектом може автоматично виявляти підозрілі об'єкти або дії, такі як незаконне проникнення на борт судна або порушення правил безпеки в порту. Також можна використовувати штучний інтелект для аналізу великих обсягів даних, які збираються на судні, для виявлення потенційних загроз і вдосконалення систем захисту в режимі реального часу.

Квантові технології можуть мати потенціал для інформаційної безпеки суден у майбутньому. Наприклад, квантове шифрування може забезпечити

більш високий рівень захисту даних на судні, оскільки воно базується на квантових властивостях матеріалів, які є надзвичайно складними для взлому. Крім того, квантові комп'ютери можуть бути використані для розв'язання складних задач, пов'язаних з інформаційною безпекою, таких як аналіз великих обсягів даних і прогнозування можливих кібератак. Однак, застосування квантових технологій для захисту інформації на суднах потребує подальших досліджень і розробок, а також значних інвестицій.

Кіберфізичні системи - це системи, які поєднують фізичні та кібернетичні елементи в єдину систему, де кожен компонент взаємодіє з іншими компонентами та середовищем навколо них. У контексті інформаційної безпеки судна, кіберфізичні системи можуть бути використані для автоматизованого контролю та управління різними аспектами безпеки, включаючи виявлення вторгнень, контроль доступу до систем та даних, інформаційну аналітику та прийняття рішень в режимі реального часу. Кіберфізичні системи використовують різноманітні технології, включаючи мережі датчиків та інтернет речей (IoT), системи автоматичного управління (SCADA), технології машинного навчання та штучного інтелекту, а також засоби збору та обробки даних. У контексті судноплавства, кіберфізичні системи можуть бути використані для покращення безпеки та ефективності суден, зменшення ризику аварій та забезпечення надійності комунікації та обміну даними між суднами та портами. Окрім цього, кіберфізичні системи можуть бути використані для моніторингу динаміки стану судна, що дозволяє зменшити ризик аварій та оптимізувати роботу обладнання, забезпечуючи максимальну безпеку та ефективність роботи судна.

Квантова криптографія - це технологія, що використовує властивості квантових систем для захисту передачі даних від несанкціонованого доступу та зламу. Вона використовує квантові стани для забезпечення безпеки передачі даних, відрізняючись від класичних криптографічних методів, що базуються на обчислювальних складнощах. За допомогою квантових систем можна створювати криптографічні ключі, які не можуть бути зламані класичними

методами, тому що будь-яка спроба зламати ключ буде змінювати квантовий стан системи, що буде помічено. У майбутньому квантова криптографія може бути використана для забезпечення захисту передачі даних на судах, що дозволить зменшити загрозу кібератак та забезпечити більш високий рівень інформаційної безпеки. Однак, на даний момент, квантова криптографія ще не є повністю комерційно доступною технологією, і її застосування обмежене відносною складністю квантових систем і низькою масштабованістю реалізації.

5.6 Роль портової влади та судновласників у забезпеченні інформаційної безпеки судна

Крім технічних заходів, люди також є важливою складовою системи інформаційної безпеки на судні. Людський фактор може створювати істотні ризики для безпеки інформації, тому необхідно забезпечити належний рівень освіти та підготовки екіпажу. До ризиків, пов'язаних з людським фактором, можна віднести такі:

1. Несанкціонований доступ до інформації адже людина може несанкціоновано отримати доступ до інформації, що створює загрозу для безпеки інформації. Це може бути зумовлено злочинними намірами або просто відсутністю достатнього рівня усвідомлення з боку працівника.

2. Соціальна інженерія де злочинці можуть використовувати соціальну інженерію для отримання доступу до інформації, використовуючи при цьому невпевненість, довіру або недостатню освіту працівників.

3. Неправильна обробка інформації або недбале ставлення до інформації, її неправильна обробка або передача можуть створювати загрози для безпеки інформації на судні.

4. Недостатня свідомість, відсутність належної освіти або свідомості щодо інформаційної безпеки можуть призвести до недостатнього рівня захисту інформації на судні.

Для зменшення ризиків, пов'язаних з людським фактором, необхідно проводити належну освіту та навчання екіпажу щодо інформаційної безпеки. Крім того, важливо забезпечити дотримання внутрішніх правил та процедур, а також контролювати доступ до інформації. Людський фактор є одним із ключових аспектів інформаційної безпеки судна. Незалежно від того, які технології та процедури використовуються на судні для захисту інформації, людський фактор може виявитися слабкою ланкою, яка може призвести до порушення безпеки даних на судні. Приклади людських помилок, які можуть призвести до вразливості інформаційної безпеки на судні, включають в себе неправильне встановлення паролів або їх ненадійність, залишення пристроїв із доступом до конфіденційної інформації без належного захисту. Також відкриття шкідливих вкладень в електронній пошті або перехід за посиланнями, які можуть призвести до інфікування комп'ютера вірусом. Неправильне налаштування безпеки мережевих пристроїв на судні, неправильне використання та обробка конфіденційної інформації. Щоб мінімізувати ризики, пов'язані з людським фактором, необхідно проводити навчання і тренінги для екіпажу, щоб підвищити їхню обізнаність про безпеку інформації на судні. Також слід встановлювати належні процедури і політики щодо захисту інформації, щоб скоротити можливість людських помилок. Тому судновласники та керівники морських компаній повинні надавати своїм працівникам достатню кількість навчань та тренінгів щодо захисту інформації та кібербезпеки. Важливо також регулярно проводити тестування працівників на їхню компетентність у питаннях кібербезпеки. Необхідно мати чітко встановлені правила доступу до інформації на судні, включаючи контроль доступу до фізичного обладнання та програмного забезпечення. Важливо вживати заходів для запобігання соціальному інжинірингу, зокрема забороняти спілкування з незнайомими особами, особливо щодо обміну конфіденційною інформацією. Необхідно також встановлювати процедури реагування на інциденти зі зберігання та обробки інформації на судні. При виборі постачальників обладнання та програмного забезпечення необхідно приділяти

увагу їхній репутації та досвіду в галузі кібербезпеки. На суднах слід встановлювати системи моніторингу трафіку, що дозволять виявляти незвичайні підключення до мережі, а також системи виявлення вторгнень та інші засоби для раннього виявлення та запобігання інцидентів. Необхідно також забезпечити резервне копіювання важливих даних, а також розробити плани дій в разі кібератак та інших інцидентів з інформацією. Крім розробки політик і стандартів, важливо навчати персонал судна про заходи безпеки інформації та використання інструментів захисту. Навіть з усіма заходами безпеки інформації, інциденти все ж можуть траплятись. Важливо мати процедури виявлення інцидентів, оцінки їх серйозності, вжиття заходів для зупинки та усунення інцидентів, а також повідомлення про них відповідним органам.

Загалом, захист інформації на судні - це комплексний процес, який потребує поєднання технічних, організаційних і людських заходів. Забезпечення інформаційної безпеки є важливим завданням для багатьох країн, оскільки це необхідно для захисту державних інтересів і забезпечення економічної безпеки. Різні країни вживають різних заходів для забезпечення інформаційної безпеки, зокрема розробляють законодавчі акти, створюють національні центри кібербезпеки, проводять навчання і тренінги, а також здійснюють міжнародне співробітництво в галузі кібербезпеки. Деякі країни розробляють свої національні стратегії та програми із забезпечення інформаційної безпеки, наприклад, США мають національну стратегію кібербезпеки та програму із забезпечення кібербезпеки критичної інфраструктури. У Європейському союзі було розроблено Загальну стратегію кібербезпеки ЄС і Національні стратегії кібербезпеки. Також проводиться міжнародне співробітництво в галузі кібербезпеки, зокрема шляхом підписання міжнародних договорів і угод. Наприклад, Рада Європи ухвалила Конвенцію про кіберзлочинність, а США і Китай підписали Угоду про взаємне нерозголошення кібератак. Також проводяться спільні навчання і тренінги міжнародних команд з кібербезпеки. Деякі країни також розробляють свої національні закони і регулятивні акти, спрямовані на забезпечення

інформаційної безпеки. Наприклад у США діє Закон про інформаційну безпеку, а в ЄС запроваджено загальний регламент про захист персональних даних.

Таким чином, забезпечення інформаційної безпеки є важливим питанням для багатьох країн і розглядається як національний пріоритет. Країни вживають різних заходів для забезпечення безпеки своїх інформаційних систем і національної кіберінфраструктури, а також співпрацюють на досягнення високого рівню безпеки. У сфері забезпечення інформаційної безпеки суден і портів існують міжнародні організації та стандарти, які ставлять завдання забезпечити безпеку на міжнародному рівні. Різні країни також розробляють свої національні нормативні акти і стандарти щодо забезпечення інформаційної безпеки суден і портів, які часто засновані на міжнародних стандартах і вимогах. Однак, деякі країни можуть мати свої власні особливості та специфічні вимоги, які відрізняються від міжнародних стандартів і норм.

Загалом, забезпечення інформаційної безпеки в морській індустрії вимагає глобального підходу, врахування міжнародних стандартів і нормативних актів, а також співробітництва та координації між країнами та міжнародними організаціями. Портова влада відіграє важливу роль у забезпеченні інформаційної безпеки судна. По-перше, вона може встановити правила і стандарти для захисту інформації на судні, яких мають дотримуватися всі судна, що заходять у порт. По-друге, портова влада може перевіряти судна на відповідність цим стандартам і вимогам, а також забезпечувати навчання і вдосконалення кваліфікації персоналу, відповідального за інформаційну безпеку на судні. Крім того, портова влада може співпрацювати з іншими державними та міжнародними організаціями, такими як Міжнародна морська організація (ІМО), для розроблення стандартів і рекомендацій у сфері інформаційної безпеки на суднах і портах. Також портова влада може співпрацювати з приватними компаніями та консультантами, щоб поліпшити захист інформації на суднах і в портах. Загалом, забезпечення інформаційної безпеки судна вимагає зусиль з боку всіх учасників

морської індустрії, включно з портовою владою, судновласниками, перевізниками, консультантами та іншими.

5.7 Висновки

Для забезпечення інформаційної безпеки на судні необхідно вживати комплекс заходів, що охоплює технічні та організаційні засоби захисту, а також навчання і забезпечення культури безпеки серед персоналу. Технології майбутнього, такі як блокчейн, штучний інтелект, квантові технології та кіберфізичні системи, можуть допомогти в підвищенні рівня захисту на судах. Важливу роль у забезпеченні інформаційної безпеки судна відіграють міжнародні нормативні документи, як-от ISPS-код і рекомендації ММО та МТС. Однак, існує необхідність у поліпшенні міжнародного співробітництва в галузі інформаційної безпеки судна і забезпечення узгоджених стандартів і правил. Важливу роль у цьому процесі відіграють портова влада і судновласники, які повинні брати активну участь у забезпеченні безпеки на своїх судах і співпрацювати з міжнародними організаціями та іншими країнами. Для побудови ефективної системи захисту та інформаційної безпеки судна необхідно проведення ретельного аналізу законодавчої бази та сучасних існуючих засобів захисту інформації в інших галузях. Правильний вибір методів та засобів захисту інформації дозволить організувати оптимальну та гнучку систему та забезпечить необхідний рівень її надійності та захищеності. За необхідне є реалізація єдиних підходів щодо інтеграції систем зв'язку, навігації, гідрометеорологічного забезпечення з метою створення єдиного інформаційного простору на основі сучасних цифрових технологій. Також подальший розвиток сучасних інформаційних технологій та їх впровадження на сучасних судах у елементах судового навігаційного обладнання повинно бути узгоджено та скоординовано з береговими інформаційними системами та мати єдині стандарти для їх ефективного сумісного використання.

РОЗДІЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ

6.1 Початкові дані для розрахунку рейсу

Розрахунок виконаний на підставі завдання і даних, отриманих у попередніх розділах цієї дипломної роботи, взятих із суднової документації при роботі на переддипломній практиці, з довідкових матеріалів кафедри М і ЕМТ НУОМА, преїскурантів, тарифів та ін. Вихідні дані рейсу т/х «Redmer Oldendorff» з порту Річардс Бей в порт Парадіп зведені в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 - Початкові дані для розрахунку рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Дедвейт т/х «Redmer Oldendorff»	D_w	Тон	63344
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	1125,4
3	Відстань між портами	L	милі	4610,56
4	Кількість навантаженого вантажу: вугілля	ΣQ_m	т	62215
5	Фрахтова ставка за 1т вантажу	f	\$/т	17
6	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	т/ доб.	11000
7	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	т/ доб.	10000
8	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	14,0
9	Швидкість в каналах, вузостях	v	кан. вуз.	10
10	Добова витрата палива на ходу: важке / легке	q_x^6 / q_x^7	тон/доб	25,8/0,3

		$q_{ст}^n$	тон/доб	3,0
11	Ціна 1 тони палива: важке легке	$Ц_в$	\$/т	450
		$Ц_л$	\$/т	580
12	Балансова вартість судна	$C_{бал}$	\$	11085200
13	Річна норма амортизації	Ha	%	10
14	Позаексплуатаційний час	$T_{зе}$	діб.	15
15	Чисельність екіпажу	$Ч_{ек}$	чол.	20
16	Час затримки в дорозі	$t_{зат}$	доб.	0,25
17	Додатковий час в портах стоянки	$t_{одд}$	год.	4
18	Заробітна платня	$R_{зн}$	\$/доб	2700
19	Витрати на технічне постачання	$R_{т.пос}$	\$/доб	380
20	Навігаційні витрати	$R_{нав}$	\$/доб	300
21	Портові збори	$R_{порт}$	\$	40260
22	Агентство суден	$R_{аг}$	\$/доб	350
23	Витрати на страхування судна	$R_{стр}$	\$/доб	350
24	Витрати на ремонт	$C_{рем}$	\$/мр.п.	800000
25	Вартість одного доковання	$C_{док}$	\$	60000

6.2 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі

При розрахунку кількісних показників роботи судна в рейсі використовуємо дані рейсового завдання.

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

$$D_q = D_w - G_{зан}, \quad (6.1)$$

$$D_q = 63344 - 1125,4 = 62218,6 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

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

де T_k - календарний період, приймаємо 365 діб;

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

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

$$t_x = 4610,56 / (14,0 \times 24) + 0,25 = 14,0 \text{ діб}$$

- стоянковий час:

$$t_{cm} = t_{cm}^n + t_{cm}^e = \frac{\sum Q_1}{\sum M_{n1}} \cdot \frac{\ddot{o}}{\ddot{o}} + \frac{\sum Q_1}{\sum M_{e1}} \cdot \frac{\ddot{o}}{\ddot{o}} + t_{\text{дон}} \quad (6.4)$$

$$t_{cm} = 62215 / 11000 + 62215 / 10000 + 4 / 24 = 12,0 \text{ діб.}$$

- час рейсу складе:

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

$$t_p = 14,0 + 12,0 = 26,0 \text{ діб}$$

4. Розраховуємо провізну спроможність судна:

- зроблено тонно-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 62215 \times 4610,56 = 286845990 \text{ тонно-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_{\text{ч}} L = 63344 \times 4610,56 = 292051312 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

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

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = 62215 \times 17 = 1057655 \text{ $/рейс}$$

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

Постійні експлуатаційні витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

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

- витрати на заробітну плату ($R_{\text{зн}}$) 2700 \$/добу;

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

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

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

$$R_{nut} = 20 \times 12 = 240 \text{ \$/добу};$$

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

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

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

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

$$R_{рем} = ((60000 + 800000) / 5) / 350 = 491 \text{ \$/добу}$$

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

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

$$R_{ам} = (11085200 \times 0,1) / 350 = 3167 \text{ \$/добу};$$

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

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

де $H_{сн}$ - норма постачання;

$$R_{сн} = (11085200 \times 0,02) / 350 = 633 \text{ \$/добу};$$

- витрати на технічне постачання ($R_{т.пос.}$) 380 \$/добу;

- навігаційні витрати, \$/добу ($R_{нав}$) 300 \$/добу;

- портові збори ($R_{порт}$) 40260 \$/рейс;

- витрати з агентування ($R_{аг}$) 350 \$/добу;

- витрати на страхування ($R_{стр}$) 350 \$/добу.

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

$$R_{екс} = 2700 + 240 + 491 + 3167 + 633 + 380 + 300 + 40260 / 26,0 + \\ + 350 + 350 = 10159 \text{ \$/ добу}$$

7. Розрахуємо 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 %.

$$R_{кос.} = 10159 \times 0,02 = 203 \text{ \$/добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{заг} = 10159 + 203 = 10362 \text{ \$/добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{заг.екс} = 10362 \times 26,0 = 269412 \text{ \$/рейс}$$

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

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

$$R_x^m = k_{см} \cdot q_x \cdot Ц_m \quad (6.15)$$

$$R_x^л = k_{см} \cdot q_x \cdot Ц_л \quad (6.16)$$

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

$$R_x^m = 1,1 \times 25,8 \times 450 = 12771 \text{ \$/ добу}$$

$$R_x^л = 1,1 \times 0,3 \times 580 = 191 \text{ \$/ добу}$$

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

$$R_{см}^л = k_{см} \cdot q_{см} \cdot Ц_л \quad (6.17)$$

$$R_{см}^л = 1,1 \times 3,0 \times 580 = 1914 \text{ \$/ добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

$$\Sigma R_{пер} = (R_x^m \cdot t_x) + (R_{см}^л \cdot t_{см}) \quad (6.18)$$

$$\Sigma R_{пер} = (12771 + 191) \times 14,0 + 1914 \times 12,0 = 204436 \text{ \$/рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

$$\Sigma R_{рейс} = \Sigma R_{заг.екс} + \Sigma R_{пер} \quad (6.19)$$

$$\Sigma R_{рейс} = 269412 + 204436 = 473848 \text{ \$/рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

$$\Sigma \Pi_{рейс} = \Sigma F_{рейс} - \Sigma R_{рейс.} \quad (6.20)$$

$$\Sigma \Pi_{рейс} = 1057655 - 473848 = 583807 \text{ \$/рейс}$$

Прибуток судна т/х «Redmer Oldendorff» з порту Річардс Бей в порт Парадіп з вантажем вугілля за рейс склав 583807 \$/рейс.

Якісні показники роботи судна в рейсі розраховуємо за методикою:

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

$$K_{\text{к}} = \frac{T_{\text{екс}}}{T_{\text{к}}}, \quad (6.21)$$

$$K_{\text{к}} = 350 / 365 = 0,959$$

2. Коефіцієнт завантаження судна:

$$a_{\text{з}} = \frac{SQ}{SD_{\text{к}}}, \quad (6.22)$$

$$a_{\text{з}} = 62215 / 62218,6 = 0,999$$

3. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

$$V_{\text{ср.}} = \frac{L}{t_{\text{х}}}, \quad (6.23)$$

$$V_{\text{ср}} = 4610,56 / 14,0 = 329$$

4. Коефіцієнт ходового часу:

$$e_{\text{х}} = \frac{t_{\text{х}}}{t_{\text{р}}}; \quad (6.24)$$

$$e_{\text{х}} = 14,0 / 26,0 = 0,539$$

5. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

$$\mu_{\text{в}} = a_{\text{з}} \cdot V_{\text{ср.}} \cdot e_{\text{х}}, \quad (6.25)$$

$$\mu_{\text{в}} = 0,999 \times 329 \times 0,539 = 177,15$$

6. Валова прибутковість одних судоднів:

$$\mu = \Sigma F_{\text{рейс}} / t_{\text{р}}, \quad (6.26)$$

$$\mu = 1057655 / 26,0 = 40679 \text{ $/доба}$$

7. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

$$S_{\text{м}} = \Sigma R_{\text{рейс}} / \Sigma Q, \quad (6.27)$$

$$S_{\text{м}} = 473848 / 62215 = 7,62 \text{ $/т}$$

8. Собівартість 1 тонно-милі в рейсі:

$$S_{m-m} = \Sigma R_{рейс} / \Sigma Ql, \quad (6.28)$$

$$S_{m-m} = 473848 / 286845990 = 0,0016519 \text{ \$ / Т-м}$$

9. Собівартість утримання судна в добу експлуатації:

$$S_{с-с} = \Sigma R_{рейс} / t_p \quad (6.29)$$

$$S_{с-с} = 473848 / 26,0 = 18225 \text{ \$ / доб.екс}$$

10. Рівень прибутковості являє відношення доходів до витрат:

$$PF = \Sigma F_{рейс} / \Sigma R_{рейс} \quad (6.30)$$

$$PF = 1057655 / 473848 = 2,23$$

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 :

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$Ч_p = T_{екс} / t_p \quad (6.31)$$

$$Ч_p = 350 / 26,0 = 13,46$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

$$\Sigma Q_{екс} = \Sigma Q Ч_p \quad (6.32)$$

$$\Sigma Q_{екс} = 62215 \times 13,46 = 837414 \text{ т / рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

$$\Sigma Ql_{екс} = \Sigma Ql Ч_p \quad (6.33)$$

$$\Sigma Ql_{екс} = 286845990 \times 13,46 = 3860947025 \text{ т-милі / рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

$$\Sigma F_{екс} = \Sigma F_{рейс} Ч_p \quad (6.34)$$

$$\Sigma F_{екс} = 1057655 \times 13,46 = 14236036 \text{ \$ / рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma R_{\text{екс}} = R_{\text{рейс}} \cdot \mathcal{U}_p \quad (6.35)$$

$$\Sigma R_{\text{екс}} = 473848 \times 13,46 = 6377994 \text{ \$ / рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma \Pi = \Pi_p \cdot \mathcal{U}_p \quad (6.36)$$

$$\Sigma \Pi = 583807 \times 13,46 = 7858042 \text{ \$ / рік}$$

7. Рівень прибутковості роботи судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma PF = \Sigma F_{\text{екс}} / \Sigma R_{\text{екс}} \quad (6.37)$$

$$PF = 14236036 / 6377994 = 2,23$$

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

Таблиця 6.2 - Кількісні і якісні показники виконаного рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	Валовий дохід	F	\$	1057655
2	Затрати загальні	R	\$	473848
3	Прибуток	Π	\$	583807
4	Коефіцієнт ходового часу	e_x		0,539
5	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	милі/доб	329
6	Дохідність судна	μ	\$/ доб	40679
7	Рівень дохідності	PF		2,23
8	Собівартість перевезення 1 т вантажу	S_T	\$/т	7,62
9	Собівартість 1 т-милі	S_{T-M}	\$/т-м	0,0016519
10	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	S_{C-C}	\$/доб.	18225

В результаті проведених розрахунків, наведених у таблиці 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень прибутковості 2,23, прибуток 583807 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 7858042 \$. Судно «Redmer Oldendorff» доцільно використовувати на даній лінії.

РОЗДІЛ 7

ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ

7.1. Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту

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

Балкер «NEMTAS 1» стоїть на якорі в районі зовнішнього рейду порту Дуала (Камерун). Отримано повідомлення про терористичний акт на території спеціалізованого перевантажувального комплексу для хімічних і наливних вантажів. В результаті вибуху залізодоріжна цистерна зі зрідженим хлором зійшла з рейок і перекинулась. З пошкодженої цистерни вилилося 25 т хлору, що є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). Характер розливу «вільно».

Метеорологічні умови на момент аварії: час доби – день, 16.00, температура повітря 20°, швидкість вітру 2 м/с, вітер зустрічний, суцільна хмарність. Відстань від судна до місця аварії – 5 км. Місцевість відкрита, характер – водна поверхня.

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

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

7.1.2. Оцінка масштабів хімічного зараження території

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

1) Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря

За заданими метеорологічними умовами (час доби - день, швидкість вітру 1 м/с, суцільна хмарність) за допомогою таблиці 7.1 визначаємо: на момент виникнення надзвичайної ситуації ступінь вертикальної стійкості повітря. 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.

Еквівалентна кількість $Q_{\text{эл}}$ (т) речовини у первинній хмарі дорівнює

$$Q_{\text{з1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0 = 0,18 \cdot 1,0 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 25 = 1,035 \text{ т}$$

де: $K_1 = 0,18$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання аміаку (табл. 7.2); $K_3 = 1,0$ – коефіцієнт, рівний відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодозе аміаку (табл. 7.2); $K_5 = 0,23$ – коефіцієнт, що враховує ступінь вертикальної стійкості повітря для ізотермія (для інверсії приймається рівним 1, для ізотермії – 0,23, для конвекції – 0,08); $K_7^1 = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря на швидкість утворення первинної хмари (табл. 7.2); $Q_0 = 25 \text{ т}$ – кількість вилитого при аварії хлору.

Таблиця 7.2 - Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Назва СДОР	Щільність СДОР, т/ м³		Температура	Порогова	Значення допоміжних коефіцієнтів							
	Ізотермічне зберігання				K1	K2	K3	K7 для температури повітря (°C)				
								- 40	- 20	0	20	40
Газ	Рідин а											
Хлор	0,006 2	1,558	- 34, 1	0,6	0,18	0,052	1,0	<u>0</u> 0,9	<u>0,3</u> 1	<u>0,6</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1,4</u> 1

Примітка:

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

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

Площа розливу S_p (м²) хлору дорівнює:

$$S_p = \frac{V_p}{h} = \frac{Q_0 / \rho}{h} = \frac{25 / 1,558}{0,05} = 779 \text{ м}^2,$$

де: V_p – об'єм хлору, що розлився, м^3 ; $Q_0 = 25 \text{ т}$ – кількість хлору, що розлився при аварії; $\rho = 1,558 \text{ т/м}^3$ – щільність хлору (табл. 7.2); $h = 0,05 \text{ м}$ – товщина шару сірковуглецю (для характеру розливу – «вільно»).

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.

$$T = \frac{h \cdot \rho}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{\text{II}}} + \frac{1}{K_m \cdot v_{\text{п}}} = \frac{0,05 \cdot 1,558}{0,052 \cdot 1,33 \cdot 1} + \frac{1}{1 \cdot 12} = 1,23 \text{ год.} = 1 \text{ год.} 14 \text{ хв.},$$

де: $K_2 = 0,052$ – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей хлору (табл. 7.2); $K_4 = 1,33$ – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (табл. 7.3); $K_7^{\text{II}} = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення вторинної хмари (табл. 7.2); $K_m = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари хлору (табл. 7.4); $v_{\text{п}} = 12 \text{ км/год}$ – швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря (табл. 7.5).

Таблиця 7.3 - Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

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

Таблиця 7.4 - Значення коефіцієнту K_m залежно від впливу характеру місцевості

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

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 $Q_{\Sigma 2}$ (т) у вторинній хмарі:

$$Q_{\Sigma 2} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{\Pi} \cdot \frac{Q_0}{h \cdot \rho}$$

$$Q_{\Sigma 2} = (1 - 0,18) \cdot 0,052 \cdot 0,013 \cdot 1,33 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 25 / (0,05 \cdot 1,558) = 0,05 \text{ т}$$

де: $K_1 = 0,18$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (табл. 7.2); $K_3 = 0,013$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози даного СДОР (табл. 7.2); $K_5 = 0,23$ – коефіцієнт, який враховує ступень вертикальної стійкості повітря для ізотермії (для інверсії приймається рівним 1, для ізотермії – 0,23, для конвекції – 0,08); $K_6 = N^{0,8} = 1^{0,8} = 1$ – коефіцієнт, що залежить від часу N , що пройшов з моменту початку аварії; за умовами завдання $N = 1$ год.

4) Визначення глибини і площі зони зараження

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

Таблиця 7.6 - Глибина (км) зони зараження

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

Для первинної хмари $Q_{\text{с1}} = 1,035$ т та швидкості вітру $u = 2$ м/с глибина зони зараження буде дорівнювати: $\Gamma_1 = 2,84$ км.

Для $Q_{\text{с2}} = 0,05$ т та швидкості вітру $u = 2$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою хлору: $\Gamma_2 = 0,59$ км.

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 2,84 + 0,5 \cdot 0,59 = 3,13 \text{ км},$$

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

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

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

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

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{matrix} \right\} = 3,13 \text{ км}.$$

Визначаємо площу зони можливого зараження $S_{\text{в}}$ (км²) хмарою сірководню:

$$S_{\text{в}} = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^{\circ} = 3,14 \cdot 3,13^2 \cdot 90^{\circ} / 360^{\circ} = 7,6 \text{ км}^2,$$

де: $\Gamma = 3,13$ км – розрахункова глибина зони зараження; $\varphi = 90^{\circ}$ - кутовий розмір зони зараження (табл. 7.7).

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

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

Визначаємо площу зони фактичного зараження S_f (км²):

$$S_f = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 3,13^2 \cdot 1^{0,2} = 1,3 \text{ км}^2,$$

де: $K_8 = 0,133$ – коефіцієнт, що залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря – ізотермії (при інверсії приймається 0,081; при ізотермії – 0,133; при конвекції – 0,235).

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

Територія можливого хімічного зараження представляє собою сектор, що має кутовий розмір $\varphi = 90^\circ$ (табл. 7.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 3,13$ км. Центр сектора співпадає з джерелом зараження – місцем розливу хлору. Бісектриса сектора співпадає з віссю сліду хмари та орієнтована по напрямку вітру.

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

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ_1 (км):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_1} \right)^\Psi = 2,31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,085}{6} \right)^{0,580} = 0,85 \text{ км},$$

де: $\lambda = 2,31$; $\Psi = 0,580$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (табл. 8.8); $Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 1,035 + 0,05 = 1,085$ т – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару; $D_1 = 6$ мг.хв/л – летальна токсодоза для хлору.

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

	Швидкість вітру (u), м/с
--	------------------------------

Коефіцієнти	1 и 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 $\Gamma_{0,4t}$ (км):

$$\Gamma_{0,4t} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_{\text{э}}}{D_{0,4t}} \right)^{\psi} = 2,31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,085}{2,4} \right)^{0,580} = 1,46 \text{ км},$$

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

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

$$\Gamma_{0,2t} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_{\text{э}}}{D_{0,2t}} \right)^{\psi} = 2,31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,085}{1,2} \right)^{0,580} = 2,2 \text{ км},$$

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

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 3,13$ км.

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

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

$$t = \frac{x}{K_M \cdot v_{\text{п}}} = \frac{5}{1 \cdot 12} = 0,41 \text{ год} = 25 \text{ хв}$$

де: $x = 5$ км – відстань від джерела зараження до заданого об'єкту.

7.1.3. Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження території в результаті аварійного розливу хлору з цистерни показала, що хмара зараженого повітря досягне межі житлової надбудови судна, де укритися екіпаж, через 25 хв. В результаті утворення зони хімічного зараженого приміщення надбудови судна,

де знаходиться екіпаж судна, потрапляють поза зони легких уражень, що у свою чергу не утворює загрози для життя моряків. Це не ускладнює можливість проведення ефективних заходів по ліквідації наслідків розливу сірковуглецю.

При досить швидкому підході зараженого повітря до житлової надбудови дія вражаючих концентрацій хмари може тривати майже 3 години. Сила вітру (2 м/с) забезпечує збереження вражаючих концентрацій на глибині до 3,13 км.

Для зменшення людських втрат пропонується виконати наступні заходи:

- якнайскоріше прибрати усіх людей з палуби всередину надбудови судна;
- по можливості максимально герметизувати усі приміщення в надбудові судна, в яких укритися екіпаж;
- використати наявні на судні дихальні апарати, при цьому забезпечити контроль часу знаходження людей в апаратах (захисна дія дихальних апаратів обмежена часом у 30 хв.);
- по можливості розгорнути судно за вітром, щоб хмара зараженого повітря рухалася в бік від надбудови судна;
- встановити контроль концентрації СДОР на відкритому повітрі і в повітрі приміщень судна;
- підготувати екіпаж до можливої евакуації.

7.2. Розподіл обов'язків та відповідальності щодо забезпечення охорони судна

Розподіл обов'язків і відповідальності членів екіпажу, залучених до охорони судна, визначається наказом капітана. Перш за все, це відноситься до вахтового помічника капітана та персоналу палубної вахти, до вахтового механіка та персоналу машинної вахти, до персоналу, відповідальному за своїм завідуванням.

Основним видом виконання судовим екіпажем службових обов'язків по забезпеченню охорони судна є суднова вахтова служба. Вахтовий помічник

капітана є головним судновим вахтовим начальником, який очолює суднову вахтову службу. Він підкоряється тільки капітану і несе відповідальність за безпечну експлуатацію судна. З питань охорони судна вахтовий помічник капітана також підпорядковується особі командного складу, відповідальній за охорону судна, і виконує покладені на вахтового помічника обов'язки з охорони.

Зобов'язання та відповідальність вахтового помічника капітана:

- забезпечує постійне несення радіовахти, проводить регулярні перевірки зв'язку;

- при отриманні вказівки Адміністрації про зміну рівня охорони доповідає про це капітану та особі командного складу, відповідальній за охорону судна;

- спільно з особою командного складу, що відповідальна за охорону судна, організовує виконання вахтовим персоналом заходів з охорони для відповідного рівня охорони; при необхідності виділяє і залучає додатковий персонал;

- здійснює контроль ефективного виконання заходів з охорони, передбачених планом охорони судна; при наявності невідповідностей та недоліків вживає заходи щодо їх усунення, доповідає капітану та особі командного складу, відповідальній за охорону;

- організовує дії, спрямовані на підготовку судна до швидкого реагування на зміну рівня охорони (при встановленні рівня 2 або 3);

- проводить інструктаж вахтового персоналу з питань охорони і керує його діями.

Вахтовий механік очолює машинну вахтову службу. Він підпорядковується вахтовому помічникові капітана і несе відповідальність за контроль та управління судновою енергетичною установкою і технічними засобами. З питань охорони судна вахтовий механік підпорядковується також особі командного складу, відповідальній за охорону судна, і виконує покладені на вахтового механіка обов'язки з охорони.

Зобов'язання і відповідальність вахтового механіка:

- виконує вказівки вахтового помічника капітана та особи командного складу, відповідальній за охорону судна, які стосуються підтримки відповідного рівня охорони або переходу на новий рівень охорони;

- організовує та забезпечує виконання заходів з охорони, передбачених планом охорони судна, із залученням персоналу машинної вахти.

- доповідає вахтовому помічнику та особі командного складу, відповідальній за охорону судна, про всі недоліки або невідповідності та вживає заходів щодо їх усунення;

- проводить інструктаж персоналу машинної вахти з питань охорони і керує його діями.

Загальне керівництво з вирішення всіх питань, пов'язаних із забезпеченням охорони, здійснює особа командного складу, відповідальна за охорону судна (офіцер з охорони судна). Особа командного складу, відповідальна за охорону судна, підзвітна капітану.

Обов'язки з охорони судна додатково включені в коло вже існуючих прямих обов'язків суднового екіпажу.

ВИСНОВКИ

Підвищення безпеки судноводіння сприяє зменшенню кількості аварійних випадків, що веде до зниження шкоди людському життю, навколишньому середовищу, майну і виробничим процесам.

При комплексному опрацюванні та дослідженню етапів переходу, чому присвячена дана робота, було виконане наступне:

- описані основні характеристики судна;
- вивчені навігаційні умови плавання, способи одержання гідро – метео інформації, обраний найбільш оптимальний і безпечний шлях;
- описані транспортні характеристики вантажів і порядок документування їх перевезення в рейсі;
- виконані розрахунки вантажного плану з перевіркою посадки й остійності судна;
- зроблені розрахунки кількісних, якісних, валютно-фінансових показників рейсу, а також виконаний аналіз економічної ефективності рейсу;
- розглянуті охоронні заходи та цивільна оборона на судні.
- розглянуте питання щодо інформаційної безпеки судна: технології, міжнародні норми та практичні аспекти.

Вся викладена інформація, результати розрахунків, представлені рисунки і графіки виконані відповідно до основних вимог і відповідають їм.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки для виконання магістерської роботи / Укл. І.І.Ворохобін та ін.. - Одеса: НУ«ОМА», 2023. - 98 с.
2. Суднова документація
3. Бурханов М.В. Справочна книжка штурмана. – М.: Транспорт, 1986.
4. Аксютін Л.Р., Бондарь В.М., Ермолаев Г.Г. Довідник капітана дальнього плавання. - М.: Транспорт, 1988.
5. Bridge team management. Second Edition, 2003.
6. NP 131 Catalogue of Admiralty Charts and Publication.
7. ALRS 283. Maritime Safety Information Services.
8. ALRS 285. Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS).
9. ALRS 286. Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations.
- 10.NP Africa Pilot Vol. 3
11. NP 38 West Coast Of India Pilot
12. NP 136. Admiralty Ocean Passages for the World.
- 13.Дмітрієв В.И., Григорян В.Л., Катенін В.А. Навігація та лоція. – М.: Академкнига, 2004.
- 14.Ports Guide 2007
- 15.Guide to port entry 2012-2013
- 16.Єрмолаев Г. Г. Судноводіння в морях з приливами. - 2-е изд. – М.: Транспорт, 1986.
- 17.NP 202. Admiralty tide tables.
- 18.Красавцев Б. И. Морехідна астрономія, -3-е изд. – М.Транспорт, 1986.
- 19.Синяев В.А., Лукин М.Г., Задачник по морехідній астрономії – Одеса: ОДМА, 2002.
- 20.№ 9002. Морский астрономічний щорічник.
- 21.Кондрашихин В.Т., Бердинских Б.В., Мальцев А.С., Козир Л.А. Справочник судноводія по навігаційній безпеці мореплавання - Одеса: Маяк, 1999.-168.

- 22.Алексішин В.Г., - Забезпечення навігаційної безпеки плавання.
- 23.С.И. Демин, Е.И. Жуков, Н.А. Кубачев и ін. Управління судном: Посібник для ВНЗ – М : Транспорт, 1991.- 359 с.
- 24.А.С. Мальцев Методичні рекомендації по виконанню курсової роботи: Транспорт, 1994. – 51с.
- 25.Рекомендації по організації штурманської служби на морських суднах України (РІШСУ 98). – Одеса, 1998.
- 26.Збірник резолюцій ІМО по питанням судноводіння. – М.: Мортехінформреклама, 1989.
- 27.Аксютін Л.Р. Вантажний план судна. – М.: Транспорт, 1976. –112с.
- 28.Гаврілов М.Н. Транспортні характеристики вантажів: Справочне керівництво. М: В/О «Мортехінформреклама». Морський транспорт, 1994. – 193 с.
- 29.Снопков В.И. Перевозка вантажів морем. –2-е изд., перепрац. и доп. - М.: Транс
- 30.Мельник В.Н. Експлуатаційні розрахунки морехідних властивостей судна. -М.: Транспорт, 1990. –142с.
- 31.Erstad, E., Ostnes, R., & Lund, M. S. (2021). An operational approach to maritime cyber resilience. *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 15(1), 53-60. <https://doi.org/10.12716/1001.15.01.01>.
32. I Martínez, F. (2024). Maritime cybersecurity: Protecting digital seas. *Security and Communication Networks*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s10207-023-00800-0>
- 33.Chupkemi, D. C., et al. (2024). Challenges in maritime cybersecurity training and compliance. *Journal of Marine Science and Engineering*, 12(10), 1844. <https://doi.org/10.3390/jmse12101844>
34. Meland, P. H. (2021). A retrospective analysis of maritime cyber-security incidents. *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 15(2), 1144-1155. <https://doi.org/10.12716/1001.15.02.12>.
35. Винніков В.В. Економіка підприємств морського транспорту : - 3 изд., перероб. доп. – О.: Фенікс, 2011. – 944 с.

36. 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.

37. Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи. – Одеса: НУ «ОМА», 2017, с. 20.

38. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.marinedocs.co.uk/wp-content/uploads/2017/08/MARPOL-Consolidated-Edition-2011-1.pdf>

39. Волошин А.А. Охорона суден та портових засобів: Навчальний посібник. – Одеса, 2009. – 127 с.

40. Басанец Н.Г. Керівництво для офіцера по охороні судна: Навч. Посібник. – Одеса: Фенікс, 2010, – 256 с.

41. Закон України «Про перевезення небезпечних вантажів» ВРУ № 1644-III. – К., 2000.

42. Кодекс цивільного захисту України: чинне законодавство із змінами та допов. – К.: Алер-та, 2015- 102 с.