

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

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра _____ ЕКС _____

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА

Спеціальність 271 Річковий та морський транспорт
Спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

Сідаш Даніїл Андрійович

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи: Комплексне опрацювання та дослідження етапів
переходу судна «MSC Nora» за маршрутом Салала-Момбаса

Підпис магістранта _____ Сідаш Д.А. _____

Завідуючий кафедрою _____

Керівник _____ проф. д.т.н. Вагущенко Л.Л.

Рецензент _____

Нормоконтроль _____

м. Одеса
2025 рік

Магістерська робота містить 122 с., 28 рис., 53 таб., 47 використаних джерел.

Тема дипломної роботи: «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна "MSC Nora" за маршрутом Салалах (Оман) – Момбаса (Кенія)». Відстань між портами: 1816.48 миль. Загальна кількість перевезеного вантажу: 619 (20' футових) та 628 (40' футових) контейнерів, загальною вагою 17492 тон.

У роботі досліджено структуру, технічну побудову та функціональне призначення Автоматичної ідентифікаційної системи (АІС), що є ключовою складовою сучасного навігаційного забезпечення судноплавства. Розглянуто історичні етапи створення та міжнародної стандартизації АІС, включно з рекомендаціями МСЕ, стандартами МЕК та резолюціями ІМО. Наведено аналіз складових системи: берегових базових і ретрансляційних станцій, мобільних суднових станцій класів А та В, а також АІС, встановлених на засобах навігаційного забезпечення. Охарактеризовано режими роботи АІС, механізми обміну інформаційними повідомленнями, інтеграцію з системами далекого зв'язку, ГНСС, РЛС та ЕКНІС. Особливу увагу приділено ролі центрів управління СУДС та їх інформаційно-логічній структурі. Сформульовано висновки щодо перспектив розвитку АІС та значення системи для забезпечення безпеки мореплавства.

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

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

The master's thesis contains 122 pages, 28 figures, 53 tables, and 47 used sources.

Topic of the diploma thesis: "Comprehensive development and research of the transit stages of the "MSC Nora" ship on the route Salalah (Oman) - Mombasa (Kenya)". Distance between ports: 1816.48 miles. The total amount of transported cargo: 619 (20' feet) and 628 (40' feet) containers, with a total weight of 17492 tons

The study examines the structure, technical design and functional purpose of the Automatic Identification System (AIS), which plays a key role in modern maritime navigation support. The historical development and international standardization of AIS are analyzed, including ITU recommendations, IEC standards, and IMO resolutions. The work provides a detailed overview of system components: shore-based base and repeater stations, mobile shipborne AIS stations of classes A and B, and AIS units installed on aids to navigation. The operational modes of AIS, its message exchange mechanisms, and integration with long-range communication systems, GNSS, radar and ECDIS are described. Special attention is given to the role and architecture of Vessel Traffic Service (VTS) centers and their database management systems. Conclusions regarding the future development of AIS and its significance for maritime safety are presented.

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

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

ВВЕДЕННЯ

Сучасний етап розвитку морського транспорту характеризується зростанням інтенсивності судноплавства, ускладненням навігаційних умов та підвищеними вимогами до забезпечення безпеки мореплавства. У таких умовах особливого значення набувають автоматизовані інформаційні системи, здатні забезпечувати високоточний моніторинг руху суден, своєчасний обмін навігаційними даними та ефективну взаємодію між судовими й береговими операторами. Однією з ключових систем, що відіграють провідну роль у навігаційно-інформаційній підтримці судноводіння, є Автоматична ідентифікаційна система (АІС).

АІС була створена у відповідь на необхідність стандартизованого та надійного інформаційного обміну між всіма учасниками морського руху. Її міжнародна стандартизація, започаткована ІМО, МСЕ та МЕК у 1990–2000-х роках, забезпечила формування єдиних технічних вимог до структурних елементів системи, форматів повідомлень, частотного діапазону та методів синхронізації. Сьогодні АІС є обов'язковим компонентом судового навігаційного обладнання, інтегрованим у Глобальну морську систему зв'язку під час лиха та забезпечення безпеки (ГМЗЛБ), у системи управління рухом суден (СУДС), а також у комплексні навігаційні місткові системи.

Актуальність дослідження АІС зумовлена необхідністю глибокого розуміння її технічної архітектури, функціональних можливостей, режимів роботи та взаємодії з іншими судовими радіонавігаційними засобами. Від ефективності використання АІС суттєво залежить якість навігаційних рішень, безпека судноплавства та ефективність функціонування берегових служб керування рухом.

Метою роботи є систематизація, аналіз і узагальнення принципів побудови, структури та призначення АІС, а також оцінка її ролі у сучасному навігаційному забезпеченні. Завдання дослідження включають аналіз

історичного розвитку системи, її функціонального складу, режимів роботи суднових і берегових станцій, особливостей обміну інформацією та перспектив подальшого вдосконалення.

Результати дослідження можуть бути використані при підготовці фахівців у галузі судноводіння, експлуатації радіонавігаційних систем та інтегрованих мостикових комплексів, а також для підвищення практичної ефективності використання АІС у судноплавстві.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
РОЗДЕЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА	9
1.1 Загальні відомості і головні розміри судна	9
1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики	10
1.3 Маневрені характеристики.....	13
1.4 Навігаційне обладнання.....	16
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ	20
2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу.....	20
2.2 Оцінка запланованого переходу	22
2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході	25
2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації	26
2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні	28
2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання.....	33
2.3.1 Розрахунок ортодромії.....	33
2.3.2 Складання маршрутних листів	36
2.3.3 Графічний план переходу.....	36
2.3.4 Розрахунок природної освітленості	37
2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів	39
2.4 Висновки	41
РОЗДІЛ 3 ОРОБКА І РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖУ	42
3.1 Транспортні характеристики вантажів	42
3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та документальне оформлення морського перевезення	44
3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна.....	51
3.4 Складання вантажного плану.....	54
3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу	56

РОЗДІЛ 4 ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА.....	58
4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна.....	58
4.2. Розрахунки посадки і початкової остійності.....	63
4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації	66
4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності.....	67
4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності.....	69
4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності	72
4.7 Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу	73
РОЗДІЛ 5 СТРУКТУРА, ПОБУДОВА ТА ПРИЗНАЧЕННЯ АВТОМАТИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ (АІС).....	75
5.1 Історія розвитку концепції АІС	75
5.2 Призначення, функції та склад автоматичної ідентифікаційної системи ...	77
5.3 Центри управління роботою АІС	91
РОЗДІЛ 6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ.....	98
6.1 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі	98
6.2 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу	105
РОЗДІЛ 7 ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ	107
7.1. Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту.....	107
Висновок	118
Список використаних джерел	119

РАЗДЕЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

1.	Назва судна	MSC Nora
2.	Тип судна	Container Ship
3.	Позивний сигнал судна	CQBB
4.	ІМО	9327671
5.	MMSI	255618000
6.	Рік і місце побудови	2006 Stocznia Gdynia
7.	Клас Регістру	DET NORSKE VERITAS
8.	Порт приписки	ЙОРКТАУН Вірджинія
9.	Судновласник	Ermylici ocean way Limited
10.	Менеджмент	Mediterranean Shipping
11.	Довжина найбільша L (м)	202
12.	Довжина між перпендикулярами L _{PP}	191
13.	Ширина найбільша B (м)	32,2
14.	Висота борту до верхньої палуби H (м)	19,4
15.	Найбільша осідання T (м)	13,523
16.	Осадка T (м) в повному вантажу и порожньому	4,08 м. 13,52
17.	Водотоннажність (т) в повному вантажу Δ порожньому Δ_0	49564 т. 12677 т.
18.	Повна вантажопідйомність Δ_w (т)	36887
19.	Головний двигун: тип: потужність: частота обертання:	AESA MAN B & W. Тип: 7S70 MC. Потужність: 26740 к.с.
20.	Режим роботи головного двигуна	«Full sea ahead»: 88% – 20,0 вуз. «Full ahead»: 69% – 15,0 вуз. «Half ahead»: 55% – 13,0 вуз. «Slow ahead»: 38% – 9,6 вуз. «Dead slow ahead»: 30% – 6,5 вуз. «Dead slow astern»: 30% – 2,0 вуз. «Slow astern»: 39% – 4,0 вуз. «Half astern»: 56% – 6,0 вуз.
21.	Швидкість судна	20
22.	Гребний гвинт:	

	Кількість лопастей: Діаметр та крок гвинта (м) Дискове відношення: Напрямок обертання:	4 фіксованого кроку, правого обертання правий
23.	Тип руля і площа його пера (м ²)	Напівбалансірне/ 40
24.	Тип стернової машини: Підрулюючий пристрій:	Електрогідравлічна Natlара Make, R4ST500. Потужність: 1100 кВт
25.	Суднова радіостанція: Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району А3 та включає в себе:	за вимогами району А3 включає: 2 VHF (DSC), MF / HF, NAVTEX (EGC), EPIRB, 2 SART, 3 VHF Portable, Inmarsat-C.
26.	Валова реєстрова місткість (GRT)	30971
27.	Чиста реєстрова місткість (NRT)	14641
28.	Добова витрата палива: На ходу: важке паливо (HFO) На стоянці: дизельне паливо (DO)	72 т HFO, 3,2 т of DO. 3,2 т of DO
29.	Координати центру мас порожнього судна	Z = 13.40 м; X = -15.52 м.

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики

Схематичний план бокового вигляду судна, а також план верхньої палуби судна приведено на рис. 1.1 та 1.2.

[illegible]

Рисунок 1.2 - План верхньої палуби

Вантажна шкала представлена на рис.1.3.

Також в доповненні до вантажною шкалою нижче зведені всі дані у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Вантажна шкала судна

Водотоннажність, т	Вантажопідйомність, т	Осадка, м	Число тон на 1 см осадки, т\см	Момент диферентуючий на 1 м, тм
49.564	37.011	12,52	52.85	650,0
46.800	34.300	12,0	51,50	608,0
41.800	29.300	11,0	48,65	527,0
37.100	24.600	10,0	46,40	470,0
32.400	20.000	9,0	44,25	425,0
28.200	15.800	8,0	42,56	394,0
24.000	11.500	7,0	41,15	372,5
19.950	7.400	6,0	39.75	351,5
16.050	3.500	5,0	38,27	332
12.553	0	4,08	36,78	312

1.3 Маневрені характеристики

Якірний пристрій

Якірний пристрій складається з 2 електричних лебідок комбінованого типу; брашпиль/швартовна лебідка MW160EA/CU76K3. Тип: Aquamaster Rauma.

Характеристики: 16 тон на 18 м, максимальне навантаження 200 тон.

Два стопора якірного ланцюга, тип RS 70-84.

Якірний ланцюг: тип: КЗ; калібр: 76мм.

Якоря: маса: 9300 кг кожен; 1 запасний.

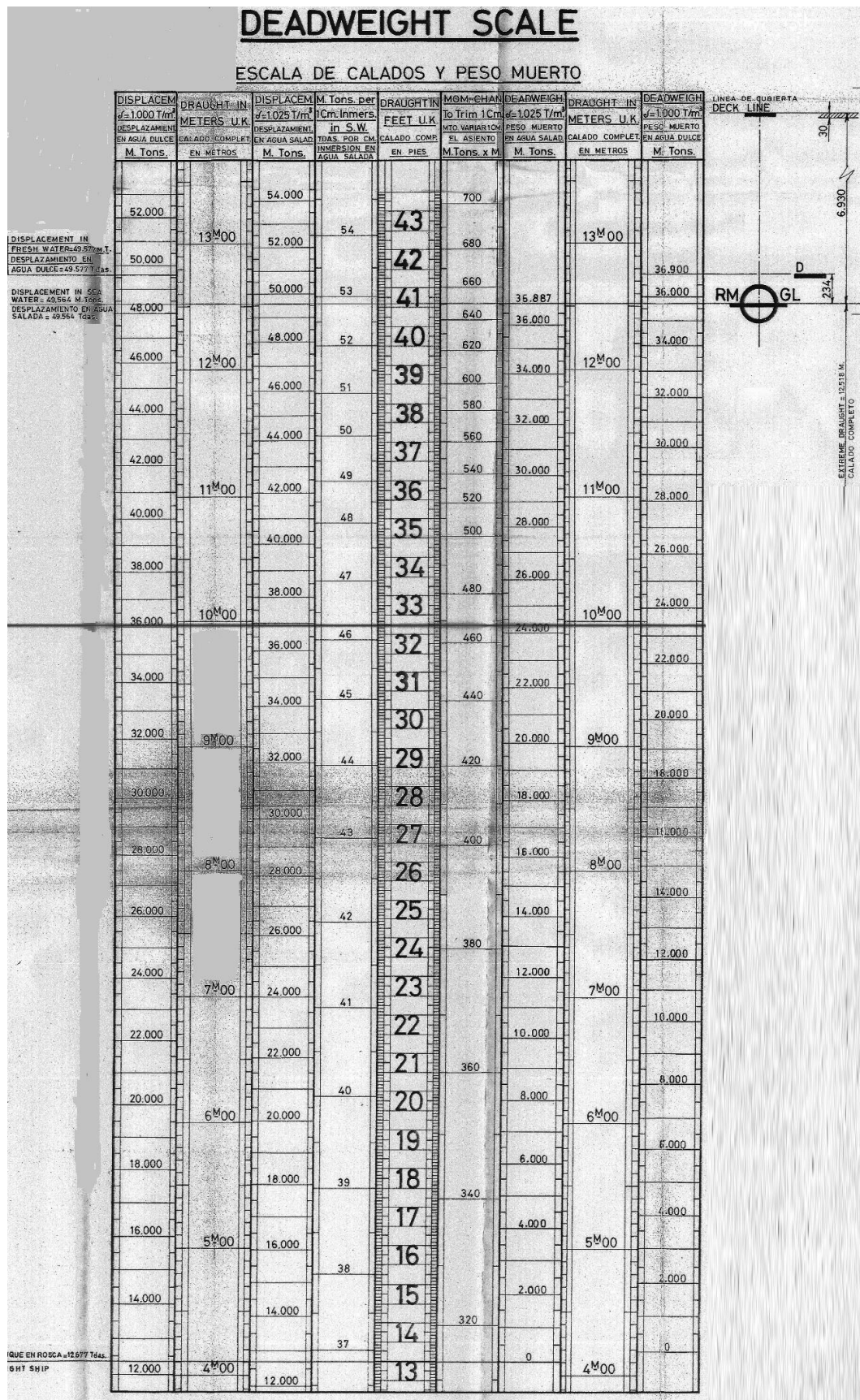


Рисунок 1.3 – Вантажна шкала

Рульовий пристрій

Електрогідравлічний рульовий пристрій, Natlapa Make. Тип R4ST500 з двома циліндрами і 2 насосами потужністю 1100 кН*м. Допоміжний рульовий пристрій з електроприводом ULSTEIN, тип 374-TV-C, потужністю 1100 кВт.

Дані про маневрені характеристики, дані по якірному ланцюгу, по роботі рульового пристрою, збільшення осадки та інш. представлені на рис. 1.4 – "Wheelhouse poster".

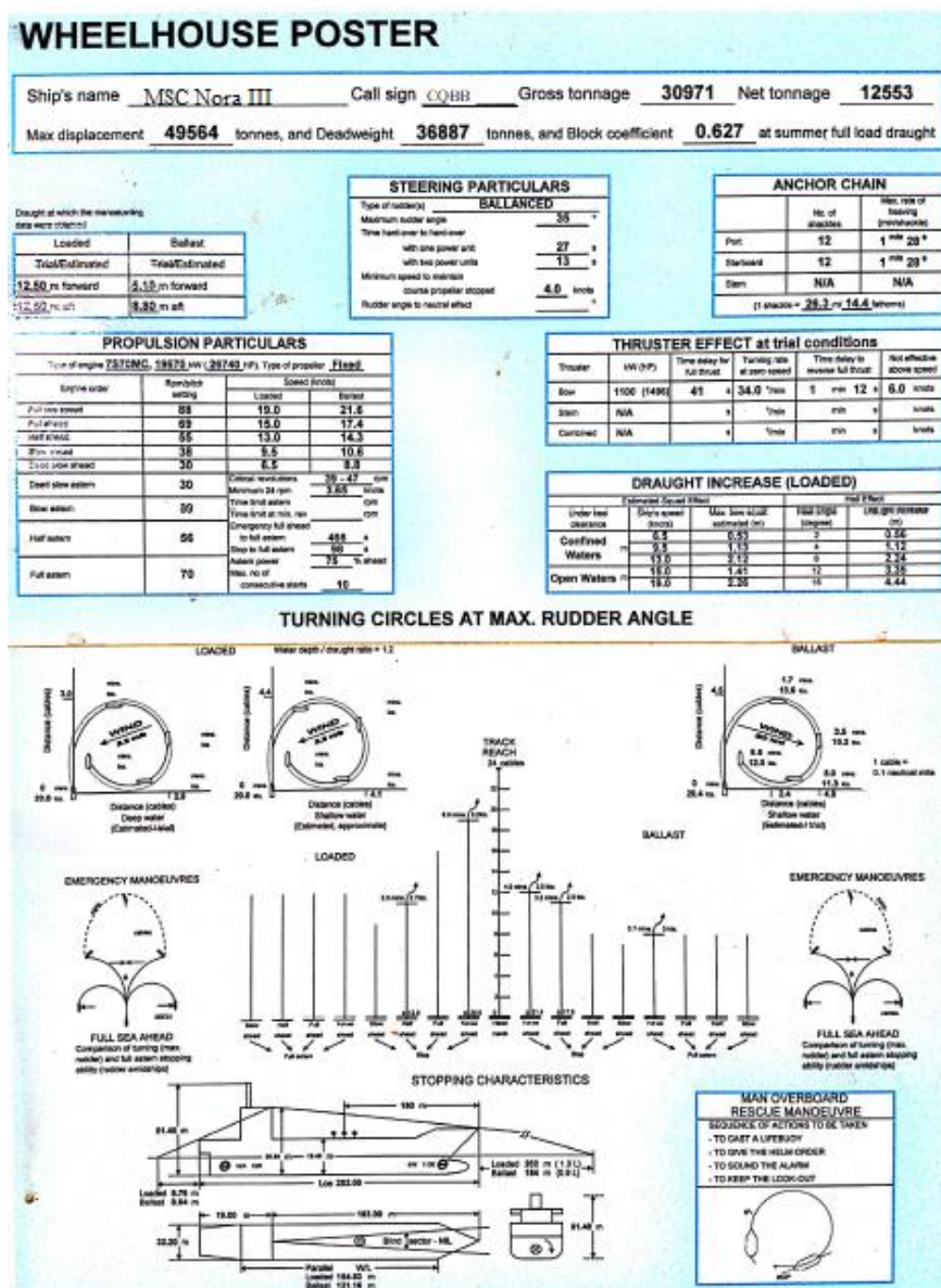


Рисунок 1.4 – "Wheelhouse poster"

Дані про гальмівний шлях - Stopping characteristics - наведені на рис.1.5 у вигляді таблиць, складених для стану судна в вантажу і в баласті, згідно рекомендацій ІМО.

Лоцманська картка розглянутого судна наведена на рис. 1.6 "Pilot Card".

1.5 Навігаційне обладнання

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

Таблиця 1.5. Технічні засоби навігації

Прилад, система	Тип, марка	К-сть	Рік випуску	Місце встановлення
Магнітний компас	Sperry	1	1989	Верхній місток
Гірокомпас	Sperry MK 37	1	1993	Ходовий місток
Радіолокатор (САРП)	Sperry Marine USA	2	1997	Ходовий місток
Ехолот	Simrad	1	1995	Ходовий місток
Лаг	Sperry	1	1992	Ходовий місток
ПИ СНС	Shipmate CP32 GPS	1	1999	Ходовий місток
ПИ СНС	Navigator MK10 DGPS	1	2000	Ходовий місток
АІС	Furuno FA150	1	2000	Ходовий місток

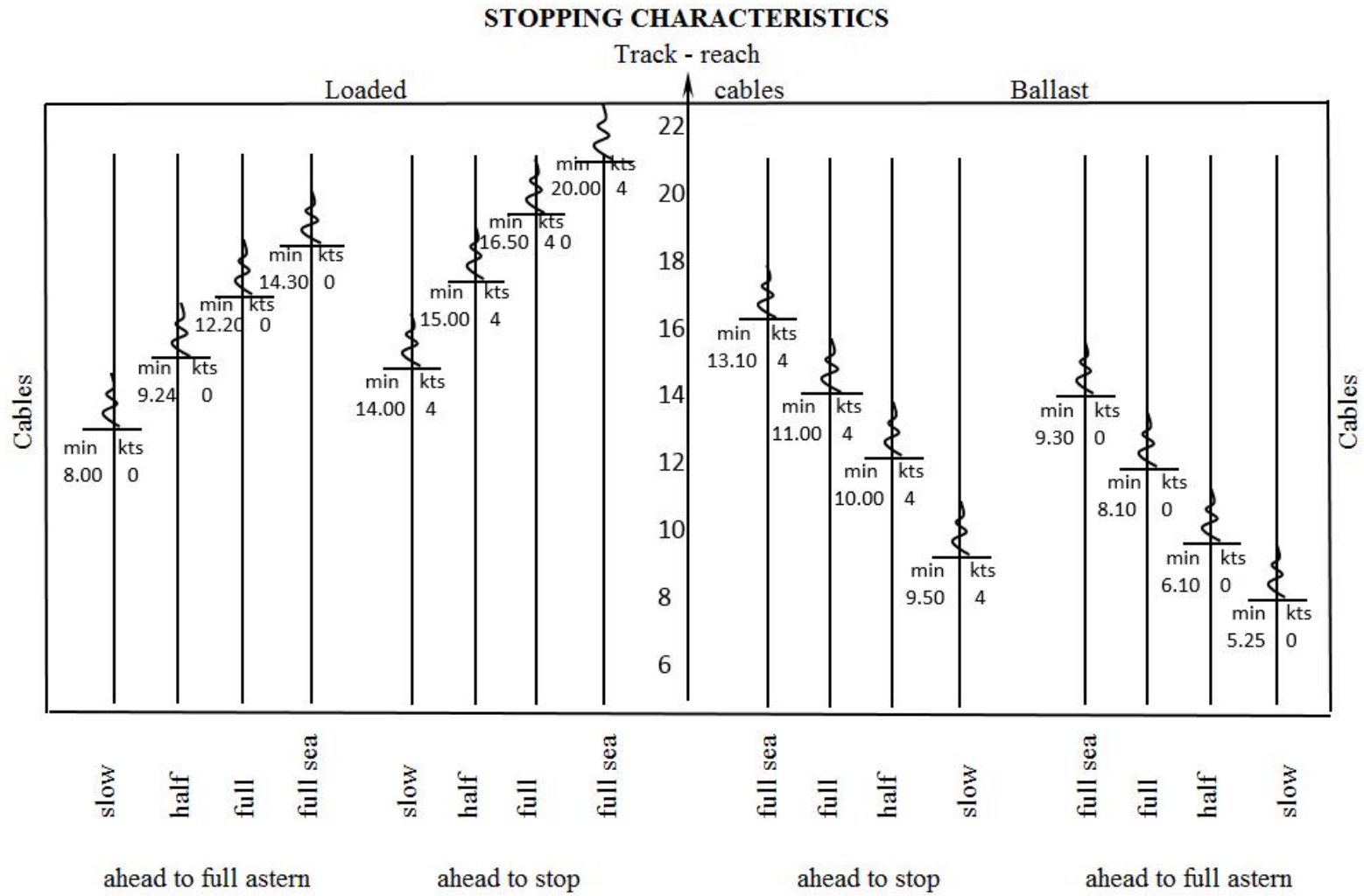


Рисунок 1.5 – Stopping characteristics (характеристики гальмування)

PILOT CARD - MASTER/PILOT EXCHANGE INFORMATION

Ship's name : MSC Nora III Port: Salalah Departure Date: _____

Call Sign CQBB Year built : 2006 Summer DWT: 42317 mt

Summer Displ.: 54 994 mt

Draught a Aft 9,88 m 32 ft 5 in, Forward 8,31 m 27 ft 3 in,

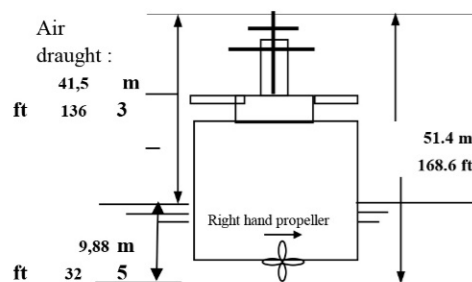
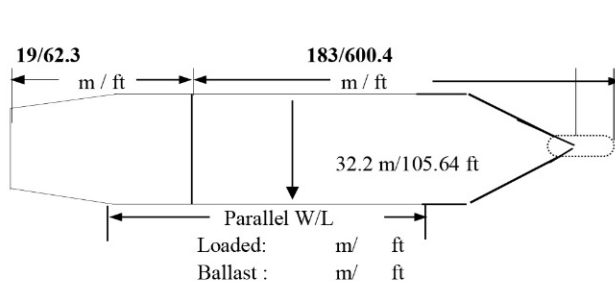
DISPL 35319,8 mt AIR DRAFT 41,52 m 136 ft 3 in, GROSS TONNAGE 30971mt

SHIP'S PARTICULARS

Length overall 202 m, Anchor chain:Port 12 shackles, Starboard 12 shackles

Breadth 32,2 m, Stern - shackles,

Bulbus bow : YES (1 Shackle = 26,3 m/ 14,4 fathoms)



Type of engine	<u>MAN B&W 7S70 MC DIESEL</u> Maximum power <u>19670</u> kW (<u>26740</u> HP)		
Manoeuvring engine order	Rpm / pitch	Speed (knots)	
		Loaded	Ballast
Full ahead	69	15	15
Half ahead	55	13	13
Slow ahead	38	9,6	9,6
Dead slow ahead	30	6.5	6.5
Dead slow astern	30	Time limit astern _____ -	
Slow astern	38	Full ahead to full stern _____ s	
Half astern	55	Max. no of consec. starts 10	
Full astern	69	Minimum RPM 30	6.5 kn
		Astern power 75 % ahead	

Note: To reverse the engine speed must be less than 6.0 kn ahead/ 3.0 kn astern

Master of mv Rio Grande

Pilot Name and Acknowledgement, please

Рисунок 1.6 – “Pilot Card”

Виконана в масштабі, схема розташування ТЗН і пультів на ходовому містку (вид зверху), представлена на рис 1.8.

Точнісні характеристики наявних на судні ТЗН представлені в таблиці 1.6.

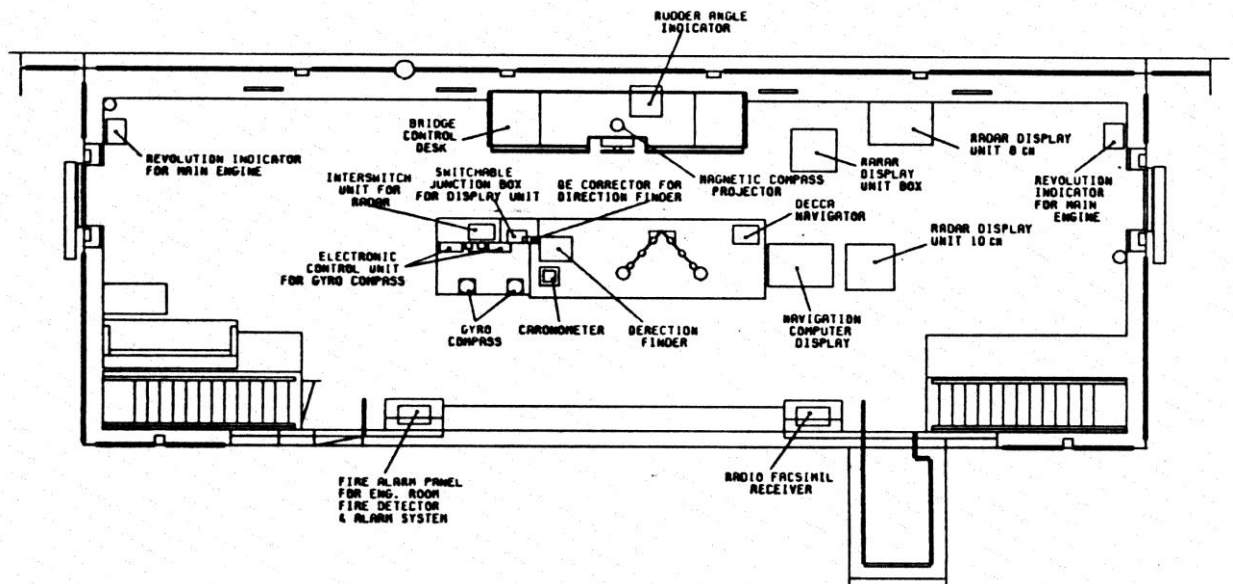


Рисунок 1.6 – Схема розташування ТЗН і пультів на ходовому містку

Таблиця 1.6 – Точнісні характеристики технічних засобів навігації

Тип, марка ТЗН	Умови	Вимірювані навігаційні параметри	СКП одного виміру	Модуль градієнта параметра
Магнітний компас Sperry	пеленгатор	Пеленг/курс	1.5°	57.3°/ Д
Гірокомпас Sperry MK 37	рухоме судно / пеленгатор	пеленг	0.7°	57.3°/ Д
Радіолокатор (САРП) Sperry Marine USA	електронний візор шкала 4м шкали 8-72	пеленг дистанція	1.1° 1.0 % від Д 0.6 % від Д	57.3°/ Д 1
ПН СНС Navigator MK10		широта довгота	0.01' 0.02'	1 1 / cos φ
ПН СНС Simrad Shipmate CP32D B/W		широта довгота	0.01' 0.02'	1 cos φ

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

Загальні вимоги щодо планування переходу містяться в наступних документах:

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

Вимоги кодексу з підготовки і дипломування моряків та несення вахти (ПДНВ-78/95) в розділі А-VIII/2, частина 2, сформульовані наступним чином:

1. Майбутній рейс повинен плануватися заздалегідь, беручи до уваги всю наявну до цього інформацію;
2. Старший механік повинен, проконсультувавшись з капітаном, визначити заздалегідь потреби майбутнього рейсу, беручи до уваги потреби в паливі, воді, мастильних матеріалах, хімікатах, витратних та інших запасних частинах, інструментах, запаси і інших вимог;
3. До початку кожного рейсу капітан кожного судна повинен забезпечити, щоб передбачуваний шлях з порту відходу до першого порту заходження планувався, використовуючи правильно підібрані відповідні карти та інші навігаційні посібники, необхідні для майбутнього рейсу, містять точну повну і скориговану інформацію щодо тих навігаційних обмежень і небезпек, які мають постійний або передбачуваний характер, і які мають відношення до безпеки

плавання суден;

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

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

Планування переходу та його виконання включає в себе послідовні фази:

I. Appraisal (Оцінка).

II. Planning (Планування).

III. Execution (Виконання).

IV. Monitoring (Контроль).

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

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

- Каталог карт і книг (Catalogue of Admiralty Charts and Publications NP131);
- Океанські шляхи світу (Ocean Passage For the World) – містить відомості про особливості кліматичних районів світу, про системах океанських течій;
- Маршрутні і лоцманські довідкові карти;
- Лоції (Pilot Books, Sailing Directions);
- Перелік вогнів і туманних сигналів (Admiralty List of Lights and Fog Signals);
- Таблиці припливів (Tide Tables);
- Сповідження мореплавцям (Notices to Mariners);
- Інформація про радіосигналах (Radio Signal Information);
- Радіонавігаційні та місцеві попередження (Radio and Local Warnings);
- NAVTEX

- Посадка і остійність судна (Draft and Stability of Ship).

Планування переходу складається з трьох етапів: трансокеанський перехід і відкриті морські води; прибережні води і узкості; ділянки лоцманської проводки.

При плануванні трансокеанського переходу обирають шлях з урахуванням оцінки майбутніх метеорологічних умов (клімату, погоди) за багаторічними даними, а також з урахуванням фактичної погоди та її прогнозу.

Прибережне плавання і плавання в обмежених водах потребує значно більшої уваги. Шлях вибирають в стороні від небезпек з урахуванням систем поділу руху.

При плануванні плавання на ділянках лоцманської проводки необхідно враховувати маневрені елементи свого судна, співвідношення опади і глибини під кілем, збільшення опади від швидкості і від крену на повороті, зміна швидкості необхідне для встановлення часу проходу, коли можуть виникнути обмеження при підході вночі або в залежності від висоти припливу.

При виконанні переходу головним завданням є контроль за безпечним плаванням судна за маршрутом, вказаним попередньої прокладкою шляхом безперервного ведення виконавчої прокладки. Виконавча прокладка полягає у веденні числення шляху судна на картах, визначенні місця судна, періодичною корекцією обсерваціями числення шляху, нанесенні на карту счислимих і обсервованих місць судна.

2.2 Оцінка запланованого переходу

Приведемо конкретну інформацію, що відноситься до опрацьовуваного переходу, що відповідає етапу "Passage Plan Appraisal". Для цього проведемо підбір навігаційних і допоміжних карт, посібників і публікацій на заданий перехід по Каталогі Адміралтейських карт і публікацій (Catalogue of Admiralty Charts and Publications) щорічно видаваних Гідрографією Великобританії [6].

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	4071	Indian Ocean – Northern Part	07. 2021
	4705	Arabian Sea	07. 2011
	4701	Maputo to Muqdisho (Mogadiscio)	01. 2022
	4703	Gulf of Aden to the Maldives and Seychelles Group	07. 2020
Путьові, часні карти и плани	2896	Port Salalah and Approaches	05. 2019
	2895	Outer Approaches to Port Salalah	08. 2018
	3784	Ra's Al Kalb to Ra's Mirbat	04. 2012
	2964	Gulf of Aden and Approaches	01.2018
	2949	Mtwara to Lamu	07.2020
	2968	Lamu to Cadale(Itala)	04.2023
	2969	Cadale (Itala) to Raas Xaafuun	07.2003
	3361	Pemba Island to Lamu	08.2002
	616	Approaches to Port Mombasa	03. 1992
	666	Port Mombasa including Port Kilindini	02. 2022
Допоміжні карти	5102	Mooring and Manoeuvring Board	2005
	5126(02)	Indian Ocean Routeing Chart	1998
	Q6099	Anti-piracy planning chart - Red Sea, Gulf of Aden	2014
	D.6083	The Word - Load Line Regulations - Zones, Areas and Seasonal Periods	2011
	5006	The World - Time Zone Chart	2016
	5307	The World - Main Ocean Routes : Power Vessels	2015
	5310	The World - General Surface Current Distribution	1995
	5000	Azimuth Diagram - modified Weir(Lat. 0° to 65°)	1998

Таблиця 2.2 – Перелік публікацій на перехід

NP No	TITLE
SAILING DIRECTIONS	
3	Admiralty Sailing Direction - Africa Pilot , Vol.3
64	Admiralty Sailing Direction - Red Sea and Gulf of Aden Pilot, Vol.1
ADMIRALTY LIST OF LIGHTS AND FOG SIGNALS	
77	Eastern Atlantic Ocean, Western Indian Ocean and Arabian Sea
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(4)	Part 4, Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations: Asia and Australasia
286(3)	Part 3, Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations: Mediterranean and Africa (incl. Persian Gulf)
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 2016 - 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 гідрометеорологічних карт.

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

Таблиця 2.3 - Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

N з/п	Радіо станція	Позначення і межі карти	Зміст передачі	Час передачі
1	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	0011(18) 0634(06) 1820(12) 0130(18) 0834(00) 1324(06) 2040(12)
2	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 Prognosis	0630(12) 0730(12) 1100(00)

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	Індійський океан (Арабське море)	IX	Muscat [M]	Oman

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	Salalah Pilots & Port	VHF	69, 72 16,	Approach, berthing, unberthing. Cargo Operations Ch16 H24
2	Mombasa Pilots and Port	VHF	16; 12; 13; 09	Call sign, name of ship, IMO number, Next port of Call, ETA, LOA, Draught

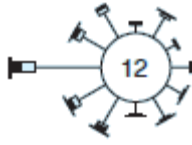
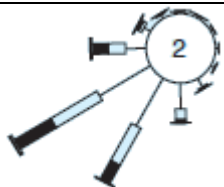
На підставі аналізу підібраних і відкоригованих матеріалів робимо висновок про те, що інформаційного забезпечення для безпечного плавання на переході досить.

2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

Аналіз гідрометеорологічних умов по маршруту плавання виконується за період (місяць) переходу, що проробляється. Для цього використовуються середні багаторічні дані, які наведені в Атласах океанів, кліматологічних, гідрографічних і океанографічних посібниках, Pilot Chart (Інтернет-сайт

www.passageweather.com). Для опису гідрометеорологічних умов необхідно перехід розбити на ділянки (три і більше) в залежності від відстані між портами. Необхідні данні вносимо в таблиці 2.6, 2.7.

Таблиця 2.6. - Атмосферний тиск і розшифровка «роз вітрів»

Характеристики за ділянками	Порт Салалах			Сомалійське узбережжя			Порт Момбаса		
Атмосферний тиск, гПа	1018			1014			1010		
Вітер									
Направлення вітру	Повторюваність вітру, %			Повторюваність вітру, %			Повторюваність вітру, %		
	Сумарна	11-15 м/с	>16 м/с	Сумарна	11-15 м/с	>16 м/с	Сумарна	11-15 м/с	>16 м/с
N	28	4	2	1	-	-	4	-	-
NE	26	12	6	4	-	-	7	-	2
E	16	2	-	3	-	-	7	-	-
SE	7	-	-	4	-	-	14	-	-
S	3	4	-	2	-	-	25	1	-
SW	3	-	-	26	5	1	24	1	-
W	6	5	2	38	9	1	10	2	-
NW	10	3	2	22	7	1	5	-	-
Результуючий вітер	направлення, у румбах		NE	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, %	50			55			65		

Таблиця 2.7. - Видимість, водний і тепловий режими атмосфери, гідрологічні характеристики

Характеристики за ділянками		Оманська затока	Індійський океан	Сінгапур
Температура повітря, °C		35	32	33
Температура води, °C		26	24	27
Відносна вологість, %		83	78	82
Повторюваність туманів, %		1	1	1
Видимість менше 2 міль		-	-	1
Хмарність, бали		4	5	5
Солоність води, ‰		37	35	35
Щільність води, г/см ³ (або кг/м ³)		1,026	1.025	1.025
Постійні течії	назва	-	Екваторіальне	
	термодинамічна характеристика	тепле	тепле	тепле
	направлення	SW	E	SW
	швидкість, вузл.	1-2	1	1-2
	стійкість	50-75	50	50-75
Швидкість припливних течій, вузл.		0,5	0,5	1
Висота хвиль, м	середня	2	3	3
	максимальна	3	4	4
Період хвиль, с		5	6	6

2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні

Порт Салалах (Salalah) (54° 04' N, 016° 55' E) - це глибоководний порт розташований на південному узбережжі Омана, в північній частині Індійського океану в Аравійському морі.

Підхід до порту повинен здійснюватися зі сходу, так як на північ від східного підходу розташована заборонена зона в районі Палацу Султана, і є мілководді північніше підхідного каналу. Рекомендує підходити до фарватерної буя по створу курсом 267, після проходу фарватерної буя йти по створу вогнів

234 градусів. Усі судна, які підходять до порту із заходу необхідно триматися далі від берега, особливо в нічний час.

Порт огорожений хвилерізом протяжністю 5 кабельтових, розташований в південно-східній частині порту.

Порт Салалах є одним з найважливіших портів Омана і даного регіону. Порт ділиться на кілька районів. Межі порту показані на картах.

Лоцмана. Лоцманська проводка обов'язкова для суден, що входять в порт і виходять з нього, а також при перестановках всередині порту. Вночі вхід у порт не вирішено, за винятком випадків крайньої необхідності. У порту є два лоцманських катери. Посадка лоцмана здійснюється в точці, розташованій в 1 милі східніше фарватерної буя.

Портові засоби та обладнання. У порту є два буксири, обладнаних протипожежними і рятувальними засобами. Усі причали обладнані сучасними кранами. На набережних і причалах є велика кількість складів.

Ремонт. У порту може бути здійснено ремонт корпусу судна і МВ.

У порту розташовані причали для обробки генеральних, насипних, навалювальних, наливних, ро-ро та контейнерних вантажів. Контейнерний термінал обладнаний 17 спеціальними кранами навантажувачами і всіма необхідними перевантажувальними засобами.

Бункерування може бути проведена в порту або на якірній стоянці з бункерувальника.

Дератизація може бути проведена в порту.

Навігаційна інформація. У порту є служба портової інформації.

Якірна стоянка

На рейді порту розташовано 3 зони якірної стоянки:

А. Як правило, для невеликих суден або суден, які очікують стоянку протягом короткого час прибуття.

В. У зазвичай використовуються вантажних суден для довгострокового перебування.

С. Зазвичай використовується для танкерів.

Необхідні документи на прихід/відхід:

1 Application for Discharge Permit

2 Bonded Stores Lists

Cargo Gear Book

2 Crew Effects Declarations

Classification Certificate

5 Crew Lists

5 Passenger Lists (if any)

2 Stores Lists

2 Stowage Plans

Vaccination Certificates

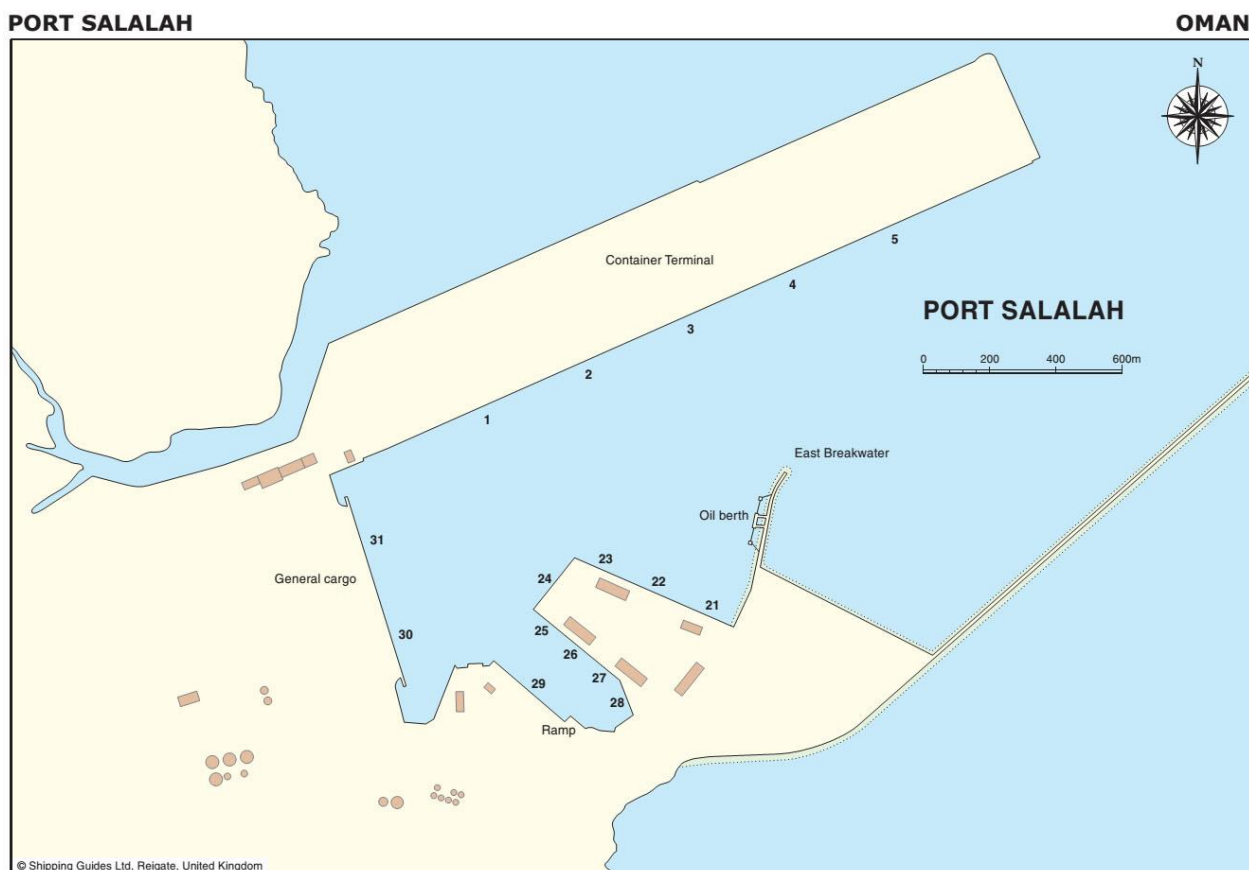


Рисунок 2.1 - План порту Салалах

Порт Момбаса (Mombasa) (04 ° 04 'S 039 ° 40' E) розташований на західному узбережжі Кенії

Момбаса є природним портом і дуже добре захищений, де навігація повинна проводитися з особливою ретельністю і точністю. У порт недавно

вироблялися гідрографічні роботи з розширення і поглиблення судноплавного проходу. На даний момент в порт можуть заходити судна довжиною до 335 м. Карта порту ВА № 666 досить добре описує умови плавання і відповідає всім необхідним вимоги до безпечний проходу в порт. Підходи до Момбасі небудь з півночі або півдня повинні проводиться особливою обережністю, оскільки на південному заході рифа Андромаха рифа і північному сході рифа Левін розташовано багато мілін, всі вони не виявляються в повну воду, представляють загрозу для навігації. Слід також приділяти велику увагу Східно Африканському течією, Сомалійська течія, яке спрямоване на північ і досягає 4,5 вузлів з квітня по листопад потім знижується до 1,5 вузлів в лютому. Наполегливо рекомендується, не підходити до поворотного буя без лоцмана ближче 1,5 милі, щоб лоцман міг оцінити величину дрейфу судна до поворотного буя. Необхідно очікувати лоцмана чітко в зазначеній точці на карті. Підходити до поворотного буя необхідно курсом 301° використовую створні вогні для контролю положення, після обігнувши поворотний буй, в районі на південь від Ras Serani необхідно зробити різкий поворот на захід, щоб продовжити слідувати на курсі 238° . У цьому районі діють приливні течії. Мілководді позначено буєм. Йдучи курсом 238° судно наближається до вузькому проходу в порт, шириною близько 183м. Ця ділянка з півночі позначений фарватерної буєм і маяком на південній стороні. Ця ділянка необхідно проходити курсом 90° . Після Ras Mzimba, судну рекомендується лягти на курс 310° , і йти до входу в Port Kilindini цим курсом. Після цієї ділянки, навігація до причалу не має складнощів. Після Ras Serani до входу в порт приливні течії працюють в тому ж напрямку, як і канал. Мілководді в акваторії порту позначені буями. Слід враховувати, що деякі створні вогні можуть бути погано видно через рослинності.

Лоцманська проводка обов'язкова. Лоцманський трап 1.8 метра від води. Координати лоцманської станції $04^{\circ} 06' 12'' \text{S}$ $039^{\circ} 42' 12'' \text{E}$

У порту є буксира. Всі причали обладнані необхідним вантажним обладнанням.

У порту розташовані контейнерний, наливний, насипний / навалювальний, ро-ро термінали. Контейнерний термінал обладнаний 5 спеціалізованими кранами навантажувачами.

Територія порту розпорядженні великими площами для зберігання вантажів.

У порту можна здійснити ремонт, отримати постачання, поповнити запаси провізії, призвести бункіровку паливом і водою.

Необхідні документи на прихід / відхід:

Arrival Declaration for Passengers (landing only) (Form F1)

Arrival & Sailing Reports (Agency forms)

Crew Declarations (Form C8)

4 Crew Lists

4 Landing Passenger Lists

Maritime Declaration of Health (Form Med-284)

4 Passenger in Transit Lists

Port Health Clearance of Ships (Form GPK-160)

Ship's Record & Master's Report (Form KPA/Rev. 92) (to Pilot)

Ship's Register (copy)

Shore Passes (company forms)

Stores List (Form C7)

Vaccination Lists.

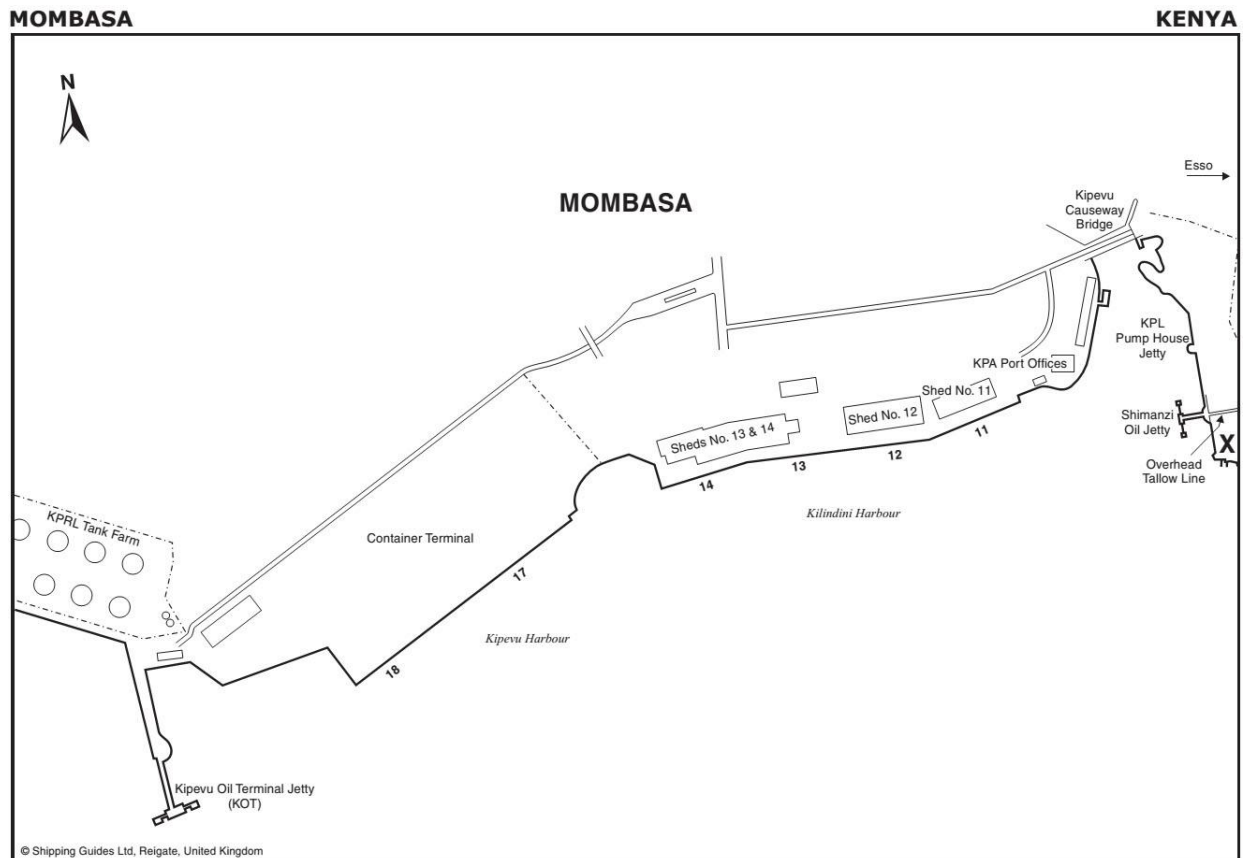


Рисунок 2.2 - План порту Момбаса

Таблиця 2.8 - Засоби навігаційного обладнання

N п/п	Назва	Координати φ λ	Діяльність видимості милі	Характерис тики
1	Cannon Point	03°57,6`S 039°45,8`E	15	FL(4) 10s
2	Ras Serani	04°04,2`S 039°40,8`E	12	Q 1,0s

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 най вигідного 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 екіпажу, 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 най вигідного 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: λ_0 - довгота точки перетину з екватором, k_0 - курс в цій точці.

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\lambda_n - \lambda_k}{2} - \lambda_0\right) = \operatorname{tg}\frac{\lambda_n - \lambda_k}{2} \times \sin(\varphi_n + \varphi_k) \times \operatorname{cosec}(\varphi_n - \varphi_k)$$

де: $(\lambda_n - \lambda_k)$ и $(\varphi_n + \varphi_k)$ - координати точок приходу і відходу.

Курс обчислюється за формулою:

$$\operatorname{ctg} k_0 = \operatorname{tg} \varphi_n \times \operatorname{cosec}(\lambda_n - \lambda_0)$$

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:

$$tg_i = \sin(\lambda_i - \lambda_0) \times ctgk_0$$

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.

Даний рейс не містить трансокеанський перехід, для прикладу виконаємо розрахунок між довільними точками в Індійському океані. Задаємося відповідними координатами:

$$\varphi_n = 34^\circ 59,0' S;$$

$$\varphi_k = 6^\circ 18,0' N;$$

$$\lambda_n = 39^\circ 48,0' E;$$

$$\lambda_k = 94^\circ 57,0' E.$$

Таблиця 2.9 – 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:

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

де $D = 3977$ милі.

Доцільність плавання по ортодромії дорівнює:

$$\Delta S = S_{\lambda} - D = 3989 - 3977 = 12 \text{ миль или при } V_c = 14 \text{ узл} \Rightarrow \Delta t = 0,9 \text{ часа.}$$

Плавання по ортодромії не вигідно.

Виконаємо розрахунок плавання по ортодромії:

Таблиця 2.10 - Курси та 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 в додатку 1.

2.3.3 Графічний план переходу

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

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

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

По широті місця судна φ і схиленню Сонця δ на моменти його сходу і заходу по формулі $\tan A$ розрахуємо азимути Сонця (Z) при сході і заході, які також внесемо до 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 2.11 приведено елементи освітленості на початок, середину та кінець рейсу.

Таблиця 2.11 – Елементи освітленості

Дата	Початок навігації. сутіноків	Сонце				кінець Нав. сутіноків	Луна		
		Схід		Захід			Схід, Тс	Вік, дні	Захід, Тс
		Тс	А	Тс	А				
01/02	06.05	06.54	108	18.18	252	19.08	23.00	19	10.10
02/02	05.55	06.42	107	18.25	253	19.12	23.47	20	10.53
05/02	05.51	06.53	107	18.34	253	18.26	01.08	23	13.49
06/02	05.53	06.55	107	18.32	252	19.14	02.23	24	15.04

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, які викликані приливоутворюючими силами. Приливами називають приливні коливання рівня моря — висота поверхні моря, вільна від впливу вітрових хвиль і брижів і вимірюваною відносно умовного горизонту(нуль рівняного посту).

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: приливоутворюючими силами Місяця і Сонця(приливні коливання); вітрами, що періодично змінюються; річним ходом опадів; випаром; стоком континентальних вод(сезонні коливання) та ін. Випадкові коливання рівня відбуваються під впливом вітру, що неперіодично змінюється, від різкої зміни атмосферного тиску.

Загальна характеристика приливних явищ для 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.

Розрахуємо час і висоту повних і малих вод

Порт Салалах є додатковим портом, основний порт - Султан Кабус. Для порту Салалах розрахунки виробляємо на дату відходу 01.02.

Порта Момбаса є основним портом (у Admiralty Tide Tables Port Kilindini). Розрахунки виробляємо на дату приходу 06.02.

Занесемо результати розрахунків у таблицю 2.12 і побудуємо графіки (рис. 2.5, 2.6).

Таблиця 2.12 – Час настання повних і малих вод.

			Порт Салалах					
			01.02.25		01.02.25		01.02.25	
			тм	һм	тп	һп	тм	һм
Основний порт			06:54	1,0	12:41	2,4	18:30	1,2
Сезонна поправка				0,0		0,0		0,0
Основний пункт з сезонною поправки			06:54	1,0	12:41	2,4	18:30	1,2
Поправка для доп. порту			-00:26	-0,2	-00:27	-1,0	-00:58	-0,3
Сезонна поправка				0,0		0,0		0,0
Додатковий пункт з сезонною поправкою			06:28	0,8	12:14	1,4	17:32	0,9
			Порт Момбаса					
			06.02.25		06.02.25		06.02.25	
			тп	һп	тм	һм	тп	һп
Основний порт			00:09	2,7	07:08	1,1	13:11	2,2
Сезонна поправка				0,0		0,0		0,0
Основний пункт з сезонною поправки			00:09	2,7	07:08	1,1	13:11	2,2

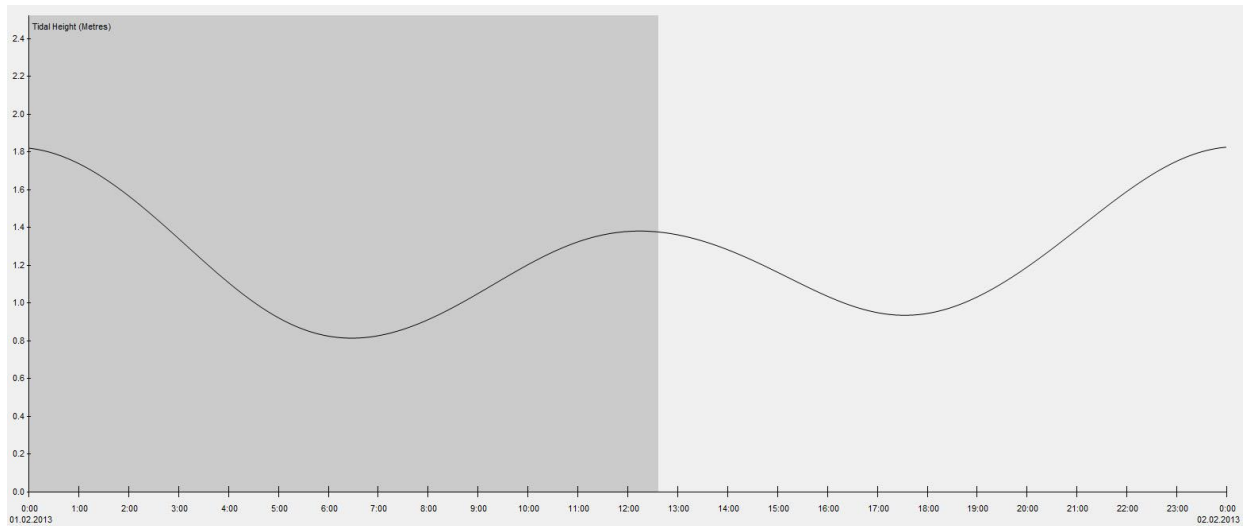


Рисунок 2.5 - Графік повної і малої води для порту Салалах

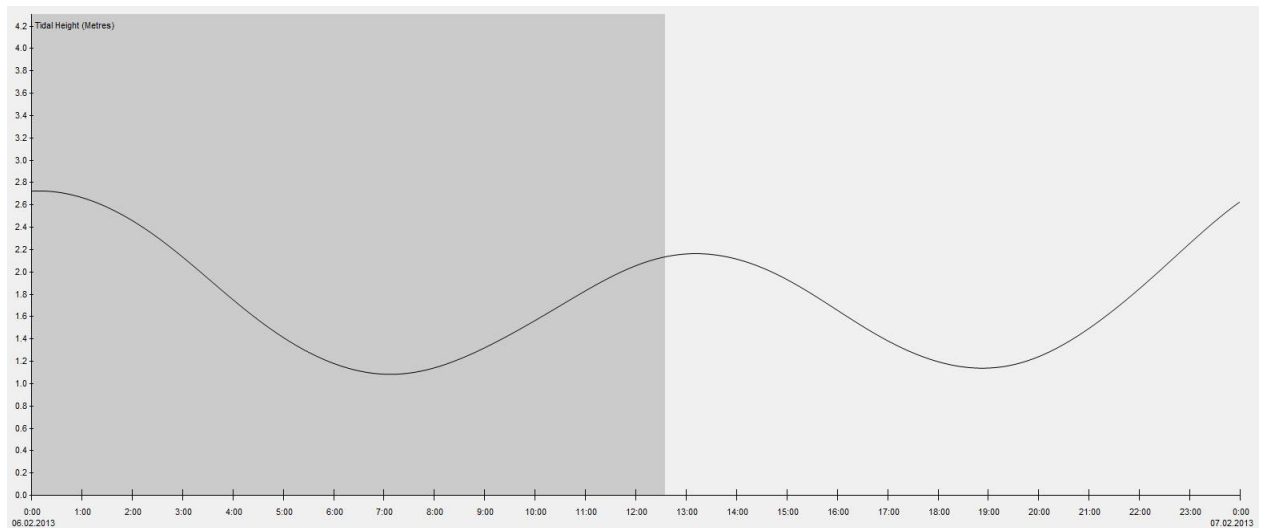


Рисунок 2.6 - Графік повної і малої води для порту Момбаса

2.4 Висновки

Перехід із порту Салалах до порту Момбаса проходить уздовж африканського узбережжя через Індійський океан. У процесі опрацювання навігаційного переходу були обрані безпечні курси плавання відповідно до пори року. Загальна протяжність переходу склала 1816,48 миль; час виходу з порту Салалах 01/02/25 о 12:00 за місцевим часом; час приходу в порт Момбаса 06/02/25 о 07:30. Тривалість переходу 4 доби 20 годин. Запропонований шлях судна є економічним і безпечним з точки зору навігації маршрутом для даного переходу.

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1. Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

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

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

Таблиця 4.1 – Розподіл запасів на відхід

Найменування цистерн	Міст- кість, т	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо $\rho = 0,990 \text{ т/м}^3$						
FO Storage Tank P.	420,68	250	57,997	12,414	14499	3104
FO Storage Tank S.	301,05	185	57,982	13,200	10727	2442
FO Storage Tank P.	1079,46	385	-1,192	9,880	-459	3804
FO Storage Tank S.	888,32	320	-1,285	9,921	-411	3175
FO Daily Serv. Tank P.	105,58	96,2	-72,222	16,662	-6948	1603
FO Settling Tank P.	115,51	105,2	-67,500	16,662	-7101	1753
FO Settling Tank P.	77,01	70,1	-63,500	16,662	-4451	1168
Всього моторного палива		1411,5			5856	17049
Дизельне паливо $\rho = 0,850 \text{ т/м}^3$						
DO Storage Tank P.	101,01	35	-85,691	15,872	-2999	556
DO Daily Serv. Tank P.	39,69	29	-78,796	17,011	-2285	493
DO Settling Tank P.	55,46	52,5	-82,298	17,136	-4321	900
Всього дизельного палива		116,5			-9605	1949
Мастило $\rho = 0,900 \text{ т/м}^3$						
LO Storage Tank St.	16,70	6,0	-69,300	16,662	-416	100

Продовження табл.4.1

1	2	3	4	5	6	7
LO Storage Tank St.	16,70	6,8	-68,100	16,662	-463	113
Cyl. LO Stor. Tank St.	16,70	6,5	-66,900	16,662	-435	108
Cyl. LO Stor. Tank St.	16,70	3,7	-65,700	16,662	-243	62
M.E. LO Stor. Tank St.	22,28	9,3	-64,300	16,662	-598	155
M.E. LO Stor. Tank St.	22,28	8,9	-62,700	16,662	-558	148
Sump Oil Tank	34,23	13,4	-70,300	1,363	-942	18
Всього мастила		54,6			-3655	704
Вода $\rho = 1,000 \text{ т/м}^3$						
FW Storage Tank P.	106,06	80	-91,286	15,705	-7303	1256
FW Storage Tank S.	106,06	80	-91,286	15,705	-7303	1256
Всього води		160			-14606	2512
Інші танки						
Recir. Purif. Oil Tank P.	5,77	2,6	-71,123	10,628	-185	28
Purif. Sludge Tank	37,43	7,5	-63,886	10,622	-479	80
Stern Tube Refrig. FW	41,58	37,4	-86,173	3,460	-3223	129
Renovating Oil Tank	32,54	11,1	-68,568	0,548	-761	6
Recovery Oil Tank P.	4,85	1,6	-82,885	1,368	-133	2
Oily Water Tank	44,78	9,0	-79,319	1,508	-714	14
Overflow Tank P.	39,80	8,0	-67,114	1,673	-537	13
Irrecovery Oil Tank St.	20,14	4,6	-69,266	1,724	-319	8
Stuff. Box Oil Tank St.	14,93	3,4	-64,223	1,603	-218	5
Всього		85,2			-6569	285
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:		1827,8	-15,64	12,31	-28579	22499

Таблиця 4.2 – Розподіл запасів на прихід

Найменування цистерн	Міст- кість, т	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо $\rho = 0,99 \text{ т/м}^3$						
FO Storage Tank P.	420,68	150	57,997	12,414	8700	1862
FO Storage Tank S.	301,05	85	57,982	13,200	4928	1122
FO Storage Tank P.	1079,46	297,8	-1,192	9,880	-355	2942

Продовження табл.4.2

1	2	3	4	5	6	7
FO Storage Tank S.	888,32	240	-1,285	9,921	-308	2381
FO Daily Serv. Tank P.	105,58	96,2	-72,222	16,662	-6948	1603
FO Settling Tank P.	115,51	105,2	-67,500	16,662	-7101	1753
FO Settling Tank P.	77,01	70,1	-63,500	16,662	-4451	1168
Всього моторного палива		1044,3			-5535	12831
Дизельне паливо $\rho = 0,850 \text{ т/м}^3$						
DO Storage Tank P.	101,01	18,7	-85,691	15,872	-1602	297
DO Daily Serv. Tank P.	39,69	29	-78,796	17,011	-2285	493
DO Settling Tank P.	55,46	52,5	-82,298	17,136	-4321	900
Всього дизельного палива		100,2			-8208	1690
Мастило $\rho = 0,900 \text{ т/м}^3$						
LO Storage Tank St.	16,70	6,0	-69,300	16,662	-416	100
LO Storage Tank St.	16,70	6,8	-68,100	16,662	-463	113
Cyl. LO Stor. Tank St.	16,70	6,0	-66,900	16,662	-401	100
Cyl. LO Stor. Tank St.	16,70	3,7	-65,700	16,662	-243	62
M.E. LO Stor. Tank St.	22,28	8,8	-64,300	16,662	-566	147
M.E. LO Stor. Tank St.	22,28	8,4	-62,700	16,662	-527	140
Sump Oil Tank	34,23	13,4	-70,300	1,363	-942	18
Всього мастила:		53,1			-3558	680
Вода $\rho = 1,000 \text{ т/м}^3$						
FW Storage Tank P.	106,06	59,6	-91,286	15,705	-5441	936
FW Storage Tank S.	106,06	59,6	-91,286	15,705	-5441	936
Всього води:		119,2			-10882	1872
Інші танки						
Recir. Purif. Oil Tank P.	5,77	2,6	-71,123	10,628	-185	28
Purif. Sludge Tank	37,43	7,5	-63,886	10,622	-479	80
Stern Tube Refrig. FW	41,58	37,4	-86,173	3,460	-3223	129
Renovating Oil Tank	32,54	11,1	-68,568	0,548	-761	6
Recovery Oil Tank P.	4,85	1,6	-82,885	1,368	-133	2
Oily Water Tank	44,78	9,0	-79,319	1,508	-714	14
Overflow Tank P.	39,80	8,0	-67,114	1,673	-537	13
Irrecovery Oil Tank St.	20,14	4,6	-69,266	1,724	-319	8

Продовження табл.4.2

1	2	3	4	5	6	7
Stuff. Box Oil Tank St.	14,93	3,4	-64,223	1,603	-218	5
Всього:		85,2			-6569	285
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:		1402	-24,79	12,38	-34752	17358

Розподіл баласту приведено в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Розподіл баласту

Найменування цистерн	Місткість, т	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
Wing tank 4 P.	1133,73	349	27,192	3,49	9490	1218
Wing Tank 4 S.	1133,73	351,5	27,193	3,50	9558	1230
Wing tank 5 P.	550,22	165,1	4,408	3,15	728	520
Wing Tank 5 S.	550,22	440,2	4,715	6,51	2076	2866
DB Tank 2 P.	218,54	218,5	40,642	1,035	8880	226
DB Tank 2 S.	218,54	218,5	40,642	1,035	8880	226
DB Tank 3 P.	615,10	615,1	11,197	0,953	6887	586
DB Tank 3 S.	615,10	615,1	11,197	0,953	6887	586
ВСЬОГО БАЛЛАСТА:		2973	17,96	2,51	53386	7458

Розподіл вантажів представлено у табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Розподіл вантажів

Бей №	Кількість, шт	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
У трюмах						
01	11	179	83,25	16,86	14902	3018
03	18	302	77,12	16,76	23290	5062
05	23	406	69,15	13,22	28075	5367
07	28	505	63,02	12,58	31825	6353
09	42	728	52,95	11,78	38548	8576
11	44	741	46,81	11,32	34686	8388

13	52	813	38,84	10,58	31577	8602
----	----	-----	-------	-------	-------	------

Продовження табл.4.4

1	2	3	4	5	6	7
15	53	825	32,71	10,30	26986	8498
17	62	939	24,74	10,14	23231	9521
19	57	887	18,60	9,49	16498	8418
33	60	870	-35,18	9,58	-30607	8335
35	56	855	-41,31	9,97	-35320	8524
37	59	883	-49,28	10,75	-43514	9492
39	54	782	-55,42	11,78	-43338	9212
Всього 20'	619	9715	12,03	11,05	116839	107366
22	61	1196	7,57	9,54	9054	11410
26	59	1114	-10,04	9,23	-11185	10282
30	61	1159	-24,14	9,29	-27978	10767
Всього 40'	181	3469	-8,68	9,35	-30109	32459
На палубі						
02	15	182	79,85	26,90	14533	4896
06	33	397	65,75	25,46	26103	10108
10	35	392	49,54	25,26	19420	9902
14	37	352	35,44	25,58	12475	9004
18	32	314	21,34	25,16	6701	7900
22	36	332	7,23	25,48	2400	8459
26	46	451	-10,37	25,51	-4677	11956
30	50	465	-24,48	26,87	-11383	12495
34	47	437	-38,58	26,61	-16859	11629
38	50	469	-52,69	26,69	-24712	12518
42	66	517	-68,60	25,02	-35466	12935
Всього 40'	447	4308	-2,68	25,95	-11465	111802
ВСЬОГО	1247	17492	4,30	14,39	75265	251627

Апліката центру ваги контейнерів (в трюмах або на палубі) визначалася таким чином: рахувався момент кожного ярусу контейнерів щодо основної площини, потім визначався сумарний момент (усіх контейнерів в трюмах або на палубі), і потім розраховувалася апліката центру ваги цих контейнерів поділом сумарного моменту на їх масу.

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

Таблиця 4.5 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на відхід

Найменування статей навантаження	На відхід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		х	z	М _х	М _z
Порожнє судно	12677	-15,52	13,40	-196747	169872
Константа	350	19,45	12,29	6808	4302
Суднові запаси	1827,8	-15,64	12,31	-28579	22499
Вантаж	17492	4,30	14,39	75265	251627
Баласт	2973	17,96	2,51	53386	7458
РАЗОМ ВОДОТОНАЖНІСТЬ:	35319,8	-2,54	12,90	-89867	455758

Таблиця 4.6 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на прихід

Наименование статей нагрузки	На прихід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		х	z	М _х	М _z
Порожнє судно	12677	-15,52	13,40	-196747	169872
Константа	350	19,45	12,29	6808	4302
Суднові запаси	1402	-24,79	12,38	-34752	17358
Вантаж	17492	4,30	14,39	75265	251627
Баласт	2973	17,96	2,51	53386	7458
РАЗОМ ВОДОТОНАЖНІСТЬ:	34894	-2,75	12,91	-96040	450617

Схематично розподіл вантажу представлено на бей-плані (рис. 4.1).

4.2. Розрахунки посадки і початкової остійності

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

Рисунок 4.1 – Бей-план

Таблиця 4.7 – Розрахунок посадки судна на відхід та на прихід

Найменування величин	Позначення та формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
Водотоннажність масова, т	D	35319,8	34894
Абсциса центра ваги судна, м	x_g	-2,54	-2,75
Водотоннажність об'ємна, м ³	$V = D / \rho$	34458	34043
Густина води, т/м ³	ρ	1,025	1,025
Осадка судна, м	T	9,61	9,52
Момент диферентуючий на 1 см, тм/см	M_{cm}	429,3	428,2
Абсциса центра плавучості судна, м	x_c	-1,85	-1,83
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	x_f	-4,00	-3,87
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	13,92	13,93
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,583	0,582
Диферент судна, м	$d = D(x_g - x_c) / (100M_{cm})$	-0,57	-0,75
Осадка судна носом, м	$T_n = T + (L/2 - x_f) d / L$	9,31	9,13
Осадка судна кормою, м	$T_k = T_n - d$	9,88	9,88

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

Таблиця 4.8 – Поправки на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h , тм
1	2
FO Storage Tank P.	599
FO Storage Tank S.	299
FO Storage Tank P.	446

FO Storage Tank S.	1486
--------------------	------

Продовження табл.4.8

1	2
DO Storage Tank P.	98
FO Settling Tank P.	132
FW Storage Tank P.	91
FW Storage Tank S.	91
Wing tank 4 P.	543
Wing Tank 4 S.	543
Wing tank 5 P.	108
Wing Tank 5 S.	108
Сума: $\Sigma \Delta m_h$	4544

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний у табл. 4.9.

Таблиця 4.9 – Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення та формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
Водотоннажність масова, т	D	35319,8	34894
Невиправлена апліката центра ваги судна, м	z_{g0}	12,90	12,91
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	13,92	13,93
Невиправлена метацентрична висота, м	$h_0 = z_m - z_{g0}$	1,02	1,02
Виправлення на вільні поверхні, м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / D$	0,13	0,13
Виправлена апліката центра ваги судна, м	$z_g = z_{g0} + \Delta h$	13,03	13,04
Виправлена метацентрична висота, м	$h = h_0 - \Delta h$	0,89	0,89

4.3. Контроль остійності за матеріалами Інформації

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

Таблиця 4.10– Перевірка остійності по критичній аплікаті центра ваги судна

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	35319,8	34894
Виправлена апліката центра ваги судна, м	z_g	13,03	13,04
Максимальна гранична апліката центра ваги судна, м	$z_g^{\max}$	13,57	13,59

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

4.4. Розрахунок і побудова діаграм остійності

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

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

Плечі остійності ваги необхідно розраховувати по формулі:

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

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

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

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

Таблиця 4.11 – Розрахунок плечей статичної остійності на відхід

Водотоннажність D, т							35319,8	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							12,90	
Апліката умовного центра мас z_m , м (поліус – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м							13,03	
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плече форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \cdot \sin \theta^\circ$	Плече статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \theta^\circ$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	2,432	0,174	2,267	0,165	4	0,660	3	0,495
20	4,942	0,342	4,456	0,486	2	0,972	3	1,458
30	7,500	0,500	6,515	0,985	4	3,940	1	0,985
40	9,853	0,643	8,378	1,475	1	1,475	$\sum_{30}$	2,938
50	11,517	0,766	9,981	1,536	$\sum_{40}$	7,047	$a_{0-30} = 3 \times 0,1745 \times 2,938 / 8 = 0,192$	
60	12,523	0,866	11,284	1,239	$a_{0-40} = 0,1745 \times 7,047 / 3 = 0,410$			
					$a_{30-40} = 0,410 - 0,192 = 0,218$			

Таблиця 4.12 – Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність D, т							34894,00	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							12,91	
Апліката умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м							13,04	
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плече форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \cdot \sin \theta^\circ$	Плече статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \theta^\circ$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	2,434	0,174	2,269	0,165	4	0,660	3	0,495
20	4,946	0,342	4,460	0,486	2	0,972	3	1,458
30	7,505	0,500	6,520	0,985	4	3,940	1	0,985
40	9,860	0,643	8,385	1,475	1	1,475	Σ_{30}	2,938
50	11,525	0,766	9,989	1,536	Σ_{40}	7,047	$a_{0-30} = 3 \times 0,1745 \times 2,938 / 8 = 0,192$	
60	12,542	0,866	11,293	1,249	$a_{0-40} = 0,1745 \times 7,047 / 3 = 0,410$			
					$a_{30-40} = 0,410 - 0,192 = 0,218$			

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. 4.13.

Таблиця 4.13 – Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	35319,8	34894
Осадка судна, м	T	9,61	9,52
Виправлена метацентрична висота, м	h	0,89	0,89
Площа парусності, м ²	A _v	3927	3954
Апліката центра парусності (ЦП), м	z	10,34	10,38
Плече парусності при постійному вітрі, м	$z_v = z + T/2$	15,15	15,14
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	$l_{w1}=0,504 A_v z_v / (g D)$	0,087	0,088
Кренувальне плече від пориву вітру, м	$l_{w2} = 1,5 l_{w1}$	0,131	0,132
Відносна площа скулових кілей, %	$100 A_K / (L B)$	0,943	
Коефіцієнт	k	0,981	
Відносна ширина	B/T	3,35	3,38
Безрозмірний множник	X ₁	0,830	0,824
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,583	0,582
Безрозмірний множник	X ₂	0,930	0,928
Інерційний коефіцієнт	$c=0,373+0,023B/T-0,043L/100$	0,368	0,369
Період хитавиці, с	$T_\theta = 2 c B / \sqrt{h}$	25,1	25,2
Коефіцієнт	S	0,0350	0,0350
Коефіцієнт	$r = 0,73 + 0,6 (z_g - T) / T$	0,944	0,952

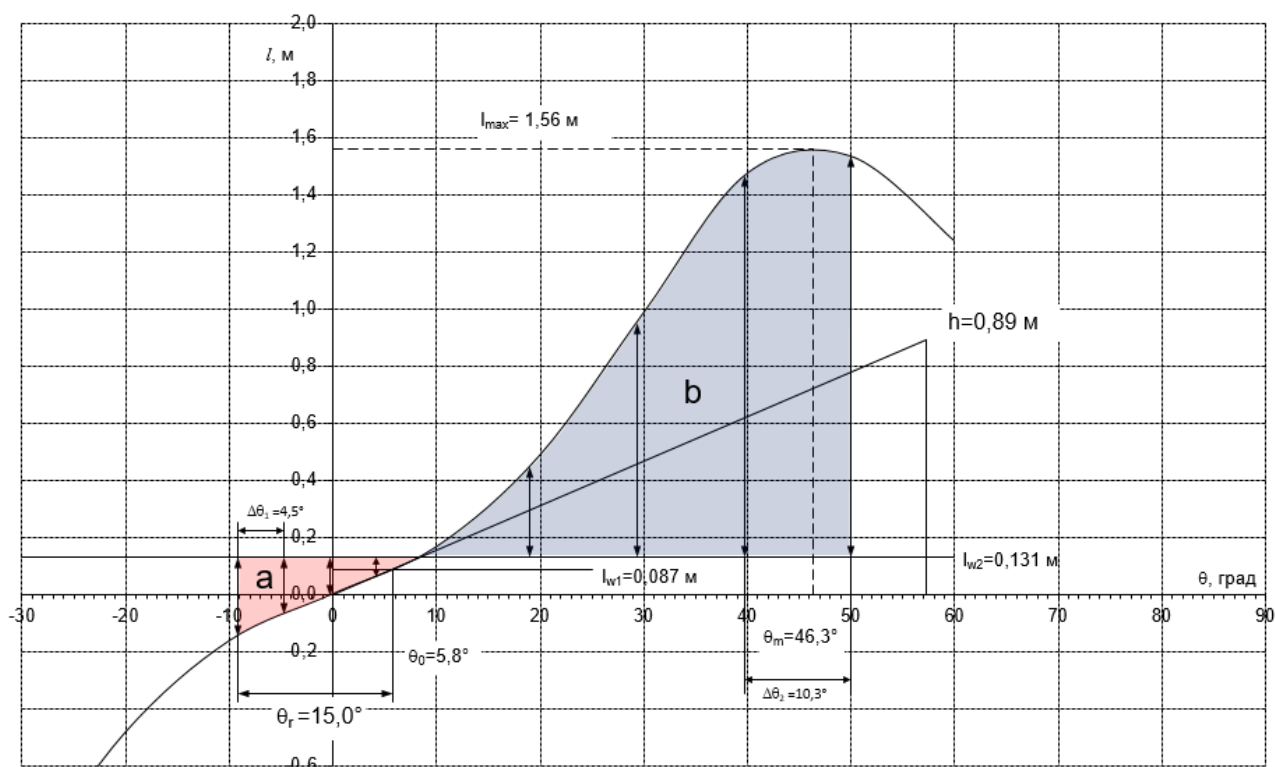


Рисунок 4.2 - Діаграма статичної остійності на відхід і визначення критерію погоди

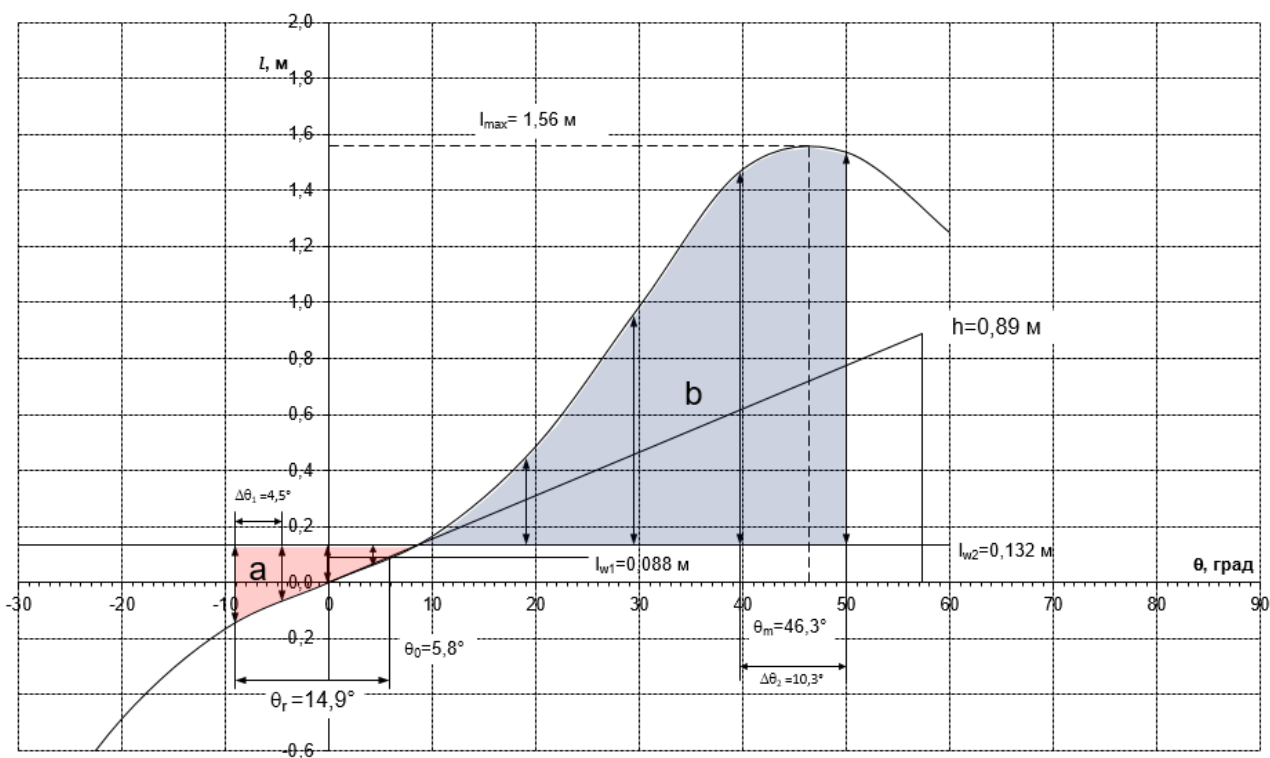


Рисунок 4.3 - Діаграма статичної остійності на прихід і визначення критерію погоди

Продовження табл.4.13

1	2	3	4
Амплітуда хитавиці, °	$\theta_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{rS}$	15,0	14,9
Кут заливання, °	θ_f	>50	>50
Кут входу палуби у воду, °	$\theta_d = \arctg(2(H - T) / B)$	31,3	31,5
Кут крену від постійного вітру, °	θ_0	5,8	5,8
Кут крену при хитавиці назустріч вітру, °	$\theta_1 = \theta_{r \text{ IMO}} - \theta_0$	9,2	9,1
Границя площ. “b” діаграми праворуч, °	θ_b	50	50
Площа “a” діаграми, м-рад	a	0,042	0,042
Площа “b” діаграми, м-рад	b	0,579	0,579
Критерій погоди	$K = b / a$	13,79	13,79

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

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

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

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (9,2 + 1,5 \cdot 5,8)/4 = 4,48^\circ$			$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 4,48^\circ/57,3 = 0,0781 \text{ рад}$		
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 5,8)/4 = 10,33^\circ$			$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 10,33^\circ/57,3 = 0,1802 \text{ рад}$		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0,279$	1	0,279	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,201$	4	0,804	$b_2 = 0,315$	4	1,260
$a_3 = 0,136$	2	0,272	$b_3 = 0,819$	2	1,638
$a_4 = 0,069$	4	0,276	$b_4 = 1,334$	4	5,336
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 1,405$	1	1,405
		$\Sigma_a = 1,631$			$\Sigma_b = 9,639$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 1,631 \times 0,0781 = 0,042$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 9,639 \times 0,1802 = 0,579$		

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

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (9,1 + 1,5 \cdot 5,8)/4 = 4,45^\circ$			$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 4,45^\circ/57,3 = 0,0777 \text{ рад}$		
$\Delta\theta_2 = (\theta_6 - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 5,8)/4 = 10,33^\circ$			$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 10,33^\circ/57,3 = 0,1802 \text{ рад}$		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0,278$	1	0,278	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,201$	4	0,804	$b_2 = 0,315$	4	1,260
$a_3 = 0,137$	2	0,274	$b_3 = 0,819$	2	1,638
$a_4 = 0,070$	4	0,280	$b_4 = 1,333$	4	5,332
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 1,404$	1	1,404
		$\Sigma_a = 1,636$			$\Sigma_b = 9,634$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 1,636 \times 0,0777 = 0,042$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 9,634 \times 0,1802 = 0,579$		

4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

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

Таблиця 4.16 – Перевірка виконання рекомендацій ІМО

Найменування величин	Позна- чення	Значення величин			Викон. (так/ні)
		норма- тивні	відхід	прихід	
Загальні критерії:					
Площа під ДСО до кута крену 30 ⁰ , м·рад	A ₃₀	≥ 0,055	0,192	0,192	ТАК
Площа під ДСО до кута крену 40 ⁰ , м·рад	A ₄₀	≥ 0,09	0,410	0,410	ТАК
Площа під ДСО між 30 ° і 40 °, м рад	A ₃₀₋₄₀	≥ 0,03	0,218	0,218	ТАК
Плече ДСО при куті крену 30° або більше, м	l ₃₀	≥ 0,20	0,985	0,985	ТАК
Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, °	θ _m	≥ 25	46,3	46,3	ТАК
Виправлена метацентрична висота, м	h	> 0,15	0,89	0,89	ТАК
Критерій погоди	K	≥ 1	13,79	13,79	ТАК
Кут крену від постійного вітру, °	θ ₀	≤ 16	5,8	5,8	ТАК

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

4.7 Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу

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

У даному рейсі перевірка поздовжньої міцності корпусу судна виконується за комп'ютерній програмі ANKO - Marine Load Planner, схваленої класифікаційним товариством.

Результати розрахунку по судновій програмою перерізують сили SF і згинального моменту BM на відхід судна представлені в табл. 4.14.

Таблиця 4.14. – Перевірка поздовжньої міцності на відхід

Переріз	X, м	SF, т	SF sea, %	Доп. SF, т	BM, тм	BM sea, %	Доп. BM, тм
28	20,80	2051	35	5846	21221	29	71978
48	36,80	2490	43	5846	59516	65	91886
66	50,90	2309	39	5984	96032	60	160031
84	65,01	1498	24	6249	124422	70	178466
100	77,71	12	0	6325	134283	68	197146
118	91,81	-1949	31	-6300	120122	60	199179
125	96,71	-1839	29	-6300	110825	56	198124
141	109,42	-2223	35	-6346	84902	52	163991
161	124,92	-2106	36	-5846	51429	43	119531
177	137,62	-1506	52	-2890	28433	29	98099
195	151,72	-1020	36	-2803	9503	14	69154
200	155,22	-774	30	-2604	6386	9	69154
218	169,32	-296	10	-2961	-758	2	-43119
234	183,61	35	1	2635	-2123	8	-25280

Максимальна перерізуюча сила 2490 т на 43 шпангоуті.

Максимальний згинальний момент 134283 тм на 68 шпангоуті.

На рис. 4.4. представлена епюра міцності на відхід.

Протягом усього рейсу загальна поздовжня міцність забезпечена.

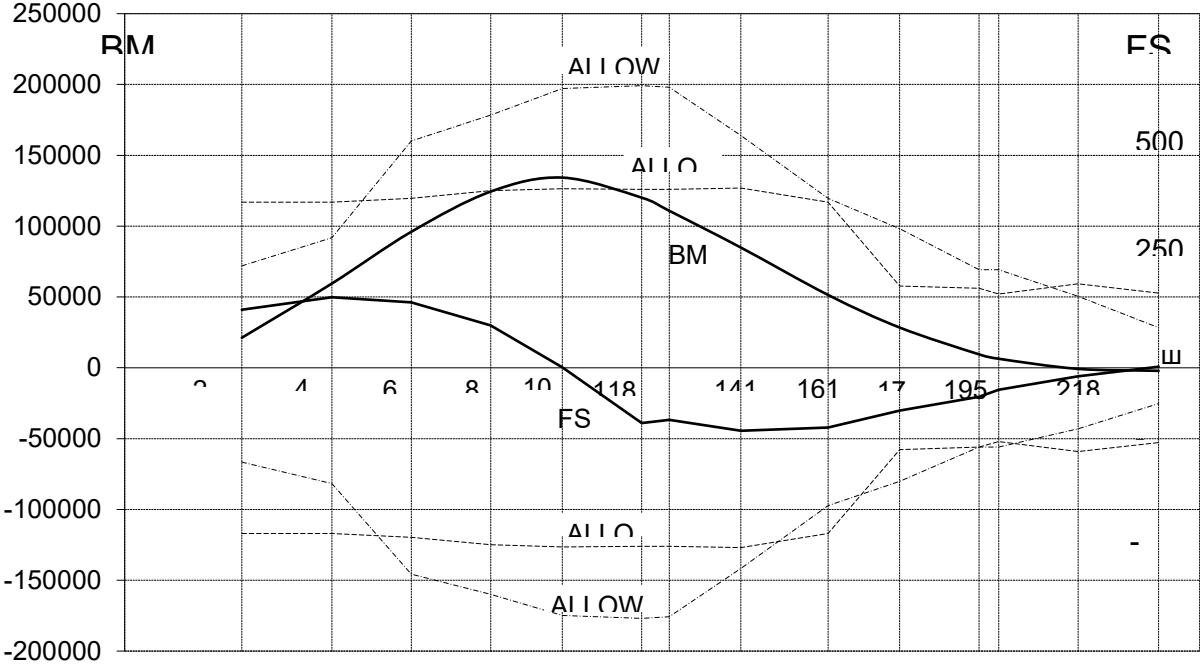


Рисунок 4.4 – Епюра міцності на відхід

РОЗДІЛ 5

СТРУКТУРА, ПОБУДОВА ТА ПРИЗНАЧЕННЯ АВТОМАТИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ (AIS)

5.1 Історія розвитку концепції AIS

У міжнародній науково-технічній літературі термін Automatic Identification System (AIS) трактується як автоматична ідентифікаційна система. Поняття закріпилося наприкінці XX століття внаслідок активної роботи Міжнародної асоціації морських засобів навігації та маякових служб (МАМС), що ініціювала дослідження перспектив використання суднових транспондерів у діапазоні ультракоротких хвиль для передачі ідентифікаційних та навігаційних даних.

Першим нормативним документом, який заклав основи функціонування таких транспондерів, стала Рекомендація МСЕ М.825 (1992 р.), що визначала можливість використання 70-го каналу морської рухомої служби для передачі даних суднової ідентифікації та місцеположення. Подальший розвиток ідеї був пов'язаний зі зростанням вимог ІМО щодо підвищення безпеки мореплавства та оптимізації роботи служб управління рухом суден (СУДС) [28].

У 1994–1996 рр. на засіданнях Комітету з безпеки на морі (КБМ) ІМО було сформульовано основні технічні вимоги до універсальної системи суднових транспондерів. Визначальним став вибір протоколу Self-Organized Time Division Multiple Access (SOTDMA) [27-29] який забезпечив високонадійну організацію доступу до радіоканалу та узгодженість обміну даними між усіма учасниками системи.

Важливими етапами становлення AIS стали [27]:

1997 р. — виділення міжнародних робочих частот 161,975 МГц (AIS-1) та 162,025 МГц (AIS-2). 1998 р. — прийняття Резолюції ІМО MSC.74(69) з експлуатаційними вимогами до транспондерів універсальної AIS.

2000–2001 рр. — ухвалення рекомендації МСЕ-R М.1371-1 та стандарту МЕК 61993-2, що закріпили технічні параметри й методики випробувань обладнання

класу А. 2001 р. — затвердження резолюції ІМО А.917(22) «Керівництво з використання суднових АІС».

Ці документи сформували комплексні засади функціонування АІС, визначивши як технічну архітектуру суднових і берегових станцій, так і вимоги до форматів повідомлень, процедур синхронізації та обміну даними. Сучасний розвиток системи включає розширення спектра обладнання класу В та похідних типів АІС, що призначені для суден прибережної навігації, портового флоту, лоцманських катерів та засобів навігаційного забезпечення. Історія розвитку та стандартизації АІС наведено у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Історія розвитку та стандартизації АІС

Етап / рік	Подія	Організація	Значення
Початок 1990-х	Розгляд можливості застосування транспондерів у морській рухомій службі	МАМС	Початок формування концепції АІС
1992	Рекомендація М.825 щодо транспондерів	МСЕ	Використання 70-го каналу для ідентифікації
1994	Пропозиція про взаємне впізнання суден	ІМО (КБМ 63)	Виділення потреби у глобальній системі
1994	Пропозиція SOTDMA	Швеція, ПКБМ 40	Формування технічної основи АІС
1996	Підтверджено вибір SOTDMA	КБМ	Універсальний принцип доступу до каналу
1997	Виділення частот AIS-1 та AIS-2	Всесвітня радіоконференція	Стандартизація частот
1998	Резолюція MSC.74(69)	ІМО	Експлуатаційні вимоги до суднових АІС
2000–2001	Рекомендація М.1371-1 та МЕК 61993-2	МСЕ, МЕК	Технічні характеристики та випробування
2001	Резолюція А.917(22)	ІМО	Правила використання АІС на судах

5.2 Призначення, функції та склад автоматичної ідентифікаційної системи

Автоматична ідентифікаційна система - навігаційна система, яка побудована на основі інтеграції систем зв'язку, навігації, пристроїв відображення і забезпечує автоматичний обмін судновими даними між судами, а також судами і береговими центрами для вирішення завдань щодо попередження зіткнень суден і підвищення безпеки судноплавства у всіх морських районах.

АІС призначена для:

- забезпечення інформаційної підтримки процесів попередження зіткнень;
- передача береговим службам даних про судно, його вантаж та навігаційний статус;
- підвищення ефективності СУДС завдяки отриманню високоточної та оперативної інформації про рух суден;
- моніторинг судноплавства у всіх морських районах, включно з А1–А4 відповідно до класифікації ГМЗЛБ.

Архітектура АІС

Система включає три взаємопов'язані підсистеми:

1. Берегова мережа АІС:
 - базові станції;
 - ретрансляційні станції;
 - центри керування.
2. Мобільні судові станції (класів А, В та похідних).
3. Станції АІС на засобах навігаційного забезпечення (СНЗ) — буях, маяках, плавучих і стаціонарних знаках.

Кожен елемент системи виконує визначені функції, що забезпечують цілісність і безперервність інформаційного контурного обміну.

Число базових станцій АІС залежить від категорії СУДС. Для СУДС вищої категорії (регіональні СУДС, що обслуговують великі акваторії, що включають кілька портів з підходами, протоками, системами розподілу руху суден) встановлюються кілька базових станцій АІС.

Для СУДС 1 і 2-ї категорій до складу берегової мережі станцій входить, як правило, одна базова станція.

Число берегових ретрансляційних станцій залежить від профіля обслуговується району, від висоти установки антен станцій.

Ретрансляційні станції дозволяють розширити обслуговування локальних і регіональних СУДС, оскільки забезпечують ретрансляцію сигналів малої потужності, прийнятих від транспондерів АІС на великих відстанях від базової станції і в зонах затінення сигналів базової станції.

Таблиця 5.2 – Призначення АІС

Напрямок застосування	Опис	Важливість
Попередження зіткнень	Обмін динамічною навігаційною інформацією	Підвищення безпеки
Передача статичних даних	MMSI, назва судна, тип, розміри	Ідентифікація
Передача рейсових даних	Порт призначення, ЕТА, осадка	Маршрутне планування та контроль
Обмін із береговими службами	Дані для СУДС	Керування рухом
Моніторинг судноплавства	Постійний огляд навколишньої обстановки	Управління ризиками

Центри управління СУДС забезпечують автоматичний прийом і передачу кодованих повідомлень, в яких містяться статичні, динамічні, рейсові суднові дані, а також повідомлення безпеки.

До складу регіональних СУДС входить центр управління рухом суден (ЦУДС) і кілька підцентрів, забезпечуючи керування локальними СУДС.

Суднові станції класу А повинні відповідати вимогам стандарту МЕК 61993-2 і мати сертифікат конвенційного обладнання. Станції класу В можуть не відповідати всім вимоги стандарту.

Базові станції АІС забезпечують:

- передачу і прийом інформаційних повідомлень і повідомлень безпеки;
- передачу і прийом повідомлень підтвердження;
- передачу і прийом запитових повідомлень;
- передачу повідомлень для синхронізації шкал часу судових станцій АІС;
- передачу повідомлень для перекладу суднових станцій АІС і станцій АІС ЗНЗ зі автономного в призначений режим роботи;
- передачу диференціальних поправок ГНСС;
- передачу повідомлень за призначенням тимчасових і частотних каналів;
- регулярну передачу своїх даних;
- прийом повідомлень від СНТ;
- прийом і передачу сигналів цифрового виборчого виклику (ЦИВ);
- • контроль роботи всієї мережі АІС.

Склад берегових базових станцій АІС для кожного району СУДС може бути різним. Стандарт на берегові станції відсутні.

До складу станції входять два приймачі, що приймають сигнали на міжнародних каналах (161,975 і 162,025 МГц) і скільки додаткових приймачів, що працюють на регіональних каналах, а також один або кілька передавачів, перебудовуються на різні канали [21-23].

Таблиця 5.3 – Склад системи АІС

Складова	Елементи	Функціональне призначення
Берегова мережа	Базові станції, ретранслятори, центри керування	Контроль, координація, синхронізація
Мобільні станції	Суднові АІС класу А і В, АІС на ПРР-літаках	Обмін даними, ідентифікація
АІС на ЗНЗ	Плавучі та стаціонарні знаки	Передача координат, контроль їх стану

Контролер забезпечує модуляцію і демодуляцію сигналів, що надходять по інтерфейсу і з виходу приймачів, а також управління роботою станції.

Синхронізація шкали часу може провадитися за сигналами як від зовнішнього, так і від вбудованого приймача ГНСС.

Кілька антен забезпечують просторово-направлений прийом сигналів мобільних станцій АІС.

Берегова станція має резервний комплект базової станції.

Берегові ретрансляційні станції АІС забезпечують пере випромінювання сигналів, прийнятих з секторів зони обслуговування, які визначаються центром УДС. Станції можуть працювати в симплексному і дуплексному режимах. Одне і те саме повідомлення може ретранслюватись не більше трьох разів. У симплексному режимі отримання повідомлення у частотному каналі А або В в i -м слоті (тимчасовому вікні) пере випромінює в тому ж частотному каналі в $i + m$ слоті, т. є. із затримкою в часі. При роботі в дуплексному режимі повідомлення на частотному каналі А, прийняте в i -му слоті, в реальному часі перевипромінюється в тому ж i -му слоті на частотному каналі В, т. є. Без затримки в часі.

Берегові ретрансляційні станції АІС не ретранслюють сигнали ЦІВ, так як прийом і передача сигналів ЦІВ відбувається лише на 70-му каналі.

Таблиця 5.4 – Функції берегових станцій АІС

Функція	Опис
Прийом/передача повідомлень	Усі типи АІС-повідомлень, включно з Binary
Синхронізація часу	Від базової станції або ГНСС
Призначення слотів TDMA	Контроль використання ресурсу каналу
Передача диференціальних поправок	Підвищення точності позиціювання
Контроль працездатності системи	Автоматизований і безперервний

Синхронізація шкали часу станції може проводитися по каналу інтерфейсу (джерелом даних служить базова станція АІС) або від вбудованого приймача ГНСС. Контролер забезпечує управління роботою станції.

Число антен залежить від числа секторів, в яких повинні прийматися і перевипромінюються сигнали.

Режими роботи суднових станцій

Суднове обладнання АІС функціонує в трьох основних режимах:

1. Автономний режим — стандартний режим у відкритому морі; забезпечує періодичну передачу динамічної інформації з інтервалами залежно від швидкості судна та маневрової ситуації.
2. Призначений режим — активується за командою центру СУДС; передбачає збільшену частоту передачі даних та призначення конкретних часових/частотних слотів.
3. Запитний режим — передбачає передачу повідомлень лише за запитом базової станції.

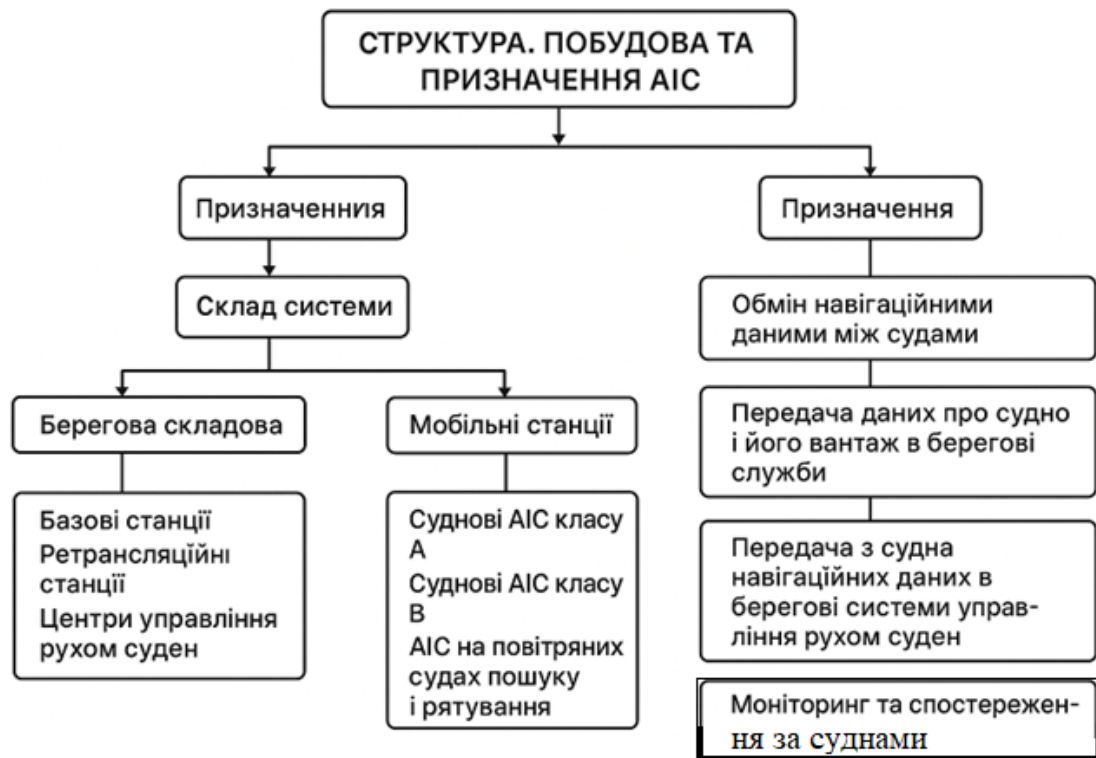


Рисунок 5.1 – Структура, побудова та призначення АІС.

Періодичний прийом повідомлень з суднових станцій АІС забезпечує безперервний огляд навколишнього оточення на автономних дисплеях, на дисплеях РЛС або на дисплеях ЕКНІС. На основі отриманих даних огляду більш ефективно (порівняно з САРПІ на основі даних РЛС) вирішується завдання попередження зіткнення суден у всіх морських районах (рис. 5.2). У призначеному режимі, як зазначалося вище, центр УДС в потрібний час може отримувати з великою частотою проходження дані розташування та напрямки

обов'язкова), то судова станція за запитом може відновити синхронізацію за сигналами базової станції АІС.

Обмін інформаційними повідомленнями та повідомленнями безпеки суден з центром управління системою у форматі повідомлень Binary дозволяє ефективно вирішувати завдання судноплавства. Повідомлення в форматі Binary складаються з заголовка та інформаційної частини, представленими 16-розрядними словами. Повідомлення передаються безперервно рядками.

У морських районах А2 і А3 зв'язок судів з центром управління забезпечується, як зазначено вище, по каналах далекого зв'язку (рис. 5.3).



Рисунок 5.3 - Зв'язок судна з центром управління по каналах далекого зв'язку

Інтеграція АІС з іншими навігаційними та телекомунікаційними системами

У межах зони УКХ дії обмін відбувається безпосередньо, однак для віддалених акваторій, зокрема у районах А2–А4, передбачено використання систем далекого зв'язку, насамперед супутникової мережі INMARSAT-C. Це

дозволяє здійснювати глобальний моніторинг судноплавства у режимі періодичних повідомлень.

Особливо важливою є інтеграція AIS з:

- РЛС та САРП,
- ЕКНІС,
- ГНСС та приймачами диференціальної корекції,
- датчиками курсу, швидкості та маневрування.

У сукупності це забезпечує підвищення точності навігаційної обстановки та зменшення ймовірності помилок оператора.

До радіосистемам телекомунікації відносяться такі системи:

- короткохвильова система зв'язку,
- супутникові системи зв'язку.

Найбільш зручною системою для реалізації режиму телекомунікації є ИНМАРСАТ-С. Суднові станції ИНМАРСАТ-С є одним елементів обладнання ГМЗЛБ, причому ці станції найбільш поширені в якості станцій супутникового зв'язку. Вони забезпечують передачу телекських повідомлень в режимі накопичення з подальшою передачею (так званий режим store and forward). Без обмежень функціональних можливостей по роботі в системі ГМЗЛБ вони можуть використовуватися також для передачі даних але судну за запитом берегових служб, беручи участь, таким чином, в системі телекомунікації AIS.

Таблиця 5.6 – Канали зв'язку та телекомунікаційні можливості AIS

Тип каналу	Технологія	Дальність	Призначення
УКХ (AIS-1/2)	TDMA (SOTDMA)	~30 миль	Стандартний обмін
Канал 70 (DSC)	Цифровий вибіркового виклик	~30 миль	Сигнали аварії/виклику

INMARSAT- C	Store & forward	Глобальна	Дистанційний моніторинг
КХ-системи	Короткохвильовий зв'язок	Далекі відстані	Додаткові канали

Принцип роботи АІС в режимі телекомунікації пояснюється рис.5.5. Апаратура АІС підключається до суднової супутникової станції ИНМАРСАТ-С. Для такого підключення використовується двонаправлений інтерфейс відповідно до вимог стандарту МЭК-61162. Судова станція ИНМАРСАТ-С передає повідомлення через геостаціонарній супутник, який виконує роль активного ретранслятора. Повідомлення приймається берегової земної станцією і далі по берегових лініях зв'язку доставляється на потрібну станцію регулювання рухом суден [21-23].

Робота в режимі телекомунікації здійснюється паралельно з функціонуванням АІС на УКХ каналах обміну даними. Режим далекої зв'язки не передбачає безперервного спостереження за судном в реальному режимі часу, а передбачає передачу даних по судну з інтервалами від 2-4 разів на годину до 2-х разів за добу. Таким чином, робота в режимі телекомунікації не створює будь-якої помітної навантаження і не заважає обміну даними на каналах АІС.

При роботі з апаратурою телекомунікації суднова АІС повинна передавати відповідні повідомлення тільки на запити базової станції.

В обладнанні АІС повинні бути передбачені кошти установки користувачем режимів автоматичного або ручного формування відповідних повідомлень на запити телекомунікації. В обох випадках на екрані дисплея повинна з'являтися індикація запиту. Вона повинна висвітлюватися до моменту відправки листа у відповідь (в автоматичному режимі або вручну) або до моменту скидання індикації оператором.

Для запиту АІС через апаратуру далекого зв'язку в якості адреси повинні використовуватися або ідентифікатор MMSI, або вказівку географічного району

"всім судам", що позначається межами північно-східного і південно-західного кутів прямокутника в проекції Меркатора.

Спочатку запит повинен виконуватися в географічному районі "всім суднам".

Щоб уникнути повторної передачі відповідних повідомлень в географічному районі на запити інших берегових станцій, суднова АІС повинна зберігати в пам'яті ідентифікатори ММСІ берегових станцій, запити від яких приймалися протягом останніх 24 годин.

В даний час режим телекомунікації не є обов'язковим для всіх судів. Однак він є одним з найбільш перспективних технічних рішень задачі моніторингу судів в глобальному масштабі.

У відповідності зі стандартом МЕК 61993-2 суднова станція АІС складається з двох приймачів TDMA (Time Division Multiple Access) з тимчасовим поділом каналів, що працюють на частотах 161,975 і 162,025 МГц; одного приймача ЦІВ, працюючого на 70-му каналі; одного передавача з можливістю перебудови на будь-який частотний канал; кодерів і декодерів сигналів TDMA і ЦІВ; палатрою вбудованого контролю; сервісного пульта управління та індикації; інтерфейсу, забезпечуючих зв'язок з зовнішніми палатрою; приймача ДГНСС; антени приймача ДГНСС і антени приймачів TDMA, ЦІВ і передавача; дуплексера; джерела вторинного живлення.

До складу суднової станції можуть додатково входити один - два приймачі TDMA, що працюють на регіональних частотах [21].

На рис. 5.4 і 5.5 наведено дві можливі схеми поділу суднової станції АІС. На рис. 5.4 управління судновою станцією АІС - дистанційне.

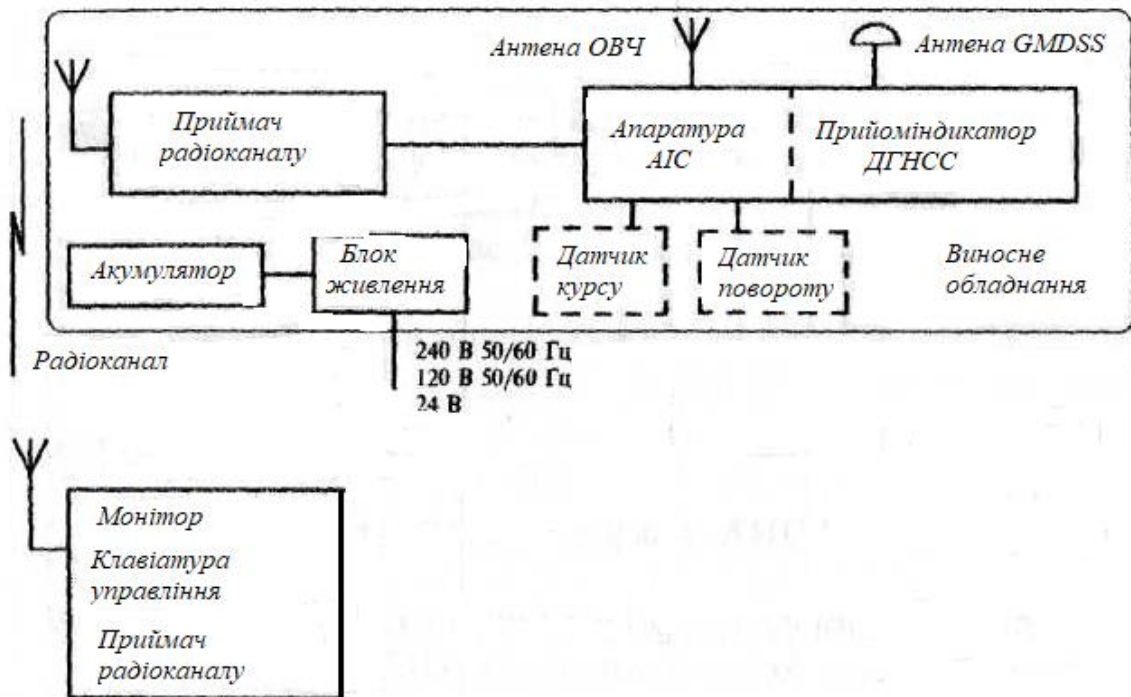


Рисунок 5.4 - Схема поділу суднової станції АІС з дистанційним управлінням

На рис. 5.5 - Схема поділу суднової станції АІС.

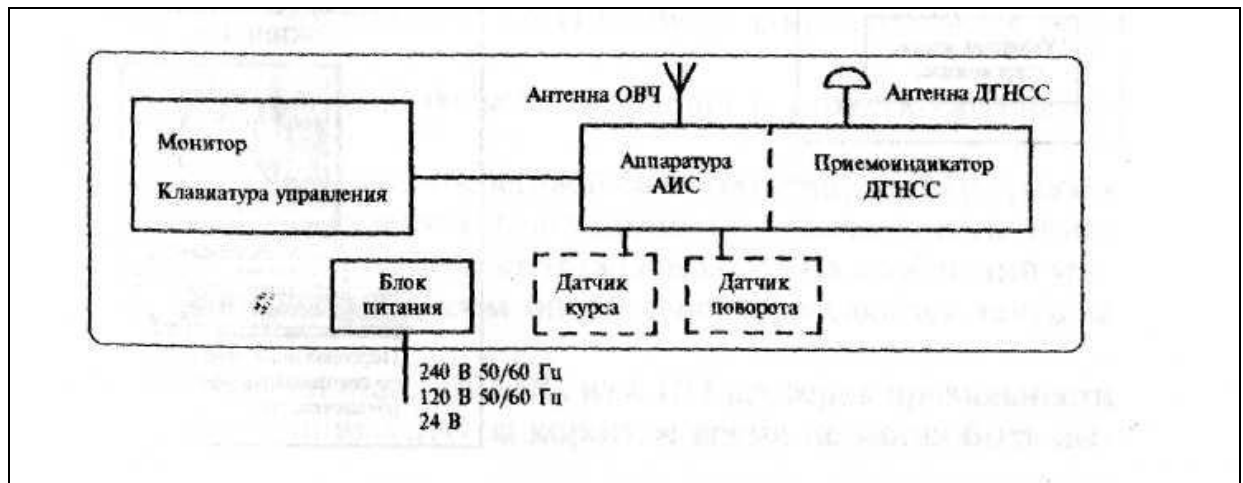


Рисунок 5.5 - Схема поділу суднової станції АІС

Склад суднової станції АІС AS-100 фірми FURUNO спільно з виносними пмалтроями наведено на рис. 5.8.

Таблиця 5.7 – Склад суднової станції АІС

Компонент	Опис
TDMA-приймачі (2 шт.)	Прийом AIS-1 та AIS-2
DSC-приймач	Канал 70
Передавач	Перебудова по каналах
GNSS-приймач	Позиціювання
Датчики курсу	Гірокомпас / GNSS-курс
Дисплеї	РЛС, ЕКНІС, автономний АІС-дисплей
Інтерфейси МЕК 61162	Підключення до мостикових систем

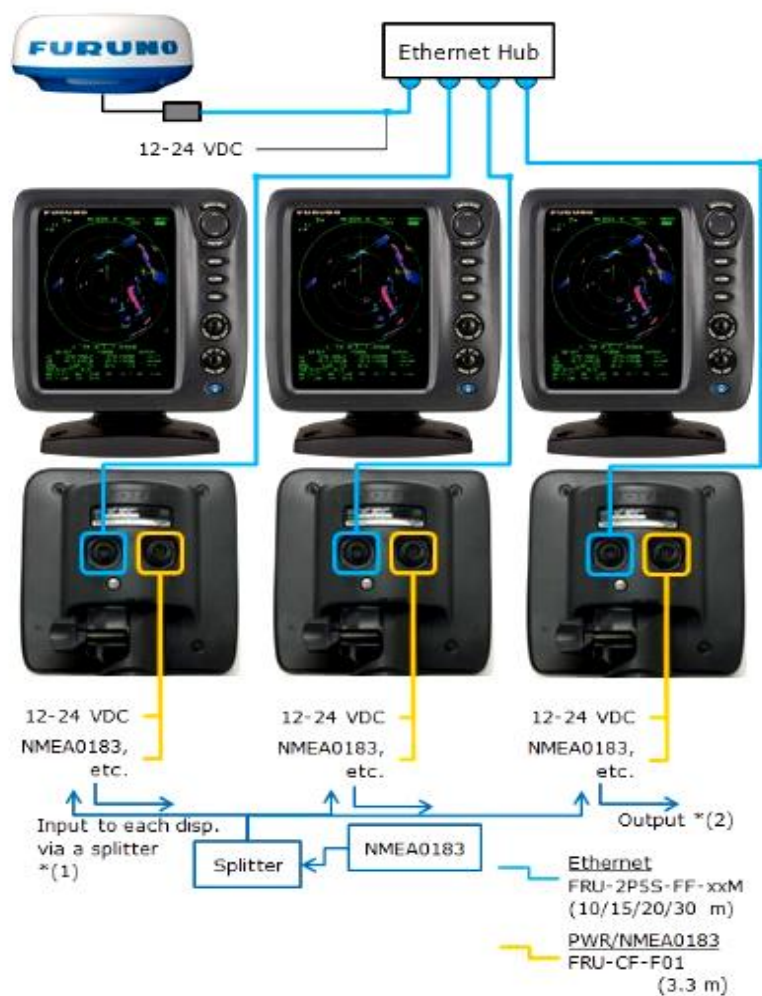


Рисунок 5.6 - Склад суднової станції АІС М-1815 фірми FURUNO

Виносні пристрої умовно розділені на два види: датчики інформації і графічні дисплеї. Зв'язок з виносними устройствами забезпечується по інтерфейсу МЕК 61162.

Датчиками інформації є:

- Прийомоіндикатор ГНСС;
- Приймач сигналів диференціальних станцій;
- Датчик курсового кута за сигналами ГНСС;
- Датчик справжнього курсу за даними гірокомпаса.

До складу внесених пмалтроїв відображення цифрової та графічної інформації входять:

- Індикаторний пмалтрій РЛС комп'ютерного типу;
- ЕКНІС;
- Автономний дисплей для відображення даних АІС.

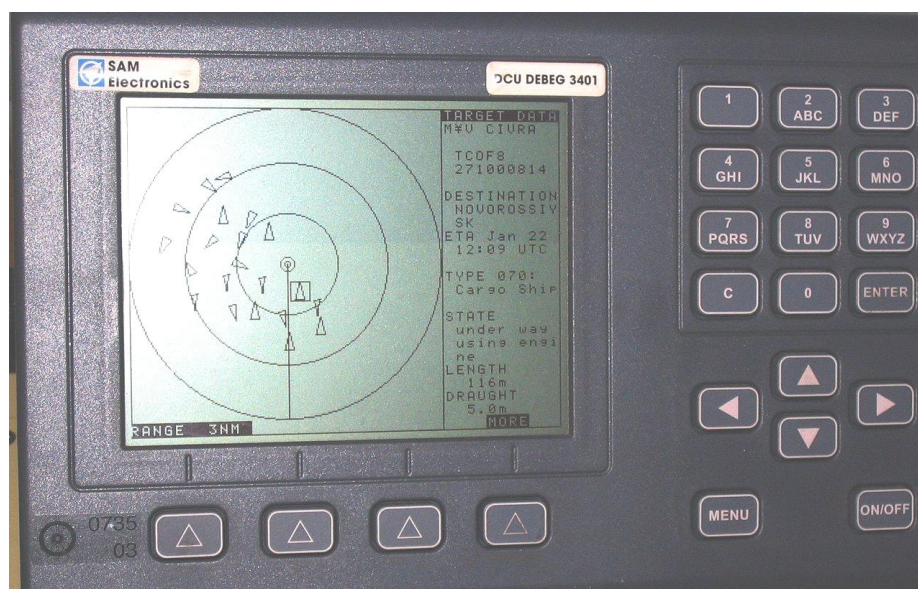


Рисунок 5.7 - Приймач АІС, з візуалізацією руху суден у вигляді, наближеному до навігаційного радару

Передбачена установка станцій АІС на стаціонарні і плаваючі Засоби навігаційного забезпечення (СНЗ).

СНЗ служать важливим орієнтиром для судів. На основі відомих координат СНЗ забезпечується контроль роботи навігаційних коштів судів. Якщо з якої-небудь причини координати СНЗ зміняться (наприклад, буй буде зірваний з якоря), то СНЗ, навпаки, будуть становити небезпеку для судноплавства,

оскільки координати СНЗ не будуть відповідати наведеним. СНЗ регулярно випромінюють повідомлення про своїх координатах: 1 раз за 3 хв.



Рисунок 5.8 - Дисплей суднової АІС (Клас А)

За запитом судновий (берегової базової) станції АІС режим роботи СНЗ перекладається з автономного в призначений. У назначеному режимі роботи частота переданих повідомлень збільшується. Таким чином оперативно визначаються поточні координати СНЗ.

Без установки станцій АІС на СНЗ перевірка правильності функціонування СНЗ за короткий час не могла бути виконана.

При установці станцій АІС на повітряних суднах пошуку і рятування при висоті польоту 200 м на екрані дисплея на дистанціях до 60 км будуть відображатися координати судів зі середньоквадратичної похибкою менше 40 м (при геометричному факторі HDOP <4).

Таблиця 5.8 – АІС на засобах навігаційного забезпечення (СНЗ)

Тип СНЗ	Передача даних	Інтервал	Призначення
---------	----------------	----------	-------------

Плавучі буї	Координати, статус	3 хвилини	Контроль місця встановлення
Маяки	Координати, стан, попередження	3 хвилини	Навігаційне забезпечення
ПРР повітряні судна	Навігаційні дані	Постійно	Пошук і порятунок

На таких дистанціях похибка вимірювання дистанції до мети за допомогою РЛС становить 600 м (1% від дистанції до мети), а похибка визначення координат цілей через неточного пеленга - 1000 м (похибки вимірювання пеленгів за допомогою РЛС і пеленгаторів приблизно рівні 1 °).

Таким чином, встановлення станцій АІС на повітряні судна пошуку і рятування дозволяє підвищити ефективність робіт при лиху. Обмін повідомленнями на місці лиха проводиться у форматі Binary зі швидкістю 9600 біт / с.

5.3 Центри управління роботою АІС

Центри управління базовими та регіональними станціями є ключовими елементами СУДС. Вони забезпечують:

- координацію руху суден у зонах обслуговування;
- моніторинг руху та накопичення інформації в базах даних;
- обмін інформацією з відомчими службами, органами контролю та абонентами через мережу Інтернет;
- контроль функціонування усіх підсистем АІС.

Основна перевага центрів управління роботою АІС полягає в можливості повної автоматизації виконаних функцій.

На постах центру управління встановлюються високопродуктивні комп'ютери, широкоформатні дисплеї з високої роздільною здатністю.

Таблиця 5.9 – Центри управління АІС

Елемент	Функція
Сервери баз даних	Зберігання статичних і динамічних даних
Робочі станції операторів	Моніторинг та керування
СУБД (MS SQL, MySQL, PostgreSQL)	Обробка великих масивів інформації
Канали зв'язку	Інтернет (HTTP/HTTPS), кабельні та радіолінії
Система автоматичного контролю	Перевірка стану мережі в реальному часі

Для роботи по каналах далекого зв'язку передбачається окремий пост далекого зв'язку.

При розробці структури бази даних локальних і регіональних центрів системи застосовується кілька підходів. При будь-якому з них можливо запросити з бази даних будь судові дані групи суден, а також окремих судів у їхніх ідентифікаційним номерам, назвам судів.

Запитуваними даними можуть бути статичні, динамічні, рейсові та інші судові дані, прив'язані до певного часу. Оптимальним підходом є той, котрий при розробці структури бази дозволяє при найменшій продуктивності комп'ютерів отримати найбільш широкі можливості зберігання, обробки та представлення даних.

Найбільш поширеним є реляційний підхід формування бази даних на принципі представлення даних у вигляді таблиць.

Використовувані формальні математичні методи дозволяють оптимізувати кількість таблиць, їх зміст, взаємозв'язок між таблицями. Для організації баз даних центрів необхідно на кожному центрі мати:

- Мережа комп'ютерів;
- Спеціальне програмне забезпечення системи управління базами даних СУБД;
- Інтерфейс з базовими станціями АІС;
- Комунікаційні канали обміну даними між локальними та регіональними центрами;

- Обмін в мережі Інтернет.

Існує ряд програмних засобів СУБД, наприклад MS SQL Server, My SQL, Postgre SQL, що забезпечують зберігання даних.

Комунікаційні канали обміну можуть бути на основі радіо-кабельних ліній зв'язку.

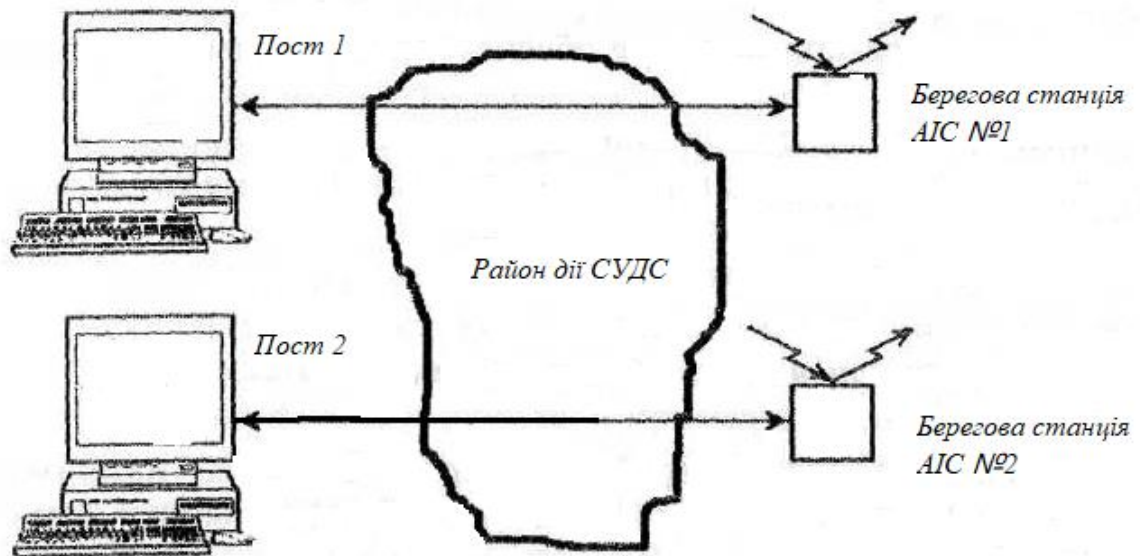


Рисунок 5.10 - Склад центрів управління

Використання мережі Інтернет для обміну між локальними центрами і регіональним центром УДС недоцільно, оскільки дешевше з'єднати всі центри комунікаційними лініями, ніж кожен локальний центр підключати до Інтернету і встановлюють зв'язок між ними по мережі Інтернет.

На регіональному центрі доцільно забезпечувати обмін між зовнішніми абонентами через мережу Інтернет. При такій організації всі локальні центри також будуть мати доступ до мережі Інтернет і забезпечувати обмін між абонентами і своїми базами даних (рис. 5.11).

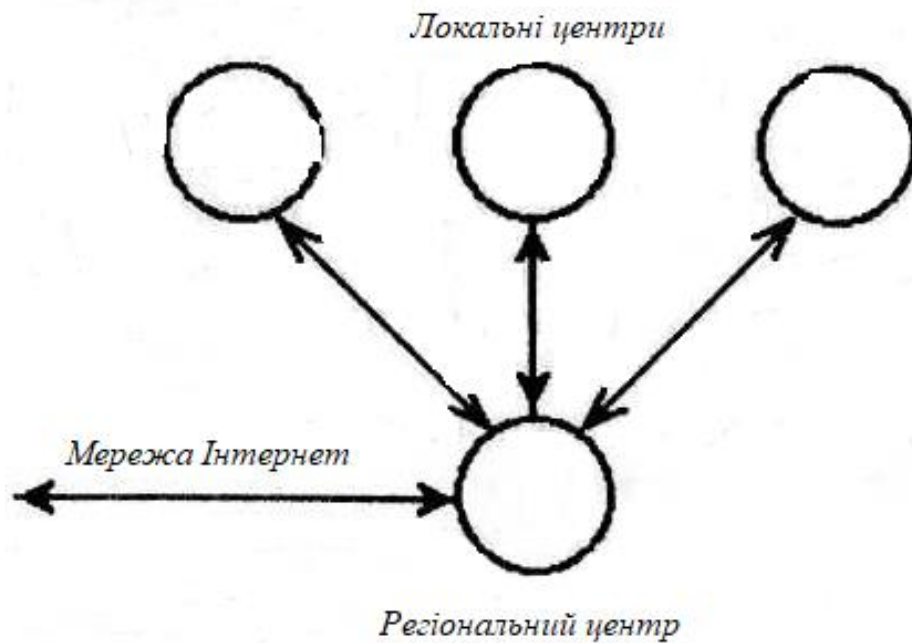


Рисунок 5.11 - Організація обміну базами даних.

Інформаційно-логічна структура центрів

Для організації інформаційних потоків використовується реляційна модель бази даних, що забезпечує:

- оптимізацію структури таблиць,
- швидкий доступ до статичних, динамічних і рейсових даних,
- ефективну синхронізацію між локальними та регіональними центрами.

Обмін даними здійснюється за протоколами FTP, HTTP, HTTPS, а також комунікаційними лініями радіо-кабельного типу.

У структурі сучасного центру керування застосовуються багатомоніторні робочі місця, сервери СУБД та інтегровані програмні комплекси, що забезпечують комплексний аналіз навігаційної обстановки.

Протокол FTP (File Transfer Protocol) призначений для передачі двійкових даних, проте його можливості обмежені, так як цей протокол розроблений одним з перших.

Протокол HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) має в наш час широке поширення. Переваги цього протокола полягають в наступному:

для звернення до бази даних і прийому даних абоненту достатньо мати на комп'ютері Web-browser, додаткове програмне забезпечення не вимагається; вбудована в протокол схема авторизації дозволяє виключити доступ до даних для користувачів, які не знають пароля; є велика кількість готових рішень, інтегруючих HTTP-сервер з базою даних, і в залежності від запиту користувача формують «на льоту» (On Fly) динамічні Web-сторінки бази даних.

Повний цикл роботи абонента в мережі Інтернет при запиті даних наведено на рис. 5.12.



Рисунок 5.12 - Цикл роботи абонента в мережі Інтернет при запиті даних.

На рис. 5.12 позначені:

HTTP-сервер - комп'ютер з відповідним програмним забезпеченням, що виконує запити абонента;

СУБД-комп'ютер з програмним забезпеченням СУБД;

1 - запит абонента по мережі Інтернет до сервера центру. Авторизація забезпечується введенням паролем. У разі його вірності дозволяється доступ до бази даних, при невірності - відмова до доступу;

2 - передача запиту від сервера до СУБД;

3 - отримання відповіді СУБД в потрібній формі;

4 - передача даних абоненту по мережі Інтернет.

Протокол HTTPS (Hyper Text Transfer Protocol) виключає можливість перехоплення даних по шляху до комп'ютера абонента, так як дані шифруються. Однак це створює додаткове навантаження на канал зв'язку з мережею Інтернет.

На рис. 5.14 наведена структура обміну між базами даних локальних і регіональних центрів УДС по комунікаційних лініях зв'язку, абонентів з базами даних центрів - по мережі Інтернет, по комунікаційних лініях зв'язку, абонентів з базами даних центрів - по мережі Інтернет.

Таблиця 5.10 – Основні можливості та проблеми АІС

Аспект	Опис
Переваги	Автоматизація, точність, висока пропускна здатність, глобальний моніторинг
Недоліки	Відсутність стандартизованих правил відображення даних
Перспективи	Розвиток супутникової АІС, розширення класу В, інтеграція з ЕКНІС 2-го покоління

Висновок

Автоматична ідентифікаційна система (АІС) є ключовим елементом сучасної навігаційно-інформаційної інфраструктури, що забезпечує підвищення рівня безпеки мореплавства та ефективності управління рухом суден. Створення системи стало результатом багаторічної еволюції міжнародних стандартів ІМО, МСЕ та МЕК, які сформували комплексні вимоги до суднових і берегових підсистем.

АІС забезпечує:

- автоматизований обмін даними між усіма учасниками морського руху;
- високу точність навігаційної інформації завдяки інтеграції з ГНСС та диференціальними системами;
- можливість оперативного контролю за судноплавством у локальних, регіональних і глобальних масштабах;
- ефективну взаємодію із СУДС та іншими засобами навігаційної підтримки.

Незважаючи на суттєвий прогрес у стандартизації системи, питання відображення та інтерпретації інформації АІС потребують подальшого вдосконалення, оскільки впливають на якість прийняття рішень штурманами та операторами СУДС. Розвиток системи має бути орієнтований на підвищення автоматизації, зростання пропускної здатності каналів зв'язку та інтеграцію з новітніми платформами моніторингу морського середовища.

РОЗДІЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙС

6.1 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі

Розрахунок виконаний на підставі завдання і даних, отриманих у попередніх розділах цієї дипломної роботи, взятих із суднової документації при роботі на переддипломної практиці, з довідкових матеріалів кафедри М і ЕМТ НУОМА, прейскурантів, тарифів та ін. Вихідні дані рейсу т/х «MSC Nora III» з порту Салалах в порт Момбаса 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 «MSC Nora III»	D_w	Тон	42317
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	1827,8
3	Відстань між портами	L	милі	1816,48
4	Кількість навантаженого вантажу:	$\Sigma Q_{шт}$	шт	1247
	контейнери всього	$Q^1_{шт}$	шт	619
	Контейнери 20'	$Q^2_{шт}$	шт	628
5	Фрахтова ставка за 1 шт вантажу	f_1	\$/шт	550
		f_2	\$/шт	680
6	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	шт/ доб.	1200
7	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	шт/ доб.	1200
8	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	15,5
9	Швидкість в каналах, вузостях	v	кан. вуз.	10
10	Добова витрата палива на ходу: важке	q^6_x	тон/доб	72,0 / 3,2
	Добова витрата палива на стоянці: легке	$q_{ст}$	тон/доб	3,2

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5
11	Ціна 1 тони палива: важке легке	C_v C_l	\$/т \$/т	420 650
12	Балансова вартість судна	$C_{бал}$	\$	8324400
13	Річна норма амортизації	Ha	%	10
14	Позаексплуатаційний час	T_{ze}	діб.	15
15	Чисельність екіпажу	$Ч_{ек}$	чол.	27
16	Час затримки в дорозі	$t_{зат}$	доб.	0,7
17	Додатковий час в портах стоянки	$t_{доод}$	доб.	0,6
18	Заробітна платня	$R_{зн}$	\$/доб	2800
19	Витрати на технічне постачання	$R_{т.пос}$	\$/доб	300
20	Навігаційні витрати	$R_{нав}$	\$/доб	200
21	Портові збори	$R_{порт}$	\$	21450
22	Агентування суден	$R_{аг}$	\$/доб	150
23	Витрати на страхування судна	$R_{стр}$	\$/доб	220
24	Витрати на ремонт	$C_{рем}$	\$/мр.п.	600000
25	Вартість одного доковання	$C_{док}$	\$	40000

При розрахунку кількісних показників роботи судна в рейсі використовуємо дані рейсового завдання [36, 38].

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

$$D_q = D_w - G_{зан}, \quad (6.1)$$

$$D_q = 42317 - 1827,8 = 40489 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

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

де T_k - календарний період, приймаємо 365 діб;

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

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

$$t_x = 1816,48 / (15,5 \times 24) + 0,7 = 5,6 \text{ діб}$$

- стоянковий час:

$$t_{cm} = t_{cm}^n + t_{cm}^s = \left(\frac{Q_1}{M_{n1}} \right) + \left(\frac{Q_1}{M_{s1}} \right) + t_{don} \quad (6.4)$$

$$t_{cm} = 1247 / 1200 + 1247 / 1200 + 0,6 = 2,7 \text{ діб.}$$

- час рейсу складе:

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

$$t_p = 5,6 + 2,7 = 8,3 \text{ діб}$$

4. Розрахуємо провізну спроможність судна:

- зроблено шт-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 1247 \times 1816,48 = 2265151 \text{ шт-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_{\psi} L = 40489 \times 1816,48 = 73547459 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

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

$$\Sigma F_{рейс} = 619 \times 550 + 628 \times 680 = 767490 \text{ $/рейс}$$

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

Постійні експлуатаційні витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

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

- витрати на заробітну плату (R_{zn}) 2800 \$/добу;

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

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

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

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

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

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

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

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

$$R_{рем} = ((40000 + 600000) / 5) / 350 = 366 \text{ \$/добу}$$

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

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

$$R_{ам} = (8324400 \times 0,1) / 350 = 2418 \text{ \$/добу};$$

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

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

де $H_{сн}$ - норма постачання;

$$R_{сн} = (8324400 \times 0,02) / 350 = 484 \text{ \$/добу};$$

- витрати на технічне постачання ($R_{т.пос.}$) 300 \\$/добу;
- навігаційні витрати, \\$/добу ($R_{нав}$) 200 \\$/добу;
- портові збори ($R_{порт}$) 21450 \\$/рейс;
- витрати з агентування ($R_{аг}$) 150 \\$/добу;
- витрати на страхування ($R_{стр}$) 220 \\$/добу.

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

$$R_{екс} = 2800 + 324 + 366 + 2418 + 484 + 300 + 200 + 21450 / 8,3 + \\ + 150 + 220 = 9846 \text{ \$/ добу}$$

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 %.

$$R_{кос.} = 9846 \times 0,02 = 197 \text{ \$/добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{заг} = 9846 + 197 = 10043 \text{ \$/добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{заг.екс} = 10043 \times 8,3 = 83357 \text{ \$/рейс}$$

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

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

$$R_x^e = k_{см} \cdot q_x \cdot Ц_x \quad (6.15)$$

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

$$R_x^e = 1,1 \times 72,0 \times 420 = 33264 \text{ \$/ добу}$$

$$R_{см}^l = 1,1 \times 3,2 \times 650 = 2288 \text{ \$/ добу}$$

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

$$R_{см}^l = k_{см} \cdot q_{см} \cdot Ц_l \quad (6.16)$$

$$R_{см}^l = 1,1 \times 3,2 \times 650 = 2288 \text{ \$/ добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

$$\Sigma R_{неp} = (R_x^m + R_x^l) \cdot t_x + (R_{см}^m \cdot t_{см}) \quad (6.17)$$

$$\Sigma R_{неp} = (33264 + 2288) \times 5,6 + 2288 \times 2,7 = 205269 \text{ \$/рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{\text{рейс}} = 83357 + 205269 = 288626 \text{ \$/рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

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

$$\Sigma \Pi_{\text{рейс}} = 767490 - 288626 = 478864 \text{ \$/рейс}$$

Прибуток судна т/х «MSC Nora III» з порту Салалах в порт Момбаса з вантажем контейнери за рейс склав 478864 \$/рейс.

Якісні показники роботи судна в рейсі розраховуємо за методикою [38]:

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

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

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

2. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

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

$$V_{\text{ср.}} = 1816,48 / 5,6 = 324$$

3. Коефіцієнт ходового часу:

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

$$\varepsilon_x = 5,6 / 8,3 = 0,675$$

4. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

$$\mu_{\text{в}} = \alpha_3 \cdot V_{\text{ср.}} \cdot \varepsilon_x, \quad (6.23)$$

$$\mu_{\text{в}} = 0,986 \times 324 \times 0,675 = 215,64$$

5. Валова прибутковість одних судно-днів:

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

$$\mu = 767490 / 8,3 = 92469 \text{ \$}/\text{доба}$$

6. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

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

$$S_{ум} = 288626 / 1247 = 231,46 \text{ \$}/\text{шт}$$

7. Собівартість 1 тонно-милі в рейсі:

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

$$S_{ум-м} = 288626 / 2265151 = 0,1274202 \text{ \$}/\text{шт-м}$$

8. Собівартість утримання судна в добу експлуатації:

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

$$S_{с-д} = 288626 / 8,3 = 34774 \text{ \$}/\text{доба.екс}$$

10. Рівень дохідності являє відношення доходів до витрат:

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

$$PF = 767490 / 288626 = 2,66$$

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.

6.2 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 [38]:

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$Ч_p = T_{екс} / t_p \quad (6.29)$$

$$Ч_p = 350 / 8,3 = 42,17$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma Q_{екс} = 1247 \times 42,17 = 52586 \text{ шт} / \text{рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

$$\Sigma Ql_{екс} = \Sigma Ql Ч_p \quad (6.31)$$

$$\Sigma Ql_{екс} = 2265151 \times 42,17 = 95521418 \text{ шт-миль} / \text{рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

$$\Sigma F_{екс} = \Sigma F_{рейс.} Ч_p \quad (6.32)$$

$$\Sigma F_{екс} = 767490 \times 42,17 = 32365053 \text{ \$} / \text{рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma R_{екс} = R_{рейс.} Ч_p \quad (6.33)$$

$$\Sigma R_{екс} = 288626 \times 42,17 = 12171358 \text{ \$} / \text{рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma\Pi = 478864 \times 42,17 = 20193695 \text{ \$ / рік}$$

7. Рівень дохідності роботи судна за експлуатаційний період:

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

$$PF = 32365053 / 12171358 = 2,66$$

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

Таблиця 6.2 - Кількісні і якісні показники виконаного рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Валовий дохід	F	\$	767490
2	Затрати загальні	R	\$	288626
3	Прибуток	Π	\$	478864
4	Коефіцієнт ходового часу	ε_x		0,675
5	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	милі/доб	324
6	Дохідність судна	μ	\$/ доб	92469
7	Рівень дохідності	PF		2,66
8	Собівартість перевезення 1 шт вантажу	$S_{шт}$	\$/шт	231,46
9	Собівартість 1 шт-милі	$S_{шт-м}$	\$/шт-м	0,1274202
10	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	$S_{с-д}$	\$/доб.	34774

В результаті проведених розрахунків, наведених у таблиці 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень дохідності 2,66, прибуток 478864 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 20193695 \$. Судно «MSC Nora» 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)

Вантажне судно «PAN QUEEN» стоїть в порту Фрітаун (Сьєрра-Леоне) біля причалу № 9 під навантаженням. Отримано повідомлення про інцидент зі скрапленням газом: на території перевантажувального комплексу аміаку зійшли з рейок і перекинулися три залізничні цистерни. Ймовірна причина аварії – терористичний акт. З пошкоджених цистерн вилилося 110 т зрідженого аміаку, який є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). Характер розливу «вільно». На території порту оголошена терористична загроза.

Метеорологічні умови на момент аварії: час доби – день, 9.00, температура повітря 20⁰, швидкість вітру 0,5 м/с, вітер – зустрічний, суцільна хмарність. Відстань від судна до місця аварії – 1,5 км. Характер місцевості – промислова забудова і територія порту.

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

Визначити заходи контролю обробки вантажу і доставки суднових запасів та постачання для забезпечення охорони судна.

8.1.2. Оцінка масштабів хімічного зараження території

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

1) Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря

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

Таблиця 7.1 - Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

Швидкість вітру, м/с	Наявність хмарності		
	відсутня	середня	суцільна
0,5	конвекція	конвекція	ізотермія
0,6 – 2,0	конвекція	конвекція	ізотермія

2) Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі

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

Розраховуємо еквівалентну кількість $Q_{\Sigma 1}$ (т) аміаку в первинній хмарі:

$$Q_{\Sigma 1} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0 = 0,01 \cdot 0,04 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 110 = 0,01 \text{ т,}$$

де: $K_1 = 0,01$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (таблиця 7.2);

$K_3 = 0,04$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози аміаку (таблиця 7.2);

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

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

$Q_0 = 110$ – кількість аміаку, що розлився при аварії, т.

Таблиця 7.2 - Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

	Щільність СДОР, т/м ³	Температура	Порогов	Значення допоміжних коефіцієнтів
--	----------------------------------	-------------	---------	----------------------------------

Найменування СДОР	Газ	Рідина			K ₁	K ₂	K ₃	K ₇ для температури повітря (°C)				
								-40	-20	0	20	40
Аміак	-	0,681	-33,4	15	0,01	0,025	0,04	$\frac{0}{0,9}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$

Примітка. У таблиці наведені значення K₇у чисельнику - K₇^I (для первинної хмари), у знаменнику - K₇^{II} (для вторинної хмари).

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

Площа розливу S_p (м²) аміаку дорівнює:

$$S_p = \frac{V_p}{h} = \frac{Q_0 / \rho}{h} = \frac{110 / 0,681}{0,05} = 3231 \text{ м}^2,$$

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

Q₀ = 110 – кількість аміаку, що розлився при аварії, т.

ρ = 0,681- щільність аміаку, т/м³ (таблиця 8.2);

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

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

Розраховуємо тривалість вражаючої дії T (год.) аміаку:

$$T = \frac{h \cdot \rho}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{II} K_M \cdot v_{II}} + \frac{1}{0,05 \cdot 0,681} = \frac{0,05 \cdot 0,681}{0,025 \cdot 1 \cdot 1} + \frac{1}{0,2 \cdot 6} = 2,2 \text{ год.} = 2 \text{ год. } 12 \text{ хв.},$$

де: K₂ = 0,025 – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей аміаку (таблиця 8.2);

K₄ = 1 – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (таблиця 8.3);

$K_7^{\text{II}} = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення вторинної хмари (таблиця 8.2);

$K_M = 0,2$ – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари аміаку (таблиця 8.4);

$v_{\text{п}} = 6$ – швидкість перенесення переднього фронту зараженого повітря, км/год. (таблиця 8.5).

Таблиця 7.3 - Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

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

Таблиця 7.4 - Значення коефіцієнту K_M залежно від впливу характеру місцевості

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

Таблиця 7.5 - Швидкість (км/год.) перенесення $v_{\text{п}}$ 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 аміаку Q_{32} (т) у вторинній хмарі:

$$Q_{32} = \frac{Q_0}{h \cdot \rho} = \frac{110}{0,05 \cdot 0,681} \cdot (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{\text{II}} = 0,99 \cdot 0,025 \cdot 0,04 \cdot 1 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{110}{0,05 \cdot 0,681} = 0,74 \text{ т,}$$

де: $K_1 = 0,01$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (таблиця 8.2);

$K_2 = 0,042$ - коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей сірководню (таблиця 7.2);

$K_3 = 0,04$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози аміаку (таблиця 7.2);

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

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

4) Визначення глибини і площі зони зараження

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

Для $Q_{\Sigma 1} = 0,01$ т та швидкості вітру $u = 0,5$ м/с визначаємо глибину зони зараження первинною хмарою аміаку : $\Gamma_1 = 0,38$ км.

Для $Q_{\Sigma 2} = 0,74$ т та швидкості вітру $u = 0,5$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою аміаку: $\Gamma_2 = 4$ км.

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 4 + 0,5 \cdot 0,38 = 4,19 \text{ км} ,$$

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

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

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

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

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{matrix} \right\} = 4,19 \text{ км.}$$

Таблиця 7.6 - Глибина (км) зони зараження

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

Визначаємо площу зони можливого зараження S_B (км²) хмарою аміаку:

$$S_B = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^0 = 3,14 \cdot 4,19^2 \cdot 360^0 / 360^0 = 55,1 \text{ км}^2,$$

де: $\Gamma = 4,19$ - розрахункова глибина зони зараження, км;

$\varphi = 360^0$ - кутовий розмір зони зараження, град (таблиця 8.7).

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

Швидкість вітру (u), м/с	$\leq 0,5$	0,6 - 1	1 , 1 - 2	>2
φ , град	36 0	180	9 0	45

Визначаємо площу зони фактичного зараження S_f (км²):

$$S_f = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 4,19^2 \cdot 1^{0,2} = 2,33 \text{ км}^2,$$

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

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

Територія можливого хімічного зараження представляє собою коло, що має кутовий розмір $\varphi = 360^0$ (таблиця 7.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 4,19$ км. Центр кола співпадає з джерелом зараження - місцем розливу аміаку.

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

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ_1 (км):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_{\text{э}}}{D_1} \right)^{\psi} = 3,73 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{0,75}{6} \right)^{0,606} = 0,21 \text{ км},$$

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

$Q_{\Sigma} = Q_{\Sigma 1} + Q_{\Sigma 2} = 0,01 + 0,74 = 0,75$ – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару, т;

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

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

$$\Gamma_{0,4l} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_{\Sigma}}{D_{0,4l}} \right)^{\Psi} = 3,73 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{0,75}{2,4} \right)^{0,606} = 0,37 \text{ км},$$

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

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

$$\Gamma_{0,2l} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_{\Sigma}}{D_{0,2l}} \right)^{\Psi} = 3,73 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{0,75}{1,2} \right)^{0,606} = 0,56 \text{ км},$$

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

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

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

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 4,19$ км.

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

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

$$t = \frac{x}{K_m \cdot v_{\Pi}} = \frac{1,5}{0,2 \cdot 6} = 1,25 \text{ год.} = 1 \text{ год. } 15 \text{ хв.},$$

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

8.1.3. Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження території внаслідок інциденту показала, що хмара зараженого повітря досягне судна «PAN QUEEN» через 1 год. 15 хв.

В результаті утворення хмари зараженого повітря при розливі аміаку утворюється небезпечна зона з глибиною ураження до 4,19 км. Так як відстань до місця аварії 1,5 км, то можна зробити висновок, що судно потрапляє в зону легких уражень.

Для уникнення можливих людських втрат пропонуються такі заходи:

- оголосити хімічну тривогу та повідомити екіпаж про надзвичайну ситуацію в порту;
- зв'язатися з аварійними службами порту для отримання оперативної інформації про розвиток аварії;
- терміново припинити усі роботи на судні;
- враховуючі, що час підходу хмари СДОР до судна становить 1 год. 15 хв., доцільно залишити судно та евакуювати усіх членів екіпажу за межі небезпечної зони ураження;
- попередити екіпаж судна, що повернення на судно можливо тільки після того, як завершиться дія вражаючих концентрацій в зоні ураження (не раніше 2 год. 12 хв.);

- перед поверненням на судно необхідно отримати інформацію про рівень концентрації СДОР на відкритому повітрі і в повітрі приміщень судна.

7.1.4. Заходи контролю обробки вантажу і доставки суднових запасів та постачання для забезпечення охорони судна

Заходи з охорони, що стосуються обробки вантажу і доставки суднових запасів та постачання, повинні:

- забезпечувати перевірку цілісності вантажу і суднових запасів і їхньої упаковки;
- запобігати прийому вантажу і суднових запасів без перевірки;
- запобігати незаконним діям із запасами, а також
- запобігати прийому вантажу і суднових запасів, які не замовлялися.

Стосовно суден, що регулярно використовують портовий засіб, може виявитися доцільним установити процедури для судна, постачальників суднових запасів і для портового засобу, що передбачають повідомлення про доставку, розклади доставки та їхнє документування. Завжди слід передбачати певний спосіб підтвердження того, що представлені до доставки запаси супроводжуються доказом того, що судно їх замовляло.

Для рівня охорони 1 у плані охорони судна повинні бути встановлені заходи з охорони, які повинні застосовуватися під час доставки суднових запасів, і які можуть уключати:

- перевірку того, що запаси відповідають замовленню, яка проводиться до завантаження запасів на судно, та
- забезпечення негайного безпечного розміщення суднових запасів.

Для рівня охорони 2 в плані охорони судна повинні бути встановлені додаткові заходи з охорони, що повинні застосовуватися під час доставки суднових запасів, і які полягають у перевірці запасів до їхньому прийомові на судно й підвищенні ретельності перевірок.

За рівня охорони 3 судно повинно дотримуватися вказівок, що надійшли від тих, хто вживає відповідних заходів у випадку інциденту, пов'язаного з охороною, або його загрози. У плані охорони судна повинні бути детально викладені заходи з охорони, які можуть бути вжиті судном у тісній взаємодії з тими, хто вживає відповідних заходів, і з портовим засобом. Ці заходи можуть уключати

- проведення ретельніших перевірок суднових запасів;
- підготовку до обмеження або припинення обробки суднових запасів, а також
- відмову в прийомі запасів на судно.

Для рівня охорони 1 в плані охорони портового засобу повинні бути встановлені заходи охорони, що підлягають застосуванню для контролю доставки суднових запасів, які включають:

- перевірку суднових запасів;
- завчасне повідомлення про склад вантажу, водія і реєстрацію транспортного засобу;
- огляд транспортного засобу для доставки.

Перевірка суднових запасів може здійснюватися за допомогою деяких або всіх таких способів:

- шляхом візуального та фізичного огляду;
- шляхом використання скануючого устаткування, механічних пристроїв або собак.

Для рівня охорони 2 в плані охорони портового засобу повинні бути встановлені додаткові заходи охорони, що підлягають застосуванню для посилення контролю за доставкою суднових запасів, які включають:

- ретельну перевірку суднових запасів;
- ретельний огляд транспортних засобів для доставки;
- взаємодію з судновим персоналом для звірки замовлення з транспортною накладною до проїзду на територію портового засобу;
- супровід транспортного засобу для доставки на територію портового засобу.

При рівні охорони 3 портовий засіб повинен слідувати вказівкам, що надійшли від тих, хто приймає заходи у випадку події, пов'язаної з охороною, або загрози. У плані охорони портового засобу повинні бути докладно викладені заходи охорони, які можуть бути прийняті портовим засобом у тісній взаємодії з тими, хто приймає заходи у відповідь, наприклад, з суднами в районі портового засобу, які можуть включати підготовчі дії до введення обмежень або припинення доставки суднових запасів у межах усього портового засобу або його частини.

ВИСНОВОК

У дипломній роботі виконано комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна "MSC Nora III" за маршрутом Салалах (Оман) – Момбаса (Кенія) та розглянуті всі аспекти планування рейсу. За каталогом карт і книг зроблено добір карт, книг та посібників на маршрут. Виконана прокладка курсів, розраховане плавання по ним і природна освітленість за маршрутом переходу.

Виконана робота дозволила призвести навігаційну оцінку переходу і забезпечити безпеку плавання при його виконанні.

Вироблено розміщення вантажу по трюмах і виконаний розрахунок статичної та динамічної остійності, з перевіркою поздовжньої міцності.

У дослідницькій чолі розглядається Автоматична ідентифікаційна система (АІС) є ключовим елементом сучасної навігаційно-інформаційної інфраструктури, що забезпечує підвищення рівня безпеки мореплавства та ефективності управління рухом суден. Створення системи стало результатом багаторічної еволюції міжнародних стандартів ІМО, МСЕ та МЕК, які сформували комплексні вимоги до судових і берегових підсистем.

Незважаючи на суттєвий прогрес у стандартизації системи, питання відображення та інтерпретації інформації АІС потребують подальшого вдосконалення, оскільки впливають на якість прийняття рішень штурманами та операторами СУДС. Розвиток системи має бути орієнтований на підвищення автоматизації, зростання пропускної здатності каналів зв'язку та інтеграцію з новітніми платформами моніторингу морського середовища.

Була зроблена оцінка економічної ефективності рейсу. Рейс виявився рентабельним.

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

Виконана робота дозволила підсумувати курс теоретичної та практичної підготовки в НУОМА і приготуватися до якісно нового етапу в роботі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Резолюція ІМО А.893 (21) –1999 «Посібник з планування рейсу».
2. Конвенція та кодекс з підготовки, дипломування моряків та несення вахти (ПДМНВ-78/95) – International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, 1978/95 (STCW-78/95)
3. Рекомендації щодо організації штурманської служби на морських судах України (РШСУ-98).-Одеса: ЮЖНИИМФ, 1998.-111с.
4. Руководство по процедурам на мостике — Bridge Procedure Guide. - International chamber of shipping. 1998-87 р.
5. Методичні вказівки для виконання магістерської роботи / Укл. І.І. Ворохобін та ін. –Одеса: НУОМА, 2023. – 96 с.
6. Забезпечення навігаційної безпеки плавання [Текст]: навчальний посібник / В. Г. Алексішин, Л. А. Козир, С. В. Симоненко; Одеська морська національна академія. - Одеса: Фенікс; М.: ТрансЛіт, 2012. – 518 с.
7. Alan Murray. Astro Navigation From Square One To Ocean Master.- M-Y Books, 2013. - 445 р.
8. Практичне судноводіння [Текст]: навч. посібник / В. Г. Алексішин, В. Т. Долгочуб; Одеська морська національна академія. - 4-те вид., Випр. та дод. – О.: Фенікс, 2011. – 376 с.
9. Михальчук В.В. Мореходная астрономия: конспект лекций. - Одесса: ОНМА, 2003 - 55с.
10. D.J. House Seamanship Techniques. Shipboard and Marine Operations. 5th Editdion. 2018. - 922 р.
11. Кондрашихін В.Т., Бердінських Б.В., Мальцев А.С., Козир Л.А. Довідник судноводія з навігаційної безпеки мореплавання. – Одеса, 1990.-167с.
12. Бурмака І.О. Управління судами у ситуації небезпечного зближення / І.О Бурмака., Е.Н П'ятаков., А.Ю. Булгаков - LAP LAMBERT Academic Publishing, - Саарбрюккен (Германия), – 2016. - 585 с.
13. http://shturman-tof.ru/Slovar/Slovar_01.htm

14. Ніколаєва Л. Л. Комерційна експлуатація судна: навч. [для студ. вищ. навч. зав.] / Л. Л. Ніколаєва. – Одеса: Фенікс, 2006. – 754 с.
15. Савчук В. Д. Технологія перевезення вантажів : підруч. / В. Д. Савчук. – Одеса: ВидавІнформ, 2008. – 335 с.
16. Мальцев А.С. Теорія та практика безпечного управління судном під час маневрування. Дис. докт. техн. наук: 05.22.16. Одеса, 2007. 395 с.
17. Правила класифікації та побудови морських суден. В 5-ти т. Том 2. – Київ: Регістр судноплавства України, 2014.
18. Мальцев А.С. Маневрування судів під час розбіжності. - Одеса.: Морський тренажерний центр, 2002. стр. 208
19. Сізов В.Г. Теорія корабля: Підручник. Видання 4-те, перероблене та доповнене. – Одеса: Фенікс, 2008. – 464 с.
20. Бурмака І.О. Управління судами у ситуації небезпечного зближення / І.О Бурмака., Е.Н П'ятаков., А.Ю. Булгаков - LAP LAMBERT Academic Publishing, - Саарбрюккен (Германия), – 2016. - 585 с.
21. Code on Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments. Resolution A.267(85). -London: International Maritime Organization, 2008.-109 р.
22. Регістр Судноплавства України. Правила класифікації та побудови морських суден.: У 5-ти т. Том 2. - Київ: Регістр судноплавства України, 2016.
23. Вагущенко Л.Л. Системи автоматичного управління рухом судна/Вагущенко Л.Л., Цимбал Н.М. - 3-тє вид., Перероб. І дод. - Одеса: Фенікс, 2007. – 328 с.
24. Вагущенко Л.Л., Кошовий А.А. Автоматизовані комплекси судноводіння. Підручник для морських академій. – Видавництво «КВІЦ», Київ, 2000. – 292с.
25. Вагущенко Л.Л. Інтегровані системи ходового містка. – Одеса: Латстар, 2003. – 169 с.

26. Вагущенко Л.Л. Суднові навігаційно - інформаційні системи/Л.Л. Вагущенко, О.В. Вагущенка [3-тє вид., перероб. та дод.]. – Одеса: НУ «ОМА», 2016. – 238 с.
27. Шишикін А. В., Купровський В. І., Кошовий В. М. - Глобальна морська система зв'язку для безпеки мореплавання. – Одеса: ОНМА, 2003. – 189 с.
28. В.М. Кошовий, А.В. Шишкін, В.І. Купровський – Система та пристрої автоматичної ідентифікації, - Одеса, 2005 р. – 79 с.
29. Вагущенко Л.Л., Кошовий А.А. Автоматизовані комплекси судноводіння. Підручник для морських академій – Видавництво «КВІЦ», Київ, 2000 р. - 292 с.
30. Алексішин В.Г., Козир Л.А., Короткий Т.Р. Міжнародні та національні стандарти безпеки мореплавання. – Одеса: Латстар, 2002. – 257 с.
31. Морська бібліотека <http://sea-library.ru/gmdss/75-ais.html>
32. Міжнародна конвенція з охорони людського життя на морі 1974 року – Solas 74, 2008р.
33. Баранов Ю.К., Гаврюк М.І., Логіновський В.А., Пєсков Ю.А. Навігація. – 3-є изд., перероб. і доп., 1997. – 512 с.
34. Каретніков В.В. Автоматизація судноводіння/В.В. Каретніков, В.Д. Ракітін, А.А. Сікарев – СПГУВК, 2007. - 265 с.
35. <https://unctad.org/en/pages/> - Review of Maritime Transport 2018 (Обзор морского транспорта)
36. Вінніков В.В. Економіка підприємства морського транспорту (економіка морських перевезень):-3 видавництва, перероб. дод.-О.: Фенікс, 2011. – 944 с.
37. 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.
38. Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи. – Одеса: НУ «ОМА», 2017, с. 20.

39. Конвенція та кодекс з підготовки і дипломування моряків та несення вахти (STCW-78 з поправками), Розділ VIII;
40. Міжнародні організації: Навч. посіб. / За ред. О.С. Кучика. - 2-ге вид., перероб. і доп. - К.: Знання, 2007. - 749 с.
41. Міжнародне право: Навч. Посібник. / За ред. М.В. Буроменського.- Юрінком Інтер, 2006. - 336 с.
42. Офіційна сторінка Міжнародної Морської Організації – Доступно з www.imo.org
43. <https://mon.gov.ua/storage/app/media/pto/standarty/matroskiiv210314-3.doc>
44. Дмитрієв В.І. Забезпечення безпеки плавання: Навчальний посібник для вузів водного транспорту. – Академкнига, 2005.- 374 с.
45. Міжнародна Конвенція МАРПОЛ-73/78. - ІМО, 2014. - 143 с.
46. МАРПОЛ 73/78. Додатку V до Міжнародної Конвенції щодо запобігання забрудненню з суден 1973 р., виправленої Протоколом 1978 р.
47. Терновський В. Б. Методичні вказівки щодо виконання розділу дипломної роботи «Охоронні заходи та цивільна оборона на судні» / В. Б. Терновський – Одеса: НУОМА, 2015. – 75 с.