

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

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра «Електронні комплекси судноводіння»

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА

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

Лайтана Владислава Миколайовича

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема: «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна

«Louis Maersk» за маршрутом Джебель-Алі (Jebel Ali) – Сінгапур (Singapore)»

Підпис магістранта _____

Завідуючий кафедрою _____

Керівник _____

Рецензент _____

Нормоконтроль _____

м. Одеса
2025 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра: «Електронні комплекси судноводіння»

Спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Завідуючий кафедрою

" ____ " _____ 20__ р

З А В Д А Н Н Я

по дипломній роботі магістранта

Лайтана Владислава Миколайовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Louis Maersk» за маршрутом Джебель-Алі – Сінгапур»
затверджена наказом по академії від " ____ " _____ 20__ р. № _____
2. Строк здачі курсантом закінченої роботи ____ " ____ " _____ 20__ року
3. Вхідні дані до роботи:
 1. Ворохобін І.І. та інші. Методичні вказівки до виконання магістерської роботи.
 2. Суднова документація m/v «Louis Maersk».
 3. Міжнародні кодекси і конвенції.
 4. Guide to Port Entry.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):
 - Розділ 1. Характеристики судна.
 - Розділ 2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу.
 - Розділ 3. Обробка та розміщення вантажів.
 - Розділ 4. Оцінка морехідних якостей судна.
 - Розділ 5. Використання інноваційних технологій у морській галузі.
5. Перелік графічного матеріалу:
 1. Wheelhouse poster.
 2. Графічний план переходу.
 3. Вантажний план судна.
 4. Діаграма статичної остійності на відхід.
 5. Діаграма статичної остійності на прихід.

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

Розділ (визначається кафедрою)	ПІБ консультанта	Підпис і дата
1. Характеристики судна		
2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу		
3. Обробка та розміщення вантажів		
4. Оцінка морехідних якостей судна		
5. Використання інноваційних технологій у морській галузі		
6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі (кафедра "Менеджменту і економіки морського транспорту")		
7. Охоронні заходи та цивільна оборона на судні (кафедра "Судноводіння")		

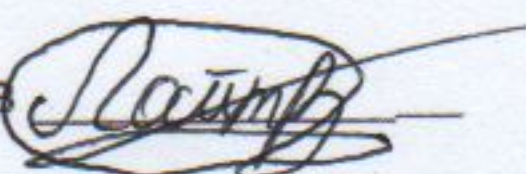
7. Календарний план дипломної роботи магістранта

№ п/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ. Характеристики судна.	вересень	Виконано
2	Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу.	вересень	Виконано
3	Обробка та розміщення вантажів.	жовтень	Виконано
4	Оцінка морехідних якостей судна.	жовтень	Виконано
5	Використання інноваційних технологій у морській галузі.	жовтень	Виконано
6	Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі.	листопад	Виконано
7	Охоронні заходи та цивільна оборона на судні. Висновки.	листопад	Виконано

8. Дата видачі завдання _____

Керівник _____

Завдання до виконання прийняв



Магістерська робота містить 131 с., 22 рис., 46 табл., 46 використаних джерел.

У даній роботі виконано комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Louis Maersk» за маршрутом Джебель-Алі – Сінгапур у січні місяці з вантажем контейнерів загальною вагою 31808 т.

Приведені всі особливості навігації, погодні умови, складений оптимальний вантажний план судна, що задовольняє всім вимогам по остійності судна.

Виконаний розрахунок і зроблений висновок оцінки економічних показників рейсу.

Проведено дослідження питань, пов'язаних з використанням інноваційних технологій у морській галузі.

Розглянуто питання по охоронним заходам та цивільною обороною на судні.

The master's thesis contains 131 pages, 22 figures, 46 tables, 46 sources used.

In this work, a comprehensive study and study of the stages of passage of the vessel «Louis Maersk» on the route Jebel Ali – Singapore in January, transporting a container cargo with a total weight of 31,808 tons

All the features of navigation, weather conditions, the optimal cargo plan of the vessel, which meets all the requirements for the ship's stability are presented.

The calculation was made and the assessment of the economic performance of the voyage was made.

Research has been conducted on issues related to the use of innovative technologies in the maritime industry.

Issues related to security measures and civil defense on board the ship are considered.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА	10
1.1 Загальні відомості і головні розміри	10
1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна	13
1.3 Маневрені характеристики	13
1.4 Навігаційне обладнання	13
1.5 Забезпечення непотоплюваності	19
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ	22
2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу	22
2.2 Оцінка запланованого переходу	22
2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході	28
2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації	32
2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибрежному пла- ванні	34
2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання	42
2.3.1 Розрахунок ортодромії	42
2.3.2 Складання маршрутних листів	45
2.3.3 Графічний план переходу	47
2.3.4 Розрахунок природної освітленості	47
2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів	49
РОЗДІЛ 3. ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ	52
3.1 Транспортні характеристики вантажів	52
3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та доку- ментальне оформлення морського перевезення	53

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна	55
3.4 Складання вантажного плану	59
3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу	61
РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА	63
4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна	63
4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності	69
4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації	73
4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності	74
4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності	78
4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності ...	80
4.7 Контроль загальної поздовжньої міцності судна	81
РОЗДІЛ 5. ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МОРСЬКІЙ ГАЛУЗІ	85
5.1 Виявлення напрямків розвитку інноваційних технологій у морсь- кій індустрії	85
5.2 Сучасні електронні засоби судноводіння та їх роль у забезпеченні безпеки мореплавства	87
5.2.1 Автономні та інтелектуальні навігаційні системи: поточний стан та перспективи розвитку	90
5.2.2 Е-навігація та стандарти ІМО: гармонізація цифрових сервісів у морській галузі	93
5.2.3 Інноваційні технології в комерційному судноплавстві: ефектив- ність, економіка, цифрові платформи	95
5.3 Використання інновацій у складних та екстремальних умовах (Арктика, полярні райони)	97
5.3.1 Виклики впровадження інновацій та потреби майбутнього	101
РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ	104
6.1 Морські вантажні контейнерні перевезення	104

6.2 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі	105
6.3 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу	113
РОЗДІЛ 7. ОХОРОННІ ЗАХОДИ ТА ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ	116
7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту	116
7.1.1 Вихідні дані (сценарій виникнення надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту)	116
7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території	116
7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат	124
7.1.4 Стандартні робочі процедури по прийняттю відповідних заходів у разі порушення захисту судна	125
ВИСНОВКИ	127
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	128

ВСТУП

Ця дипломна робота присвячена комплексного опрацювання рейсу. У ній висвітлено найбільш важливі в роботі судноводіїв теми: навігаційна підготовка до переходу, складання вантажного плану, аналіз економічної ефективності рейсу, використання інноваційних технологій у морській галузі, питання цивільної оборони.

Вище перераховані аспекти судноводійної професії тісно взаємопов'язані.

Для безпечного судноводіння необхідно можливо краще знати власне судно; його конструктивні особливості, наявні на ньому навігаційне обладнання та конструктивні заходи щодо забезпечення безпеки. Цим питанням присвячена перша глава.

Неможливо переоцінити значення навігаційної підготовки – найважливішої застави безпечного плавання. Тільки ретельне вивчення майбутнього району плавання, беручи до уваги всі можливі обставини, дозволять судну безпечно здійснити перехід з порту в порт.

Однак, правильна завантаження не менш важлива – від цього безпосередньо залеже остійність судна, його морехідні якості. Тому складений вантажний план повинен відповідати всім вимогам ІМО.

У дослідницькому розділі розглянуто основні напрями розвитку інноваційних технологій у морській галузі та їхній вплив на безпеку, ефективність і стійкість міжнародного судноплавства. Показано, що сучасні електронні засоби судноводіння, системи е-навігації, автономні та інтелектуальні навігаційні комплекси, а також цифрові платформи управління флотом формують нову техніко-організаційну парадигму морського транспорту.

Встановлено, що, незважаючи на значні інвестиції у технічні засоби, людський фактор продовжує залишатися ключовим джерелом ризиків, а отже, інновації мають розглядатися не як заміна людини, а як інструмент підтримки прийняття рішень, зниження когнітивного навантаження та формування культури безпеки.

Розвиток е-навігації та впровадження стандартів ІМО щодо Maritime Services і

моделі даних S-100 створюють основу для гармонізації цифрового середовища морського транспорту. Упровадження інноваційних технологій у комерційному суднопластві сприяє підвищенню енергоефективності, оптимізації логістичних процесів та покращенню управління технічним станом суден.

Водночас значними залишаються нормативно-правові, технічні, економічні та соціально-етичні виклики, пов'язані з масовим впровадженням інновацій, особливо у контексті автономних суден та кібербезпеки. Подолання цих викликів потребує комплексного підходу, скоординованих дій міжнародних організацій, держав, судноплавних компаній та освітніх закладів.

В сучасних економічних умовах необхідно прагнути до найбільш ефективної роботи морських транспортних судів. Нам під силу скорочення невиробничих втрат часу. Крім того, ретельно обраний шлях судна, з урахуванням всіх обставин дозволить найбільш точно визначити ходове час між портами, тобто, в свою чергу, дозволить точніше визначити кількість необхідних запасів на рейс, що дасть можливість більш повно використовувати вантажопідйомність судна. Це дозволить підвищити доходи судна.

Але при цьому не можна забувати про цивільну оборону на судні.

РОЗДИЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

Основні відомості про судно представлені у вигляді табл. 1.1 [1].

Таблиця 1.1

Основні відомості про судно

1	2	3
1.	Назва судна	«Louis Maersk»
2.	Тип судна	контейнеровоз
3.	Позивний сигнал судна	VRTV2
4.	ІМО №	9190731
5.	ММСІ №	477664600
6.	Рик і місце будівництва	2001. Німечина
7.	Клас Регистра	GL + 100A5E3 Container Ship. NAV-0. SOLAS II-2. REG. 19 C2P52. +MC E3 AU
8.	Порт приписки	Гонконг
9.	Судновласник:	Maersk Line A/S
10.	Довжина найбільша (L). м:	266.0
11.	Довжина між перпендикулярами (L_{LL}). м:	253.0
12.	Ширина найбільша (B). м:	32.24
13.	Висота борту до верхньої палуби (H). м:	18.68
14.	Найбільше осідання (T). м:	$T_L = 12.529$

Продовження табл. 1.1

1	2	3
15.	Осадка (Т) судна порожнем. м:	$T_{\min} = 4.810;$
16.	Водотоннажність. т: в повному вантажу (Δ): порожнем (Δ_o):	71067; 20275
17.	Повна вантажопідйомність (Δ_w). т:	47157
18.	Головний двигун: тип: потужність. кВт: частота обертання. об/хв.:	IZAR MAN B&W 7S35MC MK VI; дизель; 306000 & 100 RPM
19.	Режими роботи головного двигуна	повний вперед. середний вперед. малий вперед. самий малий вперед. самий малий назад. малий назад. середний назад. повний назад
20.	Швидкість судна. вузл.: завантаженого: в баласти:	21.0; 22.0
21.	Гребний гвинт: кількість лопастей. од.: діаметр та крок гвинта. мм.: дискове відношення: напрямок обертання:	гвинт фіксованого кроку 4; 8100; 7860; 0.6404; правого обертання
22.	Тип керма і площа його пера:	1 підвесний руль; 81.2
23.	Тип стернової машини:	Electro hydraulic steering gear type -FE21-485. Max Torque 4760 kn-m

Продовження табл. 1.1

1	2	3
24.	Склад суднової радиоапаратури відповідає вимогам районів АЗ та включає в себе:	три УКВ стійки (JHS). ПБ / КВ стійки (MF/HF DSC Watch Receiver). НАВТЕКС (NAVTEX Receiver – NCR). три аварійні УКВ станції (VHF DSC). ИНМАРСАТ – С (Inmarsat-C – JUE). ИНМАРСАТ – А. один аварійний радиобуй EPIRB (EPIRB – E5406). два радиолокаційних відповідачі (SART). приймач EGC;
25.	Судова електростанція:	Електростанція змінного струму; 440 Вольт; 60 Гц; 4 дизель генератора 4×250 кВт.
26.	Валова реєстрова мисткість (GT):	48508
27.	Чиста реєстрова мисткість (NT):	20825
28.	Добова витрата палива. т/добу: на ходу: важке паливо (HFO). т: дизельне паливо (DFO):	52.5; –
29.	на стоянці: важке паливо (HFO): дизельне паливо (DFO):	– 2.5 (диз. денератор)
30.	Координати центру мас порожнього судна. м:	x = 110.97; z = 15.06

Наведені характеристики використовуються в розрахунках в наступних розділах.

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна

1. Схематичний план бокового виду судна з розташуванням приміщень для вантажів і запасів представлено у формі рис. 1.1 [2].
2. План верхньої палуби судна (вид зверху) показаний на рис. 1.2 [2].
3. Вантажна шкала судна показана на рис. 1.3 [2].

1.3 Маневрені характеристики

Маневрені характеристики судна представлені на рис. 1.4.

1.4 Навігаційне обладнання

Навігаційне устаткування судна представлено у формі табл. 1.2.

Таблиця 1.2

Технічні засоби навігації

Прилад	Тип, марка
1	2
Magnetic compass	Anschutz
Gyrocompass	Sperry marine. NAVIGAT MK22
RADAR/ARPA	JRC JB-24C-9932-SA
RADAR/ARPA	JRC JB-24C-9922-9XA
Echosounder	JRC NDA – 4251
Doppler log	JRC NQA-3012
DGPS receiver	JRC JLR-7700 Mk.2

Продовження табл. 1.2

1	2
Course recorder	Yokogawa KR-500S
NAVTEX receiver	JRC NCR-600
Autopilot	Yokogawa PT-500
AIS transponder	Leica MX 420
ECDIS	RD100 ML20

Точні характеристики ТЗН судна представлено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3

Точні характеристики ТЗН на судні

Тип. марка приладу	Навігаційні параметри	СКП одного вимірювання
1	2	3
Magnetic compass Anschutz	Course/Bearing	1 degree
Gyrocompass Sperry marine. NAVIGAT MK22	Course/Bearing	0.1 degree
RADAR/ARPA JRC JB-24C-9932-SA	Distance/Bearing	10% of range scale/0.1 degree
RADAR/ARPA JRC JB-24C-9922-9XA	Distance/Bearing	10% of range scale/0.1 degree
Echosounder JRC NDA – 4251	Depth	0.5 meter
DGPS receiver JRC JLR- 7700 Mk.2	Position	GPS 15 meters/DGPS 5 metres
Doppler log JRC NQA-3012	Speed	0.5 knots

Оснащення ТЗН судна відповідає вимогам Конвенції СОЛАС-74.

1.5 Забезпечення непотоплюваності

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

Всі приміщення на судні, які нижче головної палуби і на головний оснащени водонепроникними дверима розстібного типу. Це всі приміщення в машинному відділенні, приміщення на баку, вхід у нагорування на головний палуби і насосна.

Судно обладнане подвійним дном і бортом які використовують для прийому баласту. з однієї сторони це конструкційна особливість значно підвищує ціну на будівлю такого судна, а з іншої сторони є його сильним місцем.

Схема осушувальної системи представлена на рис. 1.16.

Судно обладнане двома головними баластовими насосами відцентрового типу з електричним приводом. Керування всією системою виконується з CCR, і з пампрума для відкриття клапанів. В табл. 1.4 наведені характеристики баластового обладнання.

Таблиця 1.4

Баластові насоси

Particular	No.	Type	Capacity (m ³ /h.. mTH)	Location/ Remark
Ballast pump	2	M.D.V.C.	2.500. 35 m discharge head	Engine Room Self priming
Ballast stripping eductor	2		120. 20	Engine Room

Баластови насоси можуть використатися для осушення баластових і вантажних танків відповідно. Кофердами осушуються зачисним насосом і ежектором. а так само повітряним зачисним стаціонарним і переносним насосом.

Схема баластної системи представлена на рис. 1.5.

РОЗДИЛ 2

АНАЛІЗ. ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ

НАВИГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

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

Міжнародна Конвенція з охорони людського життя на морі 1974 р. (SOLAS-74). Розділ V «Безпека мореплавства»;

Конвенція та кодекс з підготовки і дипломування моряків та несення вахти (STCW-78 з поправками). Розділ VIII;

Резолюція ІМО А.893(21) – 1999 р. «Руководство по плануванню ресу»;

Рекомендації по організації штурманської служби на морських судах України – 1998 р.;

Bridge Procedures Guide. 5th Edition. 2016;

Bridge Team Management. 2nd Edition. 2004.

Існують чотири стадії планування безпечного переходу:

I. Appraisal (Оцінка).

II. Planning (Планування).

III. Execution (Виконання).

IV. Monitoring (Контроль).

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

2.2 Оцінка запланованого переходу

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

Відомості про підібрані карти і книги зведені в табл. 2.1 – 2.2.

Таблиця 2.1

Перелік карт на перехід

Тип карти	Cell No.	Назва карти	Дата випуску
1	2	3	4
Генеральні карти	4071	Indian Ocean – Northern Part	Feb 2020
	4705	Arabian Sea	Feb. 2019
	4706	Bay of Bengal	Jan. 2021
Путьові, часні карти і плани	3739	Jebel Ali and Approaches	June 2019
	3175	Jazirat Al Hamra to Dubai	June 2022
	3174	Western Approaches to the Strait of Hormuz	—
	3172	Strait of Hormuz	Nov.2021
	3171	Western Approaches to the Strait of Hormuz	Oct.2022
	3520	Khawr Kalba and Dawhat Diba to Gahna Shoal	—
	707	Bombey to Mosqat	Jan. 2019
	708	Cape Comorin to Bombay	Nov. 2021
	813	Colombo to Sangama Kanda Point	—

	827	Bay of Bengal – Sothern Part	—
	830	Andaman Sea	July 2020

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4
Путьови. часни карти и плани	2777	Indira Point to Teluk Aru and Ujung Kareueng	Oct. 2021
	1353	Tanjung Jamboaye to Permatang Sedepa (One Fathom Bank)	Sept. 2022
	3920	Ujung Peureula to Teluk Aru	Feb. 2019
	3921	Teluk Aru to Kualatanjung	—
	3945	Kepulauan Sembilan to Port Klang including Pandang and Pulau – Pulau Aruah	Mar. 2018
	2139	Approaches to Pelabuhan Klang	—
	3947	Malaka to Singapore Strait Pelabuhan Sungaipakning	Oct. 2020
	4039	Western Approches to Main Strait	Feb. 2019
	4040	Tuas View to Pulau Sakijang Benedera	Jan. 2022
	4030	West Jurong Anchorages and Faiways	Jan. 2020
	4031	South Jurong Island and its Approaches	Jan. 2019
	4032	Sinki Fairway	Jan. 2020
	4034	East Jurong Chanel. Pasir Panjang Terminal and West Keppel Fairway	Jan. 2020
Допоміжні карти	5126(01)	January	—
	5099	Indian and Southern Oceans	—
	5102	Mooring and Manoeuvring Board	Nov. 1937
	5118	Singapore Strait and Eastern Approaches	Feb. 2003

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4
	D.6083	The Word – Load Line Regulations – Zones. Areas and Seasonal Periods	Apr. 1999
	5006	The World – Time Zone Chart	—
	5307	The World – Main Ocean Routes : Power Vessels	—
	5310	The World – General Surface Current Distribution	—
	5000	Azimuth Diagram – modified Weir (Lat. 0° to 65°)	Oct. 1950
	5302	World Climatic Chart	June 1973
	5385	Magnetic Variation. 2005 and Annual rates of Change. Indian Ocean	—
	5084	Co – tidal and Co – range lines – Malacca Strait	Oct. 193
	5339 5340	Lat. 0° to 6° (Mercator Projection with Compass Rose) 840x588 mm Lat. 6° to 12° (Mercator Projection with Compass Rose) 818x567 mm	— —

Таблиця 2.2

Перелік публікацій на перехід

Номер	Назва посібника
1	2
SAILING DIRECTIONS	
63	Persian Gulf Pilot
38	West Coast of India Pilot – Maldives. Lakshadweep. Sri – Lanka. with Palk Bay; the West coast of India. the coast of Pakistan

Продовження табл. 2.1

1	2
21	Malacca Strait and West Coast of Sumatera Pilot – Malacca Strait and its northern approaches. Singapore Strait. the west coast of Sumatera and including Cocos Islands
36	Indonesia Pilot. Vol.1 – West coast of Jawa. the north coast of Jawa eastwards to Tanjung Awarar. the south and east coasts of Sumatera. Selat Bangka. Karimata. the south and west coasts of Kalimantan. Pulau – pulau Badas and Tambelan. Pulau – pulau Lingga and Riau. with the various routes leading to Singapore and South China Sea.
ADMIRALTY LIST OF LIGHTS AND FOG SIGNALS	
77	Eastern Atlantic Ocean. Western Indian Ocean and Arabian Sea
79	Bay of Bengal and Pacific Ocean. North of the Equator
ADMIRALTY LIST OF RADIO SIGNALS	
281(1)	Part 1. Maritime Radio Stations: Europe. Africa and Asia (Excluding Far East)
281(2)	Part 2. Maritime Radio Stations : Americas. Far east and Oceania
Radio Aids to Navigation. Satellite Navigation Systems. Legal Time. Radio Time Signals and Electronic Position Fixing Systems	
283(1)	Part 1. Maritime Safety Information Services : Europe. Africa and Asia (Excluding Far East
283(2)	Part 2. Maritime Safety Information Services : Oceania. the Americas and Far East
284	Meteorological Observation Stations
285	Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS)
286(3)	Part 3. Pilot Services. Vessel Traffic Services and Port Operations : Mediterranean and Africa (including Persian Gulf)
286(4)	Part 4. Pilot Services. Vessel Traffic Services and Port Operations : Asia and Australasia

Продовження табл. 2.1

1	2
288	Satellite Navigation Systems
ADMIRALTY TIDE TABLES	
203	Volume 3. Indian Ocean and South China Sea (Including Tidal Stream Tables)
ADMIRALTY DISTANCE TABLES	
350(2)	Admiralty Distance Tables. Indian Ocean – 1st Edition. 1978
ASTRONOMICAL PUBLICATIONS	
313–00	The Nautical Almanac 2024
MISCELLANEOUS Tidal PUBLICATIONS	
120	Admiralty Manual of Tides
122(1)	Admiralty Tidal Handbook No.1. The Admiralty Method of Harmonic Tidal Analysis for Long Period Observations
122(2)	Admiralty Tidal Handbook No.2. Datum for Hydrographic Surveys
122(3)	Admiralty Tidal Handbook No.3. Harmonic Tidal Analysis for Short Periods
160	Tidal Harmonic Constants (European Waters). Edition 2004
MISCELLANEOUS PUBLICATIONS	
100	The Mariners Handbook – Containing Information on Admiralty Charts and Navigational Publications. General Navigation. General Meteorology and Ice (7th Edition. 1999)
136	Ocean Passages for the World (4th Edition. 1987)
131	Catalogue of Admiralty Charts and Publications – 2009
139	Echo Sounding Correction tables
133A	Chart Correction Log and Folio index – Second Edition 1999
294	How to Correct your Charts the Admiralty Way
735	IALA Maritime Buoyage System

Продовження табл. 2.1

1	2
5011	Symbols and Abbreviations used on Admiralty Charts
	Weekly Edition of Admiralty Notices to Mariners
	Annual Summary of Admiralty Notices to Mariners
	International Regulations for Collision prevention at Sea 1972 (COLREG – 72)
	Software
	Fairplay 2018 – World Shipping Encyclopedia
	Ports Guide 2024

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 табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Радиостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

N з/п	Радиостанція	Позначення і межі карти	Зміст передачі	Час передачі
1	2	3	4	5
1	New Dehli	A 1:20 000 000 45°N 30°E; 45°N 125E° 25°S 30°E; 25°S 125E°	Surface analysis Significant Weather Prognosis	0011(18) 0634(06) 1820(12)

		B 1:20 000 000 40°N 30°E; 40°N 125E° 0°30°E; 0° 125E°	for period 0300–1500 for period 0900–2100 for period 1500–0300 for period 2100–0300	0130(18) 0834(00) 1324(06) 2040(12)
2	Beijing	A1 1:30 000 000 N Hemisphere F 1:20 000 000 43°N 41°E; 20°N 160E° 5°S 33°E; 4°S 130E°	36&48 hour surface prognosis 48 hour surface prognosis	0134(12) 0428(18)

Для прийому текстової інформації про погоду – прогноз. анализ. 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. Дани зводимо в табл. 2.4

Таблиця 2.4

Райони NAVAREA. станції NAVTEX на переході

N з/п	Дилянка переходу	Район NAVAREA	Станції NAVTEX	Координатор NAVAREA
1	2	3	4	5
1	Персидська Затока	IX	Bandar Abbas [F]	Pakistan
2	Затока Омана	IX	Masqat [M]	Pakistan
3	Індійський океан	VIII	Chenai (Madras)[P]	India
			Mumbai (Bombay)[G]	India

Продовження табл. 2.4

1	2	3	4	5
4	Рисаккська протока	XI	Penang [U]	Malaysia
5	Сингапур	XI	Singapore (Jurong)[C]	Singapore

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 табл. 2.5.

Таблиця 2.5

Зв'язок на переході

N з/п	Станція	Спо-сіб зв'язку	Канали частоти	Примітка
1	2	3	4	5
1	Jebel Ali Pilots Port	VHF	16. 69. 72 16. 18A. 66A. 79A	Approach. berthing. unberthing. Cargo Operations Ch16 H24

Продовження табл. 2.5

1	2	3	4	5
2	Hormuz Strait	VHF	16. 66	Hormuz VTS
3	Malacca and Singapore Straits	VHF		
	Sector 1		66	Klang VTS
	2		88	Klang VTS
	3		84	Klang VTS
	4		61	Klang VTS
	5		88	Klang VTS
	6		88	Klang VTS
	7		73	Johor VTS
	8		14	Singapore VTS
	9		10	Singapore VTS
4	Singapore	VHF		
	VTIS east (STRAIREP) sector 8		14	H24. Mandatory report
	VTIS central (STRAIREP) sector 9		10	H24. Mandatory report
			22	
	Port Operations		12	Keppel Control Sector
	Keppel Control		20	4
	Pilots & Port Operations EAST		14	Port traffic Pilotage
	Port Health and Immigration			Health and Immigrat - on Clearances
			61	Freshwater supply & tug services
	Waterboats and Tug Deployment			
			16; 09	Distress. Safety and Urgency
	Singapore Port Operations Control			MSI

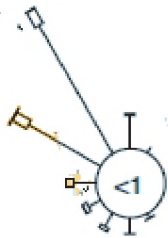
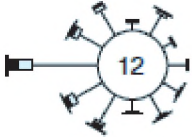
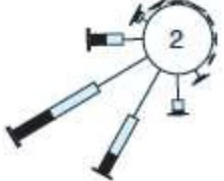
На підстави аналізу підібраних і видкоригованих матеріалів робимо висновки про те, що інформаційного забезпечення для безпечного плавання на переході досить.

2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

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

Таблиця 2.7

Атмосферний тиск і розшифровка «роз витрив»

Характеристики за ділянками	Джебель-Али	Індійський океан	Сингапур
1	2	3	4
Атмосферний тиск, гПа	1020	1014	1010
Витер			

Продовження табл. 2.7

1	2			3			4		
Направлення втру	Повторюваність втру. %			Повторюваність втру. %			Повторюваність втру. %		
	Сумар- на	11- 15 м/с	>16 м/с	Сума- рна	11-15 м/с	>16 м/с	Сумар- на	11- 15 м/с	>16 м/с
N	0	—	—	1	—	—	4	—	—
NE	0	—	—	4	—	—	7	—	2
E	3	—	—	3	—	—	7	—	—
SE	5	2	1	4	—	—	14	—	—
S	18	6	2	2	—	—	25	1	—
SW	5	—	—	26	5	1	24	1	—
W	5	—	1	38	9	1	10	2	—
NW	61	12	5	22	7	1	5	—	—
Результуючий вітер	направлення. у румбах		NW	направлення. у румбах		W	направлення. у румбах		SW
	швидкість. м/с		6	швидкість. м/с		5	швидкість. м/с		6
Максимальна швидкість втру. м/с	спостереже- на		7	спостереже- на		6	спостережена		12
	розрахунко- ва		11	розрахункова		9	розрахункова		12
Повторюва- ність штилив. %	50			35			40		

Таблиця 2.8

Видимість, водний і тепловий режими атмосфери, гідрологічні характеристики

Характеристики за ділянками		Джебель-Али	Індійський океан	Сингапур
1		2	3	4
Температура повітря. °С		26	26	24
Температура води. °С		26	24	24
Відносна вологість. %		75	80	80
Повторюваність туманів. %		1	1	1
Видимість менше 2 миль		1	—	—
Хмарність. бали		6	7	6
Солоність води. ‰		37	35	35
Щільність води. кг/м ³		1.026	1.025	1.025
Постійні течії	назва	—	Екваторіальна	—
	термодинамічна характеристика	тепла	тепла	тепла
	напрявлення	SE	W	NW
	швидкість. вузл.	1-2	1	1-2
	стійкість	50-75	50	50-75
Швидкість припливних течій. вузл.		1	0.5	0.5
Висота хвиль. м	середня	2	3	3
	максимальна	3	5	6
Період хвиль. с		5	7	7

2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні

Порт Джебель-Али розташований на узбережжі Персидської затоки близько 37 км до SW від порту Дубай. Порт складається із зовнішньої і внутрішньої гавані. Зовнішня гавань має протяжність близько 2.3 км в довжину і 600 метрів завширшки з глибиною 14 метрів. Внутрішній басейн має довжину 3.7 км. 425 метрів завширшки з глибиною 13 метрів. Порт працює 24 години в добу і здатний приймати усі типи судів.

Зв'язок. Черговий канал порту VHF Ch 16. допоміжний канал Ch 18. По підходу до порту необхідно зв'язуватися по УКВ з портом "Jebel Ali Port Control" і уточнювати час прибуття до місця прийому лоцмана.

Вільна практика надається по радіо або телексу. У порту необхідно пред'являти сертифікат дератизації.

Межі порту Джебель-Али виходять на 5 миль в Персидську затоку. Вхідний портовий канал починається в 8 милях від берега і обмежений червоним і білим буями, розташованими в координатах 25°06'N 054°33'E. Глибина вхідного каналу 15 метрів, ширина зменшується від 280 до 235 метрів і знову збільшується до 300 метрів у самого входу в порт.

Лоцманська служба порту працює 24 години в добу. Лоцманська проводка обов'язкова для усіх судів, канал зв'язку VHF Ch 16. Лоцман замовляється мінімум за 2 години до приходу в порт і за 1 годину до виходу. Місце висадки–посадки лоцмана знаходиться на північ від вхідного каналу в порт.

Межі якорної стоянки позначені на картах. Слід зазначити, що ґрунт тримає погано і необхідно витравлювати більше якорного ланцюга, чим належить. Також слід звертати увагу на трубопроводи і кабелі поблизу берега і якорної стоянки, оскільки їх положення і кількість постійно міняється. Постановка на якор поблизу кабелів і трубопроводів заборонена.

Припливна хвиля в порту Джебель-Али близько 1.14 метра.

Навігаційні засоби: маяк Jebel Ali Lightfloat (25°10'N 054°52'E) з Racon знаходиться в 13 милях NW від входу в порт. Також добре помітні 2 технічних станції з високими трубами біло–червоного кольору на узбережжі в 5 милях до NE від маяка Mina Jebel Ali. Радіощогла заввишки 91 метр добре вид-

ниється до NE з південного боку гавани вид No 1 Tanker Berth. Маяк Mina Jebel Ali знаходиться заввишки 50 метрів розташований на SW частини порту.

У порту є 3 потужні буксири.

Необхідні документи на прихід/видхід:

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

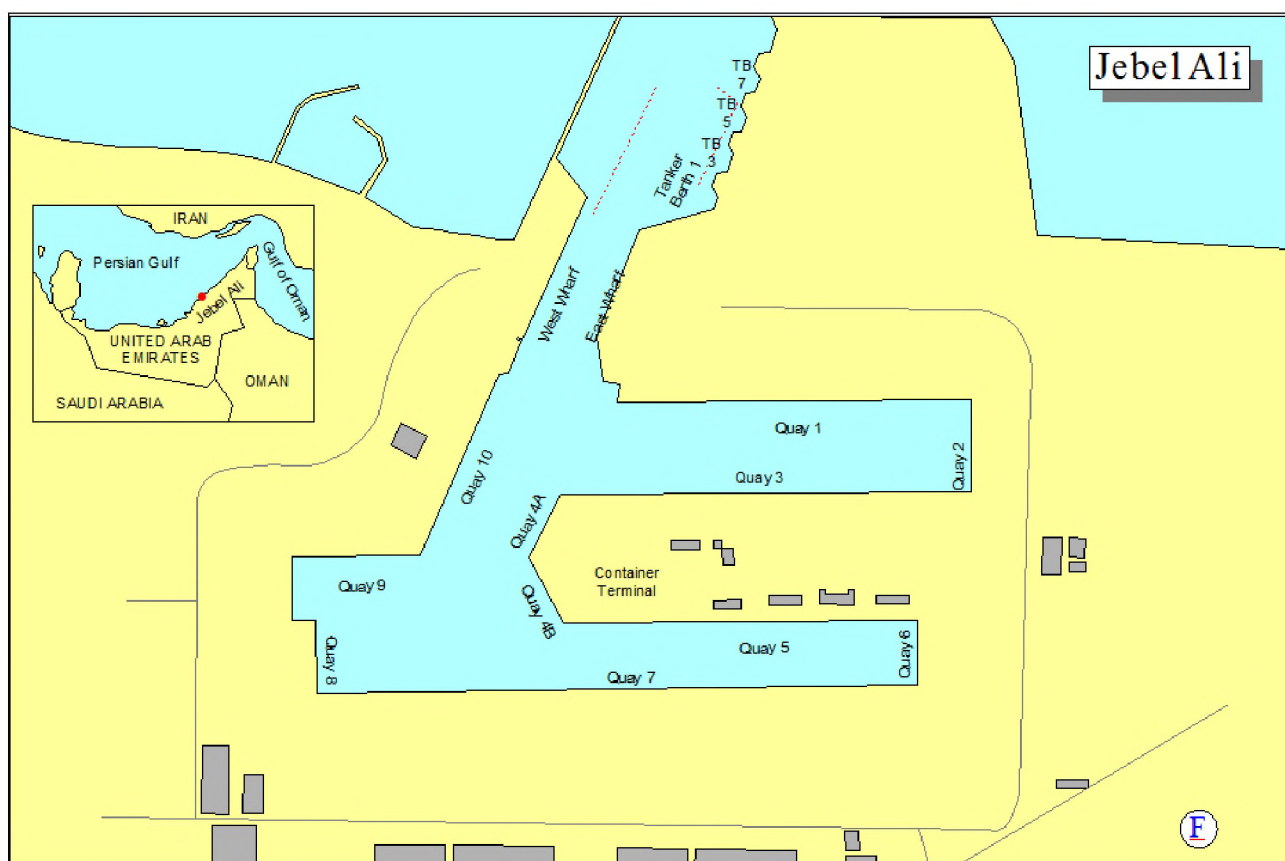


Рис. 2.1. План порту Джебель-Али

Порт Сингапур розташований біля південного берега острова Сингапур, приблизно в середній частині Сингапурської протоки. Сингапур є важливим торговим портом, оскільки він знаходиться на міжнародних морських торгових шляхах.

Порт Сингапур складається з двох основних частин: Сингапурського рейду і гавані Кеппел. Сингапурський рейд розташований у бухті, що вдається до південного берега острова Сингапур; на західному березі цієї бухті розташовано місто Сингапур, проти якого споруджені причальні стінки, пирси і інші портови споруди. Гавань Кеппел знаходиться безпосередньо на захід від Сингапурського рейду, в протоці між південним берегом острова Сингапур і островами Лайки і Блаканг – Мати. Вуздовж північного берега гавані Сингапур споруджені добре обладнані причальні стінки, сухі доки і басейни.

Примітні пункти. При підході до порту Сингапур примітні: пагорб Форт–Каннинг–Хилл з вежею скасованого маяка Форт–Каннинг; вежа з годинником. Телок–Аер, що стоїть на рибному ринку; щогла сигнальної станції на пагорбах Файбер.

Лоцманська проводка. Обов'язкова для входу в порт Сингапур і виходу з нього. Для підходу до причалив і виходу капітани зобов'язані брати лоцманів.

При підході до порту Сингапур зі сходу лоцман приймається в 1.3 милі до NO від острова Сакиджанг–Пелепах, при підході з півдня в районі розташованому в 1 милі до O від острова Себарок, а для судів наступних по протоці Синки з W, лоцман приймається в районі, що знаходиться в 1.7 милі до WNW від острова Бусинг.

Лоцманські судна забарвлені у білий колір і несуть біло–червоний прапор, з синьою буквою «P» в центрі.

Сигнальна станція, що знаходиться на пагорбах Фейбер, передає повідомлення про виклик лоцмана, і тоді один з лоцманів виходить назустріч судну. Лоцмана завжди можна знайти на лоцманській станції, яка знаходиться на причальній стінці 2 в гавані Кеппел.

Постачання. У порту є велика кількість рідкого палива. Тут можна поповнити запаси провизії і прісної води.

Дератизация судив робиться в порту Сингапур. Тут видаються посвідчення про зроблену дератизацию, а також свідчення про звільнення від неї.

Якирні місця. Сингапурський рейд розділений на ділянки. видведені для яірної стоянки військових кораблів. для судив. що стоять в карантині. для судив. завантажених вибуховими речовинами. а також для місцевих рисих судив каботажного плавання.

Заборонені для яірної стояки райони на Сингапурському рейді знаходяться до SE від мису Катонг і до NW від південно–західної кромки банки Аутер–шол. Межі цих районів показані на карті.

Якирні місця. На Сингапурському рейді на яир ставати залежно від розмірів судна і його вантажу.

Судна з великим осіданням можуть ставати на яир між північно–західною кромкою банки Аутер–шол і ізобатою 15 м. що проходить мористіше хвилелому Детачед–мол. в секторі між пеленгами 310° і 355° на маяк Фуллертон. глибини тут 13–22 м; ґрунт. пісок і мул.

Під час південно–західного мусону на рейді іноді бувають сильні шквали. що перешкоджають бункеруванню.

Гавань Кеппел розташована між островом Сингапур. що обмежує її з N. і з островами Лайки і Блканг–Мати. що обмежують її з S.

Східний вхід в гавань обмежений з півночі мисом Пагар. а з півдня скелястою косою Терегех. що виступає від острова Лайки; ширина входу в гавань 4.5 кбт. У східному вході в гавань лежить велика скеля Тембага і група банок Лайки. що ділять її на три підходи: Північний. Середній і Південний.

Усі доки. причали і інше обладнання належать Управлінню порту Сингапур. і знаходяться на північній стороні гавані.

Портови споруди складаються з довгих стінок. великого басейну Емпайр. декількох сухих доків і іншого обладнання. На набережних прокладені залізничні колії. споруджені склади. холодильники і інші портови будівлі.

Обидва береги гавани. за винятком тих. де споруджені причали або набережні. облямовані осихаючими рифами. Кромки цих рифів приглуби. глибини досягають 5–7 м.

Стоянка судив на якорі в гавані Кеппел заборонена. Ставати тут можна тільки у разі потреби і при швартовці.

Припливо–видливні течії. У східній частині гавані Кеппел до S вид мису Пагар припливна течія йде на NW із швидкістю 2–3 вузла. видливна течія на SE з такою ж швидкістю. На захід від мису Пагар швидкість припливної течії незначна. Цю обставину необхідно враховувати при підході до док. оскільки тут судно може в такому положенні. що його носова частина не випробовуватиме дії течії. тоді як кормова частина ще знаходитиметься під дією сильної течії.

У районі між причальними стінками 3 і 4 припливна течія йде на W із швидкістю 3 вузла. У районі. розташованому до SW від банки Меандер. припливна течія змінює свій напрям на NW. а видливна на SE.

На захід від цього району до S від доків №2 і №1 припливна течія. огинаючи острів Ханту. спочатку йде на W. а потім змінює свій напрям на NW і SW.

У районі між мисами. що обмежують західний вхід в гавань Кеппел. припливна течія йде на W; швидкість його досягає 4 вузлів. Видливна течія в цьому ж районі йде на ENE із швидкістю 3 вузла.

Настанови для входу в гавань Кеппел. Хоча вхід в гавань і вихід з неї особливих труднощів не представляють. проте слід користуватися послугами лоцмана. оскільки акваторія для розвороту в гавані невелика. а припливо–видливні течії в ній досягають великої швидкості. Щоб розгорнути судно на 180°. іноді доводиться пройти через усю гавань. вийти з неї через інший вхід. розгорнутися за межами гавані і увийти до гавані знову.

При підході до гавані з Сингапурського рейду слід йти на SW. а потім. коли щогла сигнальної станції. що стоїть на пагорбах Фейбер. прийде на пеленг 287° і буде в розчині до S від причальної стінки 2. слід лягти курсом

287° на вказану вище щоглу. Цей курс веде до Північного і Середнього про-
ходам в 0.7 кбт до S вид причальної стінки 2.

Необходні документи на прихід/видхід:

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

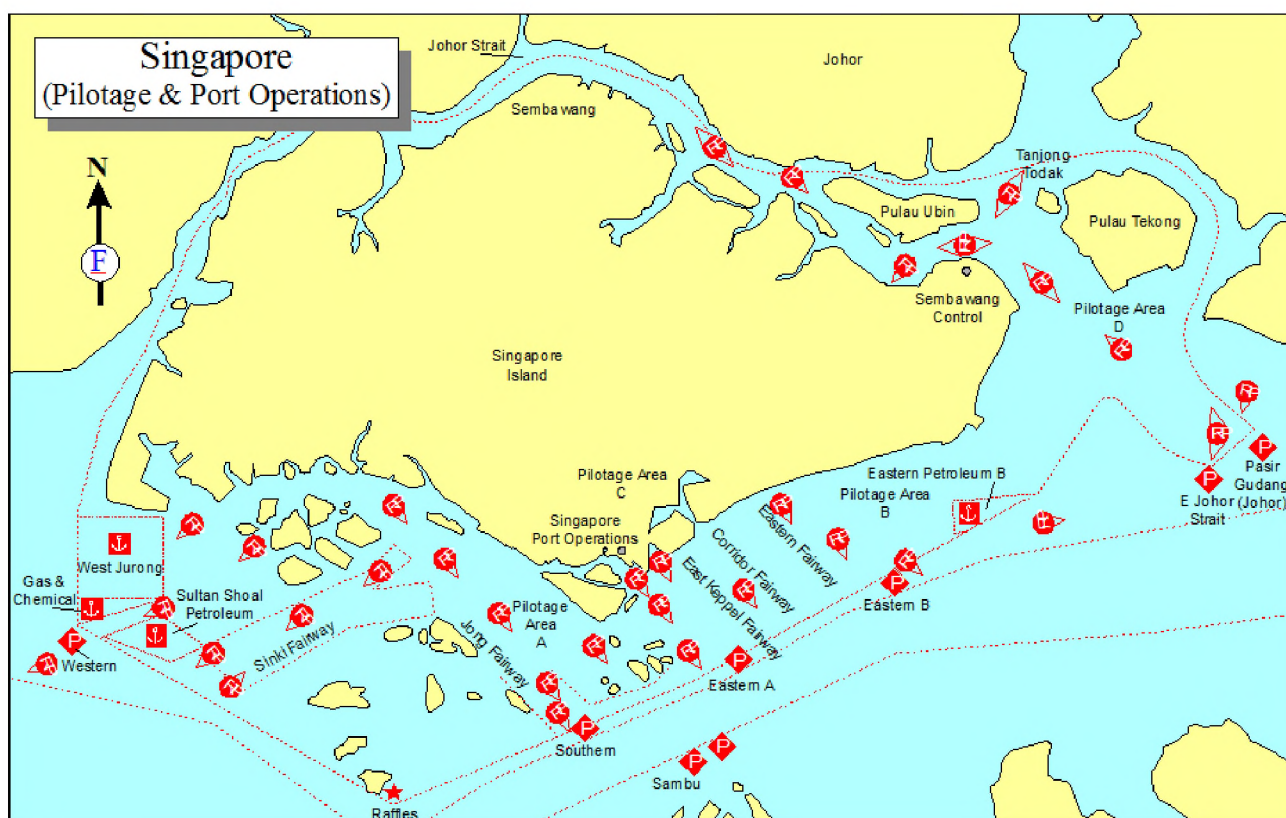


Рис. 2.2. План порту Сингапур

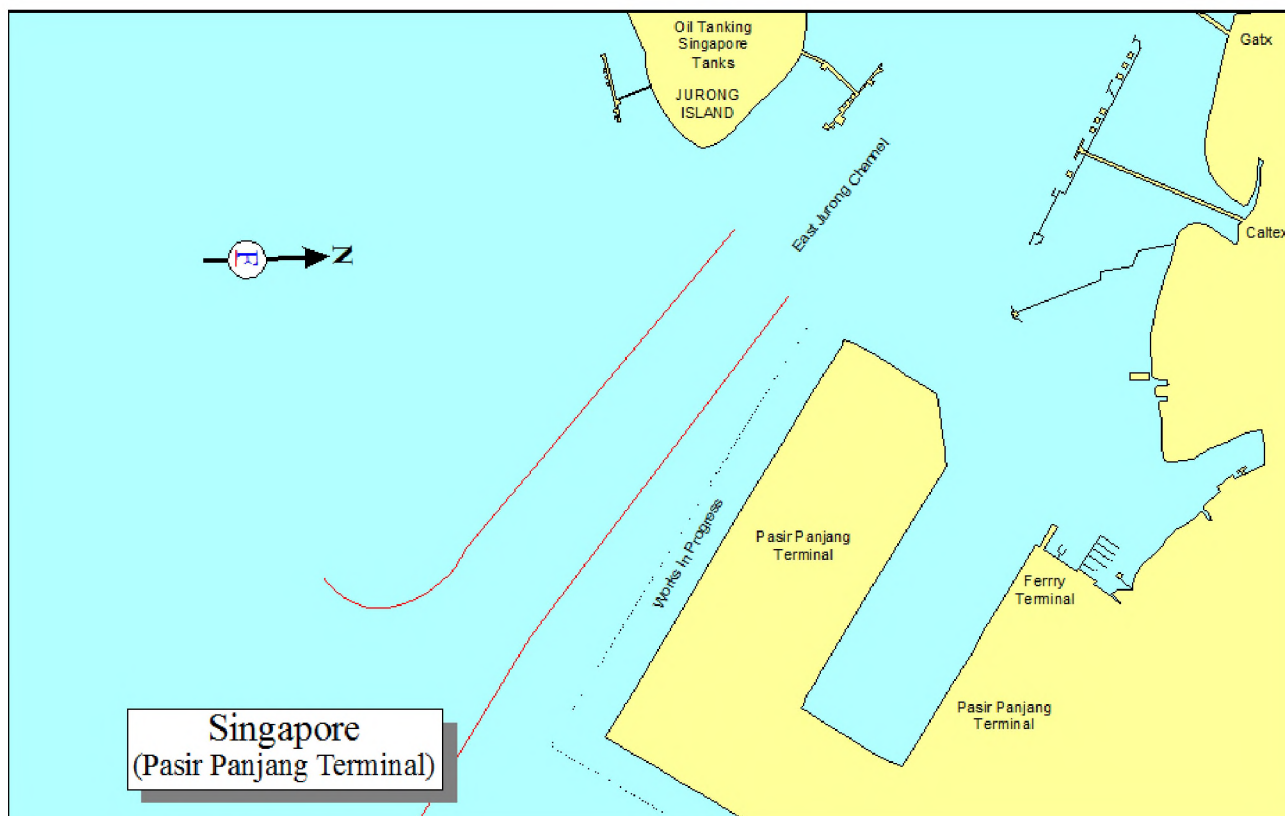


Рис. 2.3. План порту Пасир Панджанг

Таблиця 2.9

Засоби навігаційного обладнання

N з/ п	Назва	Координати $\varphi(N)$ $\lambda(E)$	Даль- ність видимос- ти мили	Хар- ки	Траверз	
					Істинний пеленг	Найко – ротша видстань
1	2	3	4	5	6	7
1	Jabal Ali Racon	25°10.5` 54°52.4`	15	Fl(3) 12s	95°	4.0`
2	Didamar	26°28.6` 56°32.2`	40	Fl(2) 10s	247°	2.8`
3	Ujung	5°48.5`	20	Fl2. 5s	178°	11.5`

	Seuke	95°22.3`				
--	-------	----------	--	--	--	--

Продовження табл. 2.9

1	2	3	4	5	6	7
4	Permatang Sedepa	2°53.2` 100°59.8`	23	Fl(4) 20s	27°	5`
5	T Gabang	2°40.9` 101°29.1`	12	Fl5s	27°	7.4`
6	P Undan	2°02.9` 102°20.0`	18	Fl(2) 15s	26°	10.4`
7	Sungai Ayam	1°44.8` 102°55.6`	13	Q	33°	10.2`
8	P Pisang	1°28.2` 103°15.4`	20	Fl10s	33°	6.8`
9	Pulau Iyu Kecil	1°11.5` 103°21.1`	12	Fl(3) 15s	222°	1.7`
10	Pulau Cula	1°02.4` 103°42.7`	12	Fl(3) 15s	153°	2.3`
11	Padang	1°10.1` 103°52.8`	7	Fl3s	156°	1.9`
12	Buran	1°15.1` 103°50.9`	4	Fl2. 5s	220°	0.3`

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 зна-

чення при виборі найвигідного шляху судна. При здійсненні такого вибору виникає потреба задовольнити найрізноманітніші запити: перехід має бути для судна безпечним, економічним, протикати у бажані термини і за найбільш сприятливих зовнішніх умов, сприяючих підлягаючому зберіганню перевезенню вантажів, комфорту пасажирів і екіпажа, мінімальній витраті палива і мастильних матеріалів і т. д. Усі подібні умови перерахувати нелегко, але навіть якщо обмежуватися приведеними вище і вважати їх рівнозначними, то за певних умов погоди і стану моря взагалі неможливо буде знайти той шлях, наслідуючи який судно буде в змозі виконати поставлені завдання. Тому при виборі найвигідного 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 переходи 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: $(\lambda_{\text{н}} - \lambda_{\text{к}})$ и $(\varphi_{\text{н}} + \varphi_{\text{к}})$ – координати точок приходу и видходу.

Курс обчислюється за формулою:

$$\text{ctg} k_0 = \text{tg} \varphi_{\text{н}} \times \cos ec(\lambda_{\text{н}} - \lambda_0)$$

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° и розраховувати їх широти по формули:

$$\text{tg} i = \sin(\lambda_i - \lambda_0) \times \text{ctg} k_0$$

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

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

При розробці плану переходу Джебель-Али – Сингапур доцільно розрахувати плавання по ДБК: від точки $\varphi_{\text{н}} = 05^\circ 26' \text{ N}$, $\lambda_{\text{н}} = 80^\circ 33' \text{ E}$ до точки $\varphi_{\text{к}} = 06^\circ 00' \text{ N}$, $\lambda_{\text{к}} = 95^\circ 32' \text{ E}$.

Розраховую локсодромичний курс:

$$\text{tg} k_{\text{л}} = \frac{PД}{PМЧ}$$

Обчислюють довжину локсодромії :

$$S_{\text{л}} = PШ \times \sec k_{\text{л}}$$

Таблиця 2.10

Розрахунок локсодромії

$\varphi_{\text{к}}$	06°00 N	$\lambda_{\text{к}}$	95°32 E	РМЧ	34
$\varphi_{\text{н}}$	05°26 N	$\lambda_{\text{н}}$	80°33 E	К	88°

РШ	34	РД	899	S	895
----	----	----	-----	---	-----

Визначити довжину ортодромії:

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

$$D = 895 \text{ мили}$$

Доцільність плавання по ортодромії рівна:

$$\Delta S = S_n - D = 895 - 895 = 0 \text{ миль}$$

Плавання по ортодромії не вигідно

Виконаємо розрахунок плавання по ортодромії:

Знаходимо λ_0 :

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

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

Обчислюємо $k_0 \Rightarrow$

Таблиця 2.11

Курси и видстані при плаванні по ортодромії

N	Широта	Довгота	Курс	Видстань
1	5° 39 N	85° 00.0 W	87	266
2	5° 50 N	90° 00.0 W	88	299
3	6° 00 N	95° 32.0 W	88	330

2.3.2 Складання маршрутних листів

Відповідно до рекомендацій ІМО. при плануванні рейсу необхідно скласти маршрутні листи. які повинні лежати на штурманському столі. Безумовно. протягом рейсу в маршрутні листи вносяться необхідні зміни. Маршрутний лист приведено на рис. 2.4.

2.3.3 Графічний план переходу

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

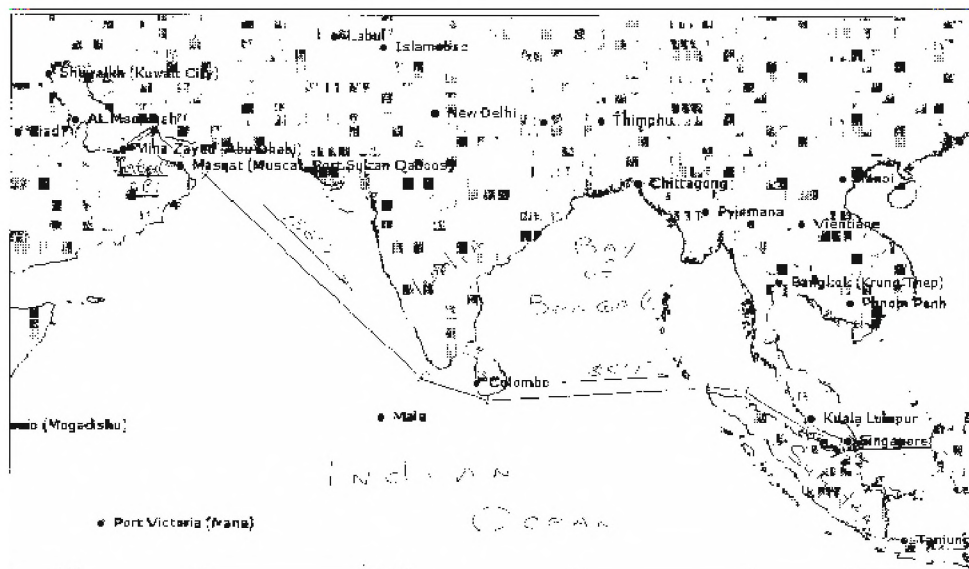


Рис. 2.5. Графічний план переходу

2.3.4 Розрахунок природної освітленості

Розрахунки освітленості виконують двома послідовними наближеннями:

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

- по довготи 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.

Дали 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 широти місця судна φ і схиленню Сонця δ на моменти його сходу і заходу по формули tg A розрахуємо азимути Сонця (Z) при сходу і заходу. які також внесемо до табл. 2.12.

Для отримання місцевого часу явища (Correct LMT) треба у табличний час ввести дві поправки: Correct LMT = LMT for Lat + Lat correction + 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 табл. 2.12 приведено елементи освітленості на початок, середину та кінець рейсу.

Таблиця 2.12

Елементи освітленості

Дата	ПНС	Сонце				КНС	Місяць		
		Схид		Захид			Схид Т _с	Вик дни	Захид Т _с
		Т _с	А	Т _с	А				
14.01	06.15	07.08	112	17.43	248	18.36	21.21	18	09.27
15.01	05.54	06.44	112	17.28	248	18.18	21.51	19	09.38
16.01	06.21	07.10	111	18.12	248	19.01	23.15	20	10.48
17.01	05.49	06.36	111	17.57	249	18.45	23.34	20	11.04
18.01	05.17	06.07	111	17.39	249	18.26	23.49	21	11.26

19.01	05.46	06.32	110	18.07	249	18.54	00.45	22	12.39
20.01	05.14	06.01	110	17.35	250	18.22	01.03	23	12.49
21.01	05.42	06.29	109	18.18	250	19.05	02.18	24	14.17

2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

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

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

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

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

Загальна характеристика приливних явищ для усього переходу описана

вище. Нижче представлена табл. 2.13 повних и малих вод для вказаних портів на дати виходу, а для порта приходу Одеса приливні явища не будемо розраховувати, так як вони невелики.

Таблиця 2.13

Час настання повних и малих вод

Джебелъ-Али				Сингапур			
14.01		14.01		21.01		21.01	
T_{Π}	h_{Π}	T_{Π}	h_{Π}	T_{Π}	h_{Π}	T_{Π}	h_{Π}
02:45	1.5	14:50	1.8	05:31	2.7	21:17	2.5
$T_{\text{м}}$	$h_{\text{м}}$	$T_{\text{м}}$	$h_{\text{м}}$	$T_{\text{м}}$	$h_{\text{м}}$	$T_{\text{м}}$	$h_{\text{м}}$
08:54	0.9	22:07	0.7	00:15	2.0	13:23	1.2

График приливів представлений на рис. 2.6-2.7.

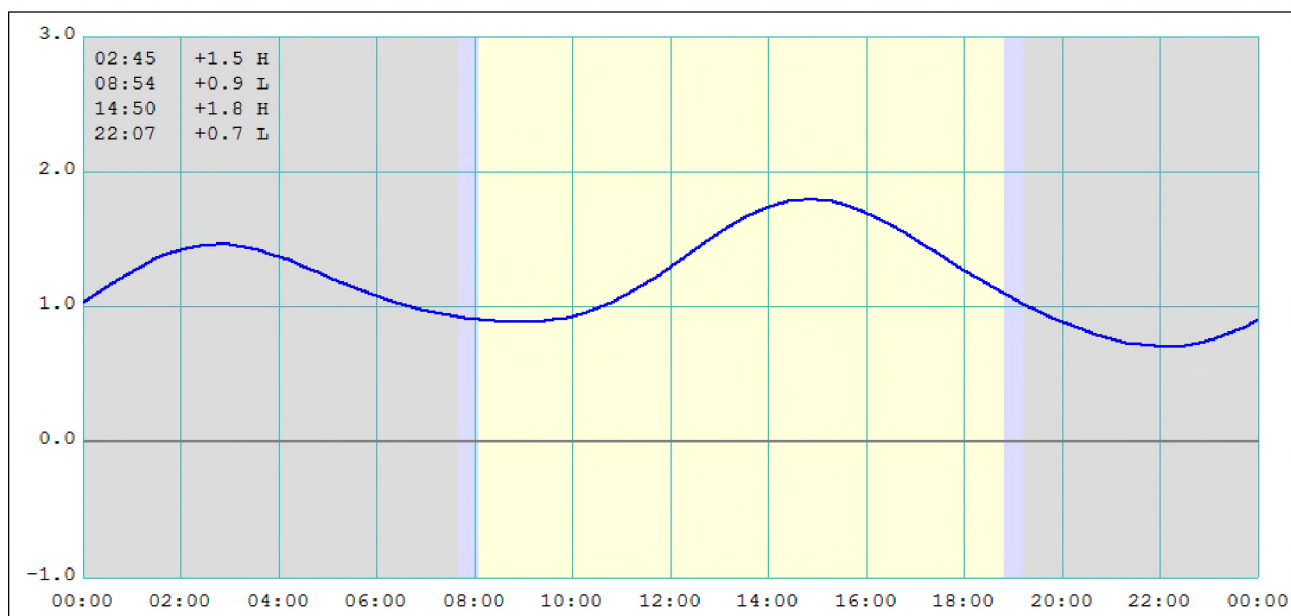


Рис. 2.6. График повної и малої води для порту Джебелъ-Али

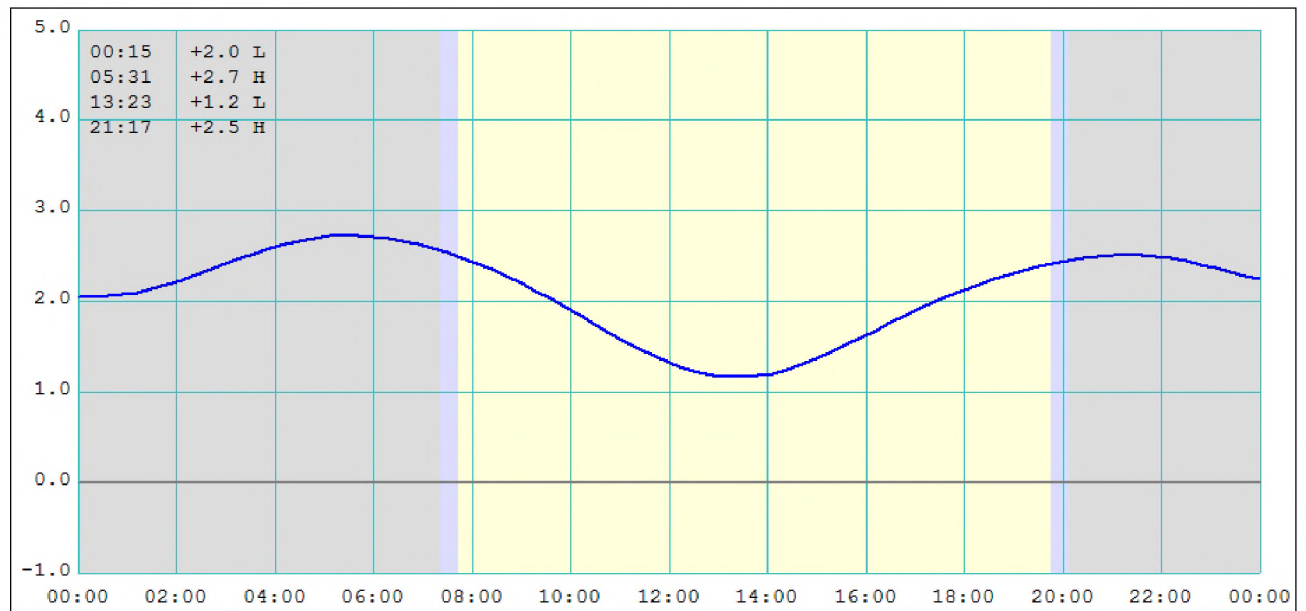


Рис. 2.7. График повної и малої води для порту Сингапур

РОЗДИЛ 3

ОБРОБКА ТА РОЗМИЩЕННЯ ВАНТАЖИВ

3.1 Транспортні характеристики вантажив

Одним з важливих етапів складання оптимального вантажного плану є детальне вивчення транспортних характеристик та фізико-хімічних якостей вантажив, що пред'являються для перевезення.

Їх правильне урахування дозволяє визначити умови та технологію перевезення вантажив, забезпечує їх збережену доставку, раціональне оброблення вантажу в портах, максимально допустиме використання вантажопідйомності та вантажомісткості судна і забезпечує безпечність мореплавання.

Перевезення вантажив, що перевозяться у укрупнених вантажних одиницях, регламентується міжнародними документами:

- International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 74/78). Chapters VI. VII;
- International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78);
- International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code);
- Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing (CSS Code);
- Thomas Stowage: The Properties and Stowage of Cargoes.

До перевезення представлені 20-ти футови 40-ка футови контейнери. Усі контейнери закриті і опечатані, їх вміст не відомий.

Небезпечних вантажив в контейнерах не заявлено.

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

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

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

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

У попередній інформації Капітан повинен повідомити відомості про осідання судна, кількість вантажу і розподіл його по трюмах або танкам, наявності палубного вантажу або важкоатлетів з вказанням їх маси, найменування вантажоодержувачів, справності судових перевантажувальних засобів, а також про усі потреби судна в паливі, воді, продуктах, необхідному ремонті і інших потребах судна, задоволення яких входить в обов'язки порту.

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

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

Після закінчення підготовки судна до вантажних робіт капітан подає на ім'я начальника порту або на адресу вантажовидправника Сповідання капітана, яким він формально фіксує фактичну готовність судна до вантаження. У Сповіданні капітана повідомляють про дату, часу готовності судна до прийому (здачі) вантажу через відповідні люки трюмів, вантажопідйомнос-

ти суднових вантажних засобів, часи прийому палива і води і інших потребах судна.

До початку вантаження факт готовності вантажних приміщень оформляють актом. Також оформлюються наступні документи.

Коносамент – один з головних інструментів в угодах, пов'язаних з використанням морських суден. З юридичного боку коносамент є:

- 1) розписка перевізника про прийом вантажу вказаного роду, у вказаний кількості і стани;
- 2) доказ договору перевезення;
- 3) товаророзпорядчий документ, що дозволяє його власникові розпоряджатися вантажем.

Видача коносаменту допускається тільки після прийому вантажу до перевезення. Він видається один раз для перевезення цієї партії вантажу. Вторинна видача коносаменту по одному і тому ж вантажу допустима тільки за умови повернення перевізникові ранише виданих посилачевих екземплярів. Недотримання цього правила призводить до майнової відповідальності перевізника. Коносамент виписується на кожну окрему партію вантажу, прийнятого на судно. Застосовуються два види коносаментів залежно від часу їх видачі посилачеві: для вантажу, прийнятого до перевезення (received for shipment), і для вантажу, прийнятого на борт (on board або shipped on board). Перший вид практикується за базисної умови ФАС і при лінійних перевезеннях, коли вантаж приймається на склад для подальшої його відправки на черговому судні за розкладом. В результаті, вантажовідправник дистає можливість мати на руках товаророзпорядчий документ і розпоряджатися їм на власний розсуд. Бортовий коносамент видається на занурений, на борт товар. У ряди випадків умови контракту вимагають, щоб на коносаменти був ще додатковий напис: "на борту" ("on board").

Штурманська розписка (Mait Receipt) є посвідченням судновласника в прийнятті товару до перевезення. Виписує цей документ помічник капітана на підтвердження отримання конкретної партії на борт судна. Розписка описує

видимий стан товарів і дозволяє перевізникові видати коносамент. У ній відбиваються результати перевірки, що проводиться контролерами судновласника при прийомі товару для вантаження або під час вантаження. Це не товаророзпорядчий документ. На прохання видправника він може бути замінений коносаментом.

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

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

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

Повна розрахункова водотоннажність судна (Δ_p), яке служить початковою величиною при визначенні його чистої вантажопідйомності (Δ_q) на рейс, залежить від вантажних марок в портах вантаження і вивантаження і вантажних марок і обмежень опаді на трасі переходу.

Для визначення Δ_p по карти зон і сезонних районів визначаються діючі вантажні марки відповідно до часу рейсу.

Перехід Джебел-Али – Сингапур в зоні дії тропічної вантажної марки і обмеження осадки в портах для цього судна відсутні.

Вантажна марка, що обмежує водотоннажність судна, яка діє в районі порту прибуття повинна відповідати розрахунковій формули:

$$\Delta_p = \Delta_T \quad (3.1)$$

За вантажною шкалою визначаємо водотоннажність по зимову вантажну марку:

$$\Delta_T = 71067 \text{ т}$$

Після знаходження розрахункової водотоннажності судна визначається повна вантажопідйомність (дедвейт) судна:

$$\Delta_w = \Delta_p - \Delta_o. \quad (3.3)$$

де Δ_o – водотоннажність судна порожньому. т.

$$\Delta_w = 71067 - 20275 = 50792 \text{ т}$$

Ходовий час визначається по формули:

$$t_x = \frac{L}{24 \cdot V} + t_{zn} \quad (3.4)$$

де L – протяжність траси переходу. мили;

V – планова технічна швидкість. вузл..

t_{zn} – час затримок судна в дорозі (враховується час на проходження вузько-стей та каналів). диб.

$$t_x = \frac{3541}{24 \cdot 21.0} + 0 = 7.0 \text{ диб.}$$

Кількість вантажу, яка може прийняти судно, залежить від величини запасів. Зазвичай немає необхідності враховувати запаси стоянок, що витрачаються в порту вантаження і вивантаження (за умови, що в цих портах можливе їх отримання).

Тому загальна кількість рейсових запасів $P_{зан}$ дорівнює суми ходових запасів $P_{зан}^x$.

Кількість ходових запасів складає суму:

$$P_{зан}^x = P_m^x + P_{\epsilon}^x + P_{см}^x; \quad (3.5)$$

де P_m^x , P_{ϵ}^x , $P_{см}^x$ – відповідно кількість важкого палива, води і мастильної олії, необхідна на перехід від порту вантаження до порту вивантаження з урахуванням коефіцієнта штормового запасу $k_{шт}$.

Детальніше:

$$P_m^x = q_m^x \cdot t_x \cdot k_{шт}; \quad (3.6)$$

$$P_m^x = 52.5 \cdot 7.0 \cdot 1.2 = 441.0 \text{ т}$$

$$P_{л}^x = q_{л}^x \cdot t_x \cdot k_{шт}; \quad (3.6)$$

$$P_{л}^x = 2.5 \cdot 7.0 \cdot 1.2 = 21.0 \text{ т}$$

$$P_{\epsilon}^x = q_{\epsilon}^x \cdot t_x \cdot k_{шт}; \quad (3.7)$$

$$P_{\epsilon}^x = 10.0 \cdot 7.0 \cdot 1.2 = 84 \text{ т}$$

$$P_{см}^x = q_{см}^x \cdot t_x \cdot k_{шт}; \quad (3.8)$$

$$P_{см}^x = 0.25 \cdot 7.0 \cdot 1.2 = 2.1 \text{ т}$$

$$P_{зан}^x = 441 + 21.0 + 84.0 + 2.1 = 548.1 \text{ т}$$

де q_m^x , q_v^x – добова норма витрати палива і води на ходу судна відповідно. т/добу.

Оскільки цей розрахунок вантажного плану робиться на підставі реального рейсу, то кількість запасів беремо по факту.

$$\text{Моторне паливо } P_{нал м} = 3240.0 \text{ т.}$$

$$\text{Дизельне паливо } P_{нал д} = 223.0 \text{ т.}$$

$$\text{Запас мастильної олиї } P_m = 92.0 \text{ т.}$$

$$\text{Запас прісної води } P_v = 183.0 \text{ т.}$$

$$\text{Запас інші } P_u = 194.0 \text{ т.}$$

$$\text{Всього запасів } P_{зан} = 4072.0 \text{ т.}$$

$$\text{Константа } const = 140.0 \text{ т.}$$

Кінець рейсу: моторне паливо 2873.0 т; дизельне паливо 218.0 т; мастило 90.0 т; вода 202.0 т. інші 194.0.

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

$$\Delta_q = \Delta_w - P_{зан} - P_{\sigma} - const \quad (3.9)$$

$$\Delta_q = 50792.0 - 4072.0 - 8975.0 - 140.0 = 37605 \text{ т}$$

На судні встановлено оприснювальна установка типу WDU – H0914 – ЕС продуктивністю 35 м³.

Так як вантажний план складався на підставу реального рейсу, то загальна кількість вантажу прийнятого до перевезення склала 31808 т. що менше Δ_q .

3.4 Складання вантажного плану

Розміщення контейнерів на судні повинно здійснюватися у відповідності з вантажним планом. Вантажний план повинен складатися портом навантаження для кожного рейсу судна і затверджуватися капітаном судна.

У вантажному плані повинні бути приведені:

- сумарна таблиця кількості занурених на судно контейнерів за типом, по завантаженню (навантажені, порожні) і по портам призначення із зазначенням номера рейсу і дати відходу, порту відправлення і порту призначення;

- таблиця для розрахунку сумарної маси вантажу контейнерів на судні і моментів цієї маси щодо основної площини судна і миделю;

- таблиця для розрахунку остійності і посадки судна з вантажем контейнерів на момент відходу з порту навантаження і приходу в порт вивантаження;

- схеми розміщення контейнерів на судні в поздовжньому і поперечному перетинах (по рядах) із зазначенням кількості контейнеромест в кожному ряду (в чисельнику – на палубі, в знаменнику – в трюмі) і умовного позначення кожного контейнероместа.

Для умовного позначення контейнероместа слід використовувати шести-значну нумерацію, повністю визначає місце розташування контейнера на судні.

Перша пара цифр означає поперечний ряд (секцію-bay) контейнерів (по довжини судна) починаючи з носа.

Непарні цифри відповідають 20-футовим контейнерам, парні – 40-футовим контейнерам.

Другі дві цифри позначають ряд контейнерів по ширини судна починаючи від діаметральної площини судна. Контейнероместа по правому борту

мають непарну нумерацію. по лівому – парну. Треті дві цифри позначають ярус контейнерів по висоті.

Трюми контейнероместа мають нумерацію ярусів 01. 02. 03. палуби – 11. 12. 13. ... Якщо рахунок починають від палуби, то замість нуля вживають цифру висим.

При складанні вантажного плану, виходячи з запланованого до навантаження кількості контейнерів, визначається кожній контейнероместі з зазначенням номера контейнера, індексу власника і маси брутто контейнера в тоннах. при цьому має бути дотримано допустиме вертикальне розподіл мас контейнерів в штабелі, враховані контейнери різної висоти і з центром тяжкості, що перевищує половину висоти контейнера, а також контейнери з небезпечними вантажами, що вимагають особливих умов розміщення з урахуванням дотримання положень про їх поділи на борту з дна.

Після заповнення вантажного плану виконуються розрахунки посадки і остійності судна з вантажем на моменти відходу і приходу в порт вивантаження. При незадовільних результатах старший помічник капітану проводить коригування розміщення контейнерів, суднових запасів і баласту аж до відмови в прийомі частини запланованих до навантаження контейнерів. За результатами розподілу вантажів складається зведена табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Розміщення вантажу на судні

Найменування приміщення	Бей №	Кількість	Маса. т
1	2	3	4
Трюм №1 20'	01	15	230.2
40'	02	4	89.3
20'	03	1	18.4
Трюм №2 20'	05	33	6667
40'	06	27	522.1
20'	07	2	25.7

	20'	09	4	92.4
	40'	10	24	459.6
	20'	11	3	68.6
Трюм №3	40'	14	84	1821.5
	20'	17	79	1754.1
	40'	20	127	1911.5

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4
Трюм №4 40'	24	123	2264.1
20'	27	98	1899.6
20'	29	87	2141.9
20'	31	93	1676.7
Трюм №5 40'	34	132	2215.6
20'	37	97	1914.7
40'	40	125	2325.2
Трюм №6 20'	43	41	994.8
20'	45	55	1319.5
40'	48	79	2129.2
Трюм №7 40'	52	100	1354.0
40'	56	95	1679.8
Корма 40'	60	6	76.3
Всього 20'		693	13738
Всього 40'		1023	18070
ВСЬОГО ВАНТАЖУ:		1716	31808

Загальна маса контейнерів 31808 т.

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

При складанні вантажного плану необхідно в комплексі враховувати характеристики судна, вантажу, траси і портив заходу. Характеристики експлуатаційних умов рейсу висвітлені в 2 глави.

Рейс здійснювався из Джебель-Али в Сингапур у сични. Протяжність переходу 3541 миля.

Порт видходу: Джебель-Али (щільність води $\rho = 1.026 \text{ т/м}^3$)

У порту видходу діє тропична вантажна марка.

У порту є 3 потужні буксири.

Необхідні документи на видхід:

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

Порт приходу: Сингапур (щільність води $\rho = 1.025 \text{ т/м}^3$)

У порту приходу діє тропічна вантажна марка.

Постачання. У порту є велика кількість рідкого палива. Тут можна поповнити запаси провізії і прісної води.

Дератизація судив робиться в порту Сингапур. Тут видаються посвідчення про зроблену дератизацію, а також свідчення про звільнення від неї.

Документи на прихід:

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

РОЗДИЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

Розподіл запасів на судні на видхид и прихид представлений в табл. 4.1 и табл. 4.2.

Таблиця 4.1

Розподіл запасів на видхид

Найменування цистерн	Мист- кість. т	Маса. т	На видхид			
			Плечи. м		Моменти. тм	
			X	Z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
<i>Моторне паливо</i>						
NO.2 HFO Stor. Tk(S)	653	126	203.93	1.00	25695.18	126.00
NO.2 HFO Stor. Tk(P)	653	154	203.93	1.18	31405.22	181.72
NO.3 HFO Stor. Tk(P)	826	419	181.59	2.24	76086.21	938.56
NO.3 HFO Stor. Tk(S)	826	424	181.59	2.29	76994.16	970.96
NO.5 HFO Stor. Tk(P)	1177	941	105.10	3.60	98899.10	3387.60
NO.5 HFO Stor. Tk(S)	1177	970	105.10	3.81	101947.00	3695.70
H.F.O Sett. Tk	157	72	64.87	1.17	4670.64	84.24
H.F.O. Serv. Tk(P)	155	108	60.01	1.83	6481.08	197.64
H.F.O. Overflow Tk(P)	110	19	83.59	0.175	1588.21	3.33
Всього моторного палива		3240			422358	9585.7
<i>Дизельне паливо</i>						
D.O. Double Bottom Tk	250	92	75.56	0.74	6951.52	68.08
D.O. Settl. Tk	88	61	70.74	1.70	4315.14	103.70
D.O. Service Tk(P)	109	70	70.74	3.30	4951.80	231.00
Всього дизельного палива		223			16218.5	402.8
<i>Масило</i>						
L.O. Sump Tank (C)	69.7	36.0	65.71	1.32	2365.56	47.52
M/E L.O. Stor. Tk(S)	57	56.0	75.69	7.38	4238.64	413.28
Всього мастила		92			6604.2	460.8

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7
<i>Вода</i>						
Fresh Water Tk (S)	216.4	93	60.85	14.30	5659.1	1329.9
Fresh Water Tk (P)	216.4	90	60.85	14.30	5476.5	1287.0
Всього води		183			11135.6	2616.9
<i>Інше</i>						
T/C LO Drain Tk (S)	13.8	10	76.549	1.25	765.5	12.5
Bilge Holding T (C)	154.8	32	87.507	0.4	2800.2	12.8
M/E JCEW Drain (S)	22.6	10	74.425	1.33	744.3	13.3
Sep. Bilge O. Tk (P)	98.7	8	70.317	0.67	562.5	5.4
C.W. Tank (C)	54.5	54	118.42	3.07	6394.7	165.8
FO Fur. Sludge T (P)	8.8	8	52.897	9.35	423.2	74.8
Всього		194			11690.4	284.5
РАЗОМ ЗАПАСИВ:		4072	54.524	7.22	480459	19758

Таблиця 4.2

Розподіл запасів на прихід

Найменування цистерн	Мист – кисть. т	На прихід				
		Маса. т	Плечи. м		Моменти. тм	
			X	Z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
<i>Моторне паливо</i>						
NO.2 HFO Stor. Tk(S)	653	0	203.93	1.00	0.00	0.00
NO.2 HFO Stor. Tk(P)	653	3	203.93	1.18	611.79	3.54
NO.3 HFO Stor. Tk(P)	826	370	181.59	2.24	67188.30	828.80
NO.3 HFO Stor. Tk(S)	826	346	181.59	2.29	62830.14	792.34
NO.5 HFO Stor. Tk(P)	1177	940	105.10	3.60	98794.00	3384.00
NO.5 HFO Stor. Tk(S)	1177	970	105.10	3.81	101947.00	3695.70
H.F.O Sett. Tk	157	98	64.87	1.17	6357.26	114.66
H.F.O. Serv. Tk(P)	155	127	60.01	1.83	7621.27	232.41
H.F.O. Overflow Tk(P)	110	19	83.59	0.175	1588.21	3.33
Всього моторного палива		2873			344978	9847

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7
<i>Дизельне паливо</i>						
NO.1 D.O. Stor. Tk(S)	157.7	92	61.798	1.26	5685.42	115.92
NO.2 D.O. Stor. Tk(P)	152.6	60	57.735	0.88	3464.10	52.80
D.O. Service Tk(P)	87.7	66	53.740	11.96	3546.84	789.36
Всього дизельного палива		218			15906	15906
<i>Масло</i>						
L.O. Sump Tank (C)	69.7	35.0	65.71	1.32	2431.27	48.84
M/E L.O. Stor. Tk(S)	57	55.0	75.69	7.38	4162.95	405.90
Всього мастила		90			6233	6233
<i>Вода</i>						
Fresh Water Tk (P)	216.4	99	60.85	14.30	6024.15	1415.70
Fresh Water Tk (S)	216.4	103	60.85	14.30	6267.55	1472.90
Всього води		202			12294	12294
<i>Інше</i>						
T/C LO Drain Tk (S)	13.8	10	76.549	1.25	765.49	12.50
Bilge Holding T (C)	154.8	32	87.507	0.40	2800.22	12.80
M/E JCEW Drain (S)	22.6	10	74.425	1.33	744.25	13.30
Sep. Bilge O. Tk (P)	98.7	8	70.317	0.67	562.54	5.36
C.W. Tank (C)	54.5	54	118.421	3.07	6394.73	165.78
FO Fur. Sludge T (P)	8.8	8	52.897	9.35	423.18	74.80
Всього		194			10443	1705
РАЗОМ ЗАПАСИВ:		3719	58.22	8.65	403881	17796

Розподіл вантажів представлений в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Розподіл вантажів по приміщеннях

Наименование помещений	Бей №	Количество	Маса. т	Плечи. м		Моменты. тм	
				x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7	8
Трюм №1	20'	01	15	237.80	29.01	54742	6677
	40'	02	4	234.04	18.58	20900	1659
	20'	03	1	234.02	28.21	4306	519

Продовження табл. 4.3

1	2	3	4	5	6	7	8	
Трюм №2	20'	05	33	6667	22.59	1.87	150613	12459
	40'	06	27	522.1	222.33	2.98	116079	1557.8
	20'	07	2	25.7	225.80	28.21	5803	725
	20'	09	4	92.4	211.35	29.52	19529	2728
	40'	10	24	459.6	20.83	30.28	9571.6	13916
	20'	11	3	68.6	205.13	29.08	14072	1995
Трюм №3	40'	14	84	1821.5	193.11	18.67	351743	34011
	20'	17	79	1754.1	181.79	15.67	318871	27484
	40'	20	127	1911.5	171.16	17.22	327166	32911
Трюм №4	40'	24	123	2264.1	156.70	17.96	354775	40667
	20'	27	98	1899.6	146.07	13.38	277476	25416
	20'	29	87	2141.9	138.55	14.26	296768	30540
	20'	31	93	1676.7	130.93	13.61	219530	22813
Трюм №5	40'	34	132	2215.6	118.49	16.36	262534	36255
	20'	37	97	1914.7	107.17	13.29	205190	25447
	40'	40	125	2325.2	95.15	1.50	221239	3483.2
Трюм №6	20'	43	41	994.8	52.57	19.80	52300	19701
	20'	45	55	1319.5	55.11	17.45	72714	23029
	40'	48	79	2129.2	44.47	20.08	94688	42745
Трюм №7	40'	52	100	1354.0	29.62	22.31	40102	30212
	40'	56	95	1679.8	15.86	22.58	26642	37930
Корма	40'	60	6	76.3	1.47	24.90	112	1900
Всего 20'			693	13738	135.14	15.30	1856572	210143
Всего 40'			1023	18070	116.87	19.64	2111781	354919
ВСЕГО ГРУЗА:			1716	31808	124.76	17.76	3968353	565062

Розподил баласту представлений в табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Розподил баласту на видхид

Найменування цистерн	Мист- кисть. т	Маса. т	Плечи. м		Моменти. тм	
			X	Z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
No.2 Deep Tk(P)	424.9	424.9	210.44	2.75	89416	1168
No.2 Deep Tk(P)	424.9	424.9	26.898	2.75	11429	1168
No.3 WB DB Tk (P)	390.6	390.6	17.57	1.10	6863	430
No.3 WB DB Tk (S)	381.2	381.2	17.53	1.09	6682	416
No.4 WB DB (P)	652	635	14.23	1.00	9036	635
No.4 WB DB (S)	652	652	14.23	1.00	9278	652
No.4 WB Side (P)	1688.2	1002	140.45	4.53	140731	4539
No.4 WB Side (S)	1688.2	1002	140.45	4.53	140731	4539
No.5 WB DB (P)	674.6	674.6	104.42	1.00	70442	675
No.5 WB DB (S)	674.6	674.6	104.42	1.00	70442	675
No.5 WB Side (P)	731.1	370	10.44	11.79	3863	4362
No.5 WB Side (S)	731.1	355	10.44	12.45	3706	4420
No.6 WB DB (P)	1265.2	1002	4.89	5.57	4900	5581
No.6 WB DB (S)	1201.2	954	48.85	4.92	46603	4694
РАЗОМ БАЛАСТУ:		8975	121.67	4.06	1092035	36471

Таблиця 4.5

Розподил баласту на прихид

Найменування цистерн	Мист- кисть. т	Маса. т	Плечи. м		Моменти. тм	
			X	Z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
No.2 Deep Tk(P)	424.9	424.9	210.44	2.75	89416	1168
No.2 Deep Tk(P)	424.9	424.9	26.898	2.75	89416	1168
No.3 WB DB Tk (P)	390.6	390.6	17.57	1.10	6862.8	430
No.3 WB DB Tk (S)	381.2	381.2	17.53	1.09	6683.0	415
No.4 WB DB (P)	652	652	14.23	1.00	9278.6	653
No.4 WB DB (S)	652	652	14.23	1.00	9278.6	653
No.4 WB Side (P)	1688.2	1002	140.45	4.53	140734	4537

Продовження табл. 4.5

1	2	3	4	5	6	7
No.4 WB Side (S)	1688.2	1002	140.45	4.53	140734	4537
No.5 WB DB (P)	674.6	674.6	104.42	1.00	70442	675
No.5 WB DB (S)	674.6	674.6	104.42	1.00	70442	675
No.5 WB Side (P)	731.1	308	10.44	11.79	3215.5	3631
No.5 WB Side (S)	731.1	420	10.44	12.45	4384.8	5230
No.6 WB DB (P)	1265.2	715	4.89	5.57	3497.8	3982
No.6 WB DB (S)	1201.2	492.0	48.85	4.92	24035	2421
РАЗОМ БАЛАСТУ:		8208.5	128.68	3.67	1056236	30105

На підставі виконаних розподілів вантажу, баласту і запасів складемо таблицю звидних даних і розрахунку водотоннажності з вказівкою координат центру ваги судна.

Таблиця 4.6

Зведені дані і розрахунок водотоннажності на видхид

Найменування статей навантаження	На видхид				
	Маса. т	Плечи. м		Моменти. тм	
		X	Z	M _x	M _z
Судно порожньому	20275	110.97	15.06	2249924	305341
Константа (екипаж. пров. и ин.)	140	100.2	12.0	14028	1680
Суднови запаси	4072	117.99	4.85	480459	19758
Вантаж	31808	124.76	17.76	3968353	565062
Баласт	8975	121.67	4.06	1092035	36471
РАЗОМ ВОДОТОННАЖНІСТЬ:	65270	119.58	14.22	7804799	928312
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТИВ M _x константи				14028	

Таблиця 4.7

Зведени дані і розрахунок водотоннажності на прихід

Найменування статей навантаження	На прихід				
	Маса. т	Плечи. м		Моменти. тм	
		X	Z	M _x	M _z
Судно порожньому	20275	110.97	15.06	2249924	305341
Константа (екипаж. пров. и ин.)	140	100.2	12.0	14028	1680
Суднови запаси	3719	108.60	4.79	403881	17796
Вантаж	31808	124.76	17.76	3968353	565062
Баласт	8208.5	128.68	3.67	1056236	30105
РАЗОМ ВОДОТОННАЖНІСТЬ:	64150.5	119.91	14.34	7692422	919984
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТИВ M _x константи				14028	

Схематично вантажний план представлений на рис. 4.1.

4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності

Розрахунок посадки судна на відходь на прихід виконується з використанням вантажної шкали (Cargo Scale) і гідростатичних кривих (Hydrostatic Curves).

Таблиця 4.8

Розрахунок посадки судна на відхід і на прихід

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		Від-хід	При-хід
1	2	3	4
Водотоннажність масова. т	Δ	65270	64150.5
Абсциса центра ваги судна. м	x_g	119.58	119.91
Водотоннажність об'ємна. м ³	$V = \Delta / \rho$	63678	62586
Густина води. т/м ³	ρ	1.025	1.025

Продовження табл. 4.8

1	2	3	4
Осадка судна. м	T	12.24	12.06
Момент диферентуючий на 1 см. тм/см	M_I	1136.5	1114.6
Абсциса центру величини судна. м	x_c	119.91	119.98
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії. м	x_f	113.12	113.25
Апликата поперечного метацентра. м	z_m	15.24	15.28
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0.638	0.636
Диферент судна. м	$d = \Delta (x_g - x_c) / M_I$	-0.19	-0.04
Осадка судна носом. м	$T_n = T - (L - x_f) d / L$	12.13	12.04
Осадка судна кормою. м	$T_k = T_n + d$	12.32	12.08

Для виконання розрахунків і контролю остійності судна необхідно визначити поправки на вплив вільної поверхні рідких вантажів (запасів) до метацентричної висоти і плечей статичної остійності. Поправочні моменти Δm_h вибираються з таблиці даних по судових цистернах, приведеної в Інформації.

Таблиця 4.9

Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h . тм
1	2
NO.2 HFO Stor. Tk(P)	65.3
NO.3 HFO Stor. Tk(P)	539.8
NO.3 HFO Stor. Tk(S)	562.1
NO.5 HFO Stor. Tk(P)	31.5
NO.5 HFO Stor. Tk(S)	31.6
H.F.O Sett. Tk	206.5
H.F.O. Serv. Tk(P)	210.1
H.F.O. Overflow Tk(P)	1348.7

Продовження табл. 4.9

1	2
D.O. Double Bottom Tk	481.5
D.O. Settl. Tk	41.2
D.O. Service Tk(P)	4.7
L.O. Sump Tank (C)	56
M/E L.O. Stor. Tk(S)	110
Fresh Water Tk (P)	9.8
Fresh Water Tk (S)	9.8
T/C LO Drain Tk (S)	7.7
Bilge Holding T (C)	44.9
M/E JCEW Drain (S)	7.3
Sep. Bilge O. Tk (P)	5.0
C.W. Tank (C)	3
FO Fur. Sludge T (P)	2
WB Total Sum	3599
Сумма: $\Sigma \Delta m_h$	7290

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний в табл. 4.10.

Таблиця 4.10

Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення и формули	Значення величин	
		видхид	прихид
1	2	3	4
Водотоннажність масова. т	Δ	65270	64150.5
Невиправлена аппликата Ц.В.судна. м	z'_g	14.22	14.34
Аппликата поперечного метacentру. м	z_m	15.24	15.28
Невиправлена МТЦ висота. м	$h_o = z_m - z'_g$	1.02	0.94

Продовження табл. 4.10

1	2	3	4
Поправка до МТЦ висоти. м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / \Delta$	0.11	0.11
Виправлена МТЦ висота. м	$h = h_o - \Delta h$	0.91	0.83
Виправлена апліката Ц.В. судна. м	$z_g = z'_g + \Delta h$	14.33	14.45

4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації

Кожне судно має бути забезпечене Інформацією про остійність (Stability Booklet. Trim & Stability Book). що затверджений класифікаційним суспільством і містить достатню інформацію для перевірки відповідності остійності судна вимогам цього класифікаційного суспільства або ІМО.

Перевірка остійності по матеріалах Інформації виконується по граничних статичних моментах. або по допустимих метацентричних висотах. або по критичному підвищенню центру тяжіння судна (залежно від того. який графік або таблиця є в Інформації).

Перевірку остійності по матеріалах Інформації виконаємо по критичному підвищенню Ц.В. судна.

Таблиця 4.11

Перевірка остійності по критичному підвищенню ЦТ судна

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		видхід	прихід
Водотоннажність масова. т	Δ	65270	64150.5
Апліката Ц.В. судна. м	z'_g	14.22	14.34
Поправка до аплікати Ц.В. судна. м	$\Delta z_g = \Sigma \Delta m_h / \Delta$	0.11	0.11
Виправлена апліката Ц.В. судна. м	$z_g = z'_g + \Delta z_g$	14.33	14.45
Максимальна гранична апліката Ц.В.. м	z_g^{max}	15.09	15.13

Оскільки $Z_g < Z_g^{\max}$. то остійність задовольняє усім вимогам.

4.4 Розрахунок и побудова діаграм остійности

Плечи статичної остійности можуть бути розраховані з використанням кривих або таблиці плечей остійности форми (Cross – Curves of Stability).

Плечи остійности форми l_ϕ вибираються по об'ємній водотоннажності для тих кутів крену, які приведені в таблиці. Ці плечи відличуються від точки К. відповідний кильовий лінії, то плечи остійности ваги необхідно розраховувати по формули:

$$l_e = z_g \sin \theta.$$

а виправлени на вплив вільних поверхонь плечи статичної остійности будуть рівні:

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

Розрахунок плечей діаграми статичної остійности виконується в табличний форми.

Таблиця 4.12

Розрахунок плечей статичної остійности на видхид

Водотоннажність Δ , т								65270
Апликата центра ваги судна z_{g0} , м								14.22
Апликата умовного центра мас z_m , м (поліус – точка «О»)								0.00
Виправлена апликаата центра ваги судна. $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м								14.33
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плеche форми. l_ϕ , м	$\sin \theta$	$z_g^n \cdot \sin \theta$	Плеche статичної остійности $l = l_\phi - z_g^n \cdot \sin \theta$. м	Мно-жник	Добуток	Множ-ник	Добуток

Продовження табл. 4.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.000	0.0000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000
10	2.658	0.1736	2.488	0.170	4	0.678	3	0.509
20	5.321	0.3420	4.901	0.420	2	0.840	3	1.260
30	7.995	0.5000	7.165	0.830	4	3.320	1	0.830
40	10.544	0.6428	9.211	1.333	1	1.333	$\sum_{30}$	2.598
50	12.297	0.7660	10.977	1.320	$\sum_{40}$	6.171	$a_{0-30} =$	0.170
60	13.3	0.8660	12.410	0.890	$a_{0-40} =$	0.359	$a_{30-40} =$	0.189

Таблиця 4.13

Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність Δ , т								64150.5
Апликата центра ваги судна z_{g0} , м								14.34
Апликата умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «O»)								0.00
Виправлена апліката центра ваги судна. $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м								14.45
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плече форми. l_ϕ , м	$\sin \theta$	$z_g^n \cdot \sin \theta$	Плече статичної остійності $l = l_\phi - z_g^n \cdot \sin \theta$, м	Множ-ник	Добуток	Множ-ник	Добуток
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.000	0.0000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000
10	2.66	0.1736	2.509	0.151	4	0.603	3	0.452
20	5.329	0.3420	4.942	0.387	2	0.774	3	1.160
30	8.007	0.5000	7.225	0.782	4	3.128	1	0.782
40	10.559	0.6428	9.288	1.271	1	1.271	$\sum_{30}$	2.395
50	12.314	0.7660	11.069	1.245	$\sum_{40}$	5.775	$a_{0-30} =$	0.157
60	13.317	0.8660	12.514	0.803	$a_{0-40} =$	0.336	$a_{30-40} =$	0.179

За результатами розрахунків будемо діаграми остійності на видхід (рис. 4.2) і на прихід (рис. 4.3).

4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності

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

Остійність судна вважається достатньою, якщо задовольняються (з урахуванням можливого зледеніння) загальні для всіх суден вимоги до критерія погоди, кута крену від дії постійного вітру й діаграми статичної остійності (ДСО), а також додаткові вимоги для суден окремих типів.

Розрахунок нормованих параметрів остійності виконаний в табл. 4.14.

Таблиця 4.14

Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	Δ	65270	64150.5
Осадка судна, м	T	12.24	12.06
Виправлена МТЦ висота, м	h	0.91	0.83
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	$l_{w1} = 0.504 A_v z_v / (g \Delta)$	0.063	0.064
Плече кренувального моменту від пориву вітру, м	$l_{w2} = 1.5 l_{w1}$	0.095	0.096
Відносна площа скулових килив, %	$100 A_k / (L B)$	1.25	
Коефіцієнт	k	0.965	
Аргумент	$\sqrt{h_0} / B$	0.031	0.030
Відносна ширина	B/T	2.63	2.67
Безрозмірний множник	X_1	0.957	0.953
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0.638	0.636

Продовження табл. 4.14

1	2	3	4
Безрозмірний множник	X_2	0.965	0.964
Інерційний коефіцієнт	$c=0.373+0.023B/T-0.043L/100$	0.325	0.326
Період хитами. с	$T_\theta = 2 c B / \sqrt{h_0}$	20.7	21.7
Коефіцієнт	s	0.0350	0.0350
Коефіцієнт	$r = 0.73 + 0.6(z_g - T)/T$	0.832	0.849
Амплітуда хитами. °	$\theta_r = 109 v k X_1 X_2 \sqrt{r s}$	16.6	16.7
Кут заливання. °	θ_f	-	-
Кут входу палуби у воду. °	$\theta_d = \arctg(2(H - T)/B)$	33.8	34.1
Кут крену від постійного вітру. °	θ_o	4.0	4.4
Кут крену при хитав. назустріч вітру. °	$\theta_l = \theta_{rMO} - \theta_o$	12.6	12.3
Кут 2-ої точки перетину l_{w2} з ДСО. °	θ_{w2}	>50	>50
Межа площі "b" діаграми справа. °	θ_b	50	50
Площа "a" діаграми. м-рад	a	0.0498	0.0472
Площа "b" діаграми. м-рад	b	0.518	0.484
Критерій погоди	$K = b / a$	10.40	10.25
Невиправлена метацентрич. висота. м	h_o	1.02	0.94
Коефіцієнт	k_θ	1.021	1.027
Швидкість перед виходом на циркуляції. вузл.	V_s	21.0	
Момент. що кренить на циркуляції. тм	$M_R = (0.037 \Delta V_s^2) \cdot (Z_g - T/2)/(gL)$	3545	3578
Плече моменту. що кренить. на циркуляції. м	$l_R = M_R / \Delta$	0.054	0.058
Кут крену на циркуляції. градус	θ_R	3.4	4.0

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

Для визначення величини площі "a" і "b" доцільно використовувати правило Симпсона. Для цього площі "a" і "b" діляться на чотири ділянки однакової довжини по куту крену. Безпосередній розрахунок площ виконується в табличній формі аналогічно розрахунку площі a_{0-40} . При цьому, замість множника 0.1745, потрібно приймати довжини ділянок $\Delta\theta_1$ і $\Delta\theta_2$ у радіанах.

4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

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

Таблиця 4.15

Перевірка виконання рекомендацій ІМО

Найменування величин	Позна- чення	Значення величин			Викон. (YES/NO)
		норма- тивне	видхид	прихид	
Загальни критерії:					
1	2	3	4	5	6
Площа під ДСО до кута крену 30°. м·рад	A_{30}	≥ 0.055	0.175	0.162	YES
Площа під ДСО до кута крену 40°. м·рад	A_{40}	≥ 0.09	0.364	0.342	YES
Площа під ДСО між кутами крену 30° и 40°. м·рад	A_{30-40}	≥ 0.03	0.189	0.180	YES
Плече ДСО при кути крену 30 ° або бильше. м	l_{30}	≥ 0.20	0.830	0.782	YES

Продовження табл. 4.15

1	2	3	4	5	6
Кут крену. що відповідає максимуму ДСО. °	θ_m	≥ 25	44.4	44.3	YES
Виправлена метацентрична висота. м	h	> 0.15	0.91	0.83	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	10.40	10.25	YES
Кут крену від постійного вітру. °	θ_o	≤ 16	4.0	4.4	YES
Додаткові вимоги для контейнеровозів:					
Кут крену на циркуляції. °	θ_R	≤ 16.0	3.4	4.0	TAK
Кут крену від постійного вітру. °	θ_o	≤ 16.0	4.0	4.4	TAK

На видхід и на прихід остийність судна задовольняє усім вимогам ІМО.

4.7 Контроль загальної поздовжньої міцності судна

Відповідно до суднової документації перевірку міцності виконаємо по перерізуючим силам и моментах, що вигинають, в декількох поперечних перерізах по довжини корпусу.

Для кожного з вибраних перерізів необхідно по прийнятому вантажно-му плану розрахувати перерізуючу и момент, що вигинає, и порівняти їх з допустимими значеннями.

Контроль загальної поздовжньої міцності здійснимий за схваленою класифікаційним суспільством програмою Power Loading (Version: 1.0 build 5).

Результати розрахунку за судновою програмою перерізуючою SF и моменту BM, що вигинає, на видхід и прихід судна представлені в табл. 4.16 та 4.17

Таблиця 4.16

Перевірка поздовжньої міцності на видхид

Переріз	КП. м	SF. т	SF sea. %	BM. тм	BM sea. %
1	2	3	4	5	6
0	0	308	5	915	1
12	9.52	670	12	5295	6
31	24.28	1989	36	53448	63
47	37.00	2316	43	84622	65
66	51.76	2962	48	121568	68
106	85.86	627	7	159742	73
125	100.62	-581	-7	160395	73
144	115.38	-1059	-11	149528	68
163	130.14	-864	-9	129557	59
182	144.90	-981	-11	116259	55
201	159.66	-1688	-20	78104	54
220	174.42	-2088	-52	50761	48
239	189.18	-1936	-48	17602	25
258	203.94	-244	-4	4010	8
278	218.70	-163	-3	260	1
296	233.62	14	0	46	0

Максимальна переризуюча 2962 т на 65 шпангоути.

Максимальний згинальний момент 161126 на 95 шпангоути.

Таблиця 4.17

Перевірка поздовжньої міцності на прихид

Сечение	КП. м	SF. т	SF sea. %	BM. тм	BM sea. %
1	2	3	4	5	6
0	0	306	5	917	1
12	9.52	643	12	5198	6
31	24.28	1809	36	50597	63
47	37.00	2544	43	82016	65

Продовження табл. 4.17

1	2	3	4	5	6
66	51.76	3316	48	124333	68
106	85.86	840	7	168133	73
125	100.62	-472	-5	171525	73
144	115.38	-1072	-12	161670	68
163	130.14	-968	-11	140699	59
182	144.90	-1182	-13	124324	55
201	159.66	-1901	-23	81641	54
220	174.42	-2294	-57	51127	48
239	189.18	-1899	-47	16920	25
258	203.94	-224	-4	3692	8
278	218.70	-152	-3	168	1
296	233.62	18	0	47	0

Максимальна перерізуюча сила 3316 т на 65 шпангоути.

Максимальний згинальний момент 171652 на 100 шпангоути.

На рис. 4.4 представлена епюра міцності на прихід.

Протягом всього рейсу загальна поздовжня міцність забезпечена.

РОЗДИЛ 5

ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МОРСЬКІЙ ГАЛУЗІ

5.1 Виявлення напрямків розвитку інноваційних технологій у морській індустрії

Сучасна морська індустрія перебуває в стани глибокої трансформації, що зумовлена поєднанням кількох глобальних чинників: зростанням обсягів міжнародної торгівлі, посиленням вимог до безпеки мореплавства, необхідністю декарбонізації транспорту та стримким розвитком цифрових технологій. Інноваційні рішення дедалі частіше розглядаються не як допоміжний інструмент, а як ключова умова підтримання конкурентоспроможності судноплавних компаній, портів та всієї логістичної інфраструктури [32; 33].

Традиційні моделі експлуатації флоту, що спиралися на досвід екіпажу та обмежений набір аналогових навігаційних засобів, поступово витісняються інтегрованими цифровими системами. До основних напрямків розвитку технологій у морській галузі належать:

- цифровізація процесів судноводіння та управління флотом;
- впровадження електронних навігаційних систем та е-навігації (e-Navigation);
- розвиток автономних та напівавтономних суден (MASS);
- широке використання штучного інтелекту (AI) та машинного навчання (ML);
- оброблення великих масивів даних (Big Data) та створення цифрових двійників суден;
- інтеграція суден, портів та берегових служб в єдину інформаційно-комунікаційну екосистему.

Судноплавні компанії та оператори флоту інвестують значні ресурси у створення систем, що дозволяють оптимізувати витрати палива, скоротити час простою в портах, підвищити точність планування рейсів і мінімізувати вплив людського фактору на безпеку мореплавства. Аналіз даних показує, що попри прогрес у сфері технічних засобів, до 80-85 % морських аварій досі так чи інакше пов'язані з помилками людини [32]. Отже, розвиток технологій спрямований не лише на автоматизацію функцій, а й на підтримку прийняття рішень, зниження когнітивного навантаження на вахтових офіцерів та формування нової культури безпеки.

Особливої уваги заслуговує тенденція до включення суден і портових об'єктів у **Інтернет речей (Internet of Things. IoT)**. На борту судна встановлюються численні датчики, що фіксують параметри роботи головного двигуна, допоміжних механізмів, енергетичної системи, навігаційного обладнання, паливної ефективності, а також метеорологічну та океанографічну інформацію. Зібрані дані передаються на берегові аналітичні центри, де за допомогою алгоритмів машинного навчання здійснюється оцінка технічного стану, прогнозується ризик видмов та формуються рекомендації щодо режимів експлуатації [38].

Пандемія COVID-19 додатково продемонструвала важливість цифрових технологій для стійкості ланцюгів поставок. Обмеження фізичних контактів стимулювали перехід до електронного документообігу, дистанційного інспектування суден, впровадження безконтактних процедур портового оформлення (port clearance). На міжнародному рівні було активізовано роботу над стандартами електронного обміну даними відповідно до Конвенції ІМО про сприяння міжнародному морському судноплавству (FAL Convention), а також над уніфікованою **Довідковою моделлю даних ІМО (IMO Reference Data Model)**, що є складовою Компендіуму ІМО з питань сприяння та електронного бізнесу [33].

Таким чином, розвиток інновацій у морській індустрії відбувається у логіці переходу від фрагментарного використання окремих електронних

засобив до формування цілісної цифрової екосистеми. в який судно. порт. судновласник. класифікаційне товариство. страхови та державні органи взаємодіють на основі стандартизованих даних та сервісів.

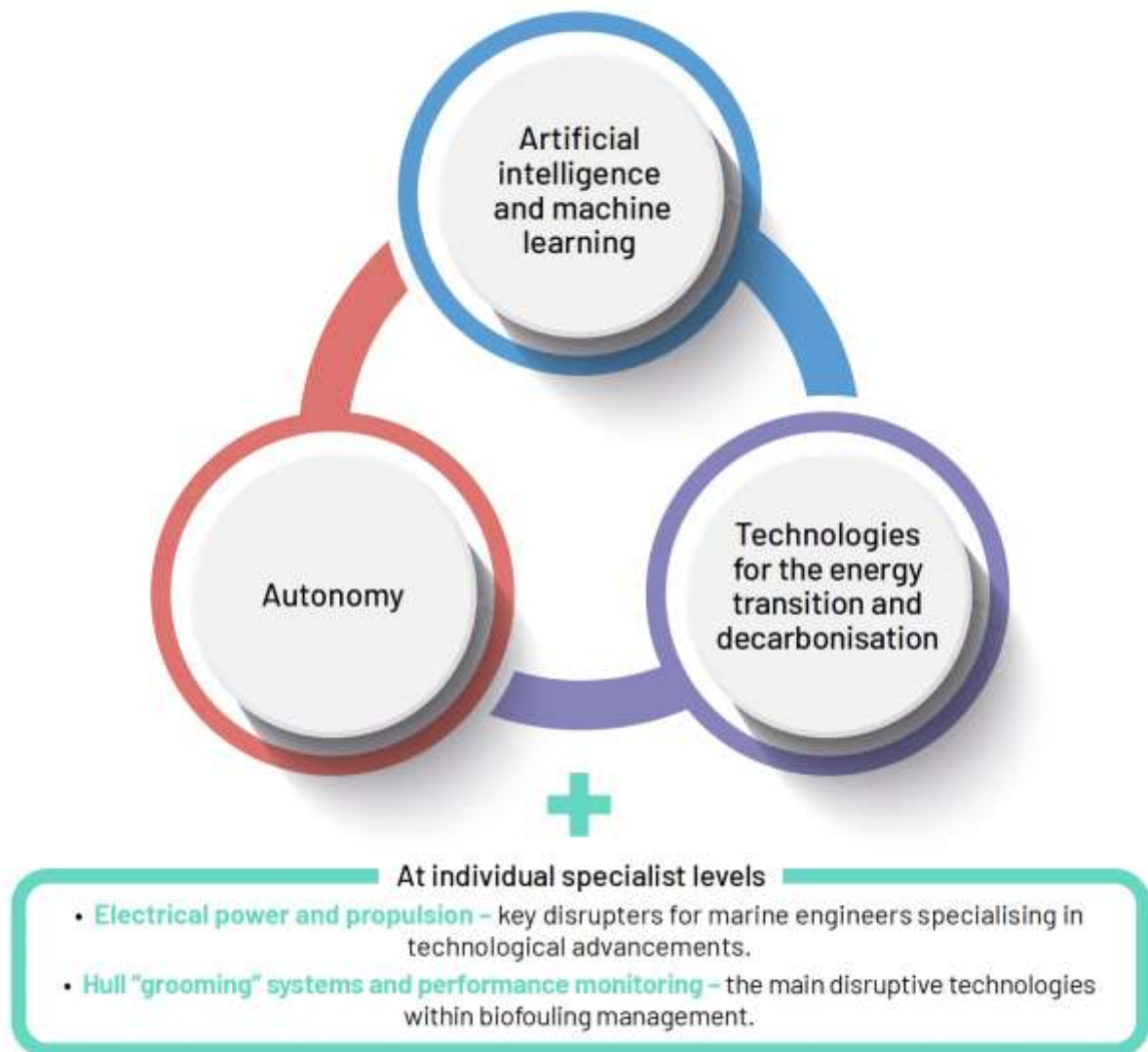


Рис. 5.1. Основні напрями розвитку інноваційних технологій у морський галузі

5.2 Сучасні електронні засоби судноводіння та їх роль у забезпеченні безпеки мореплавства

Електронні засоби судноводіння становлять основу сучасної навігаційної практики. Вони забезпечують вимірювання, оброблення та відображення великого обсягу навігаційної інформації, підтримують

прийняття рішень на ходовому мистку та дають змогу реалізувати комплексний підхід до безпеки мореплавства.

До ключових електронних систем належать [32; 34]:

- радіолокаційні станції (RADAR);
- автоматичні радіолокаційні прокладники (ARPA);
- електронні картографічні та інформаційні системи (ECDIS);
- автоматична ідентифікаційна система (AIS) та майбутня система VDES;
- інерційні та супутникові системи навігації (GPS, ГЛОНАСС, Galileo тощо);
- гіроскопічні компаси та інтегровані системи курсу;
- інтегровані мисткові системи (Integrated Bridge Systems. IBS).

Радіолокаційні станції забезпечують виявлення навколишніх об'єктів за рахунок випромінювання електромагнітних хвиль і приймання відбитого сигналу. Завдяки незалежності радіолокації від умов видимості (туман, дощ, нічний час) радарам виділено ключову роль у системі судноводіння. Сучасні РЛС підтримують різні режими відображення, фільтрацію перешкод, автоматичне виявлення цілей та їх супровід [32].

ARPA-системи суттєво розширюють можливості класичної РЛС. Вони автоматично відстежують декілька цілей одночасно, обчислюють їхній курс, швидкість, параметри зближення (CPA – Closest Point of Approach, TCPA – Time to CPA), а також формують попередження у разі загрози зіткнення. Це дає змогу вахтовому офіцеру своєчасно виявити небезпечні зближення, оцінити ситуацію та прийняти обґрунтоване рішення відповідно до Міжнародних правил запобігання зіткненню суден у морі (COLREGs) [32; 34].

ECDIS поєднує електронні навігаційні карти (ENC), дані супутникової навігації, інформацію AIS, ARPA, гідрометеорологічні та інші відомості. Відповідно до вимог ІМО, ECDIS визнається еквівалентом паперових карт за умови використання офіційних ENC та резервних засобів навігації. Системи ECDIS дозволяють здійснювати планування маршруту, автоматичний контроль

видхилення від запланованого шляху. відображення зон обмежень. небезпек. рекомендованих шляхів. а також інтегрувати інформацію про тимчасові заборонені райони. зони робіт або особливого екологічного режиму [34; 35].

AIS забезпечує автоматичний обмін ідентифікаційними даними між судами та береговими службами: назва судна. MMSI. курс. швидкість. тип судна. осадка. порт призначення тощо. На основі AIS-даних формуються картини руху у системах VTS (Vessel Traffic Service). виконується аналіз щільності руху. виявлення аномальної поведінки суден. оцінка ризиків та ситуацій зіткнення [34]. Нова система **VDES (VHF Data Exchange System)** покликана розширити пропускну здатність каналів обміну. інтегрувати супутникові та наземні сегменти та забезпечити більш стійкий цифровий зв'язок для е-навігаційних сервісів.

Інтегровані мисткові системи (IBS) об'єднують всі перелічені засоби в єдиний інтерфейс. Це дозволяє зменшити кількість окремих пультів. уніфікувати індикацію та організувати централізоване управління. При цьому особлива увага приділяється ергономіці: логічному розташуванню органів керування. інтуїтивній структури меню. узгодженості кольорових схем. Метою є не тільки розширення функціональності. а й зменшення ризиків. пов'язаних з інформаційним перевантаженням та помилками інтерпретації даних [35].

Дослідження показують. що впровадження інтегрованих систем навігації сприяє зниженню кількості навігаційних аварій. проте повністю не усуває залежність від людського фактору. Помилки у налаштуванні масштабів карти. невирна інтерпретація ARPA-даних. ігнорування сигналів тривоги залишаються поширеними причинами інцидентів. Тому інновації у сфері електронних засобів судноводиння мають супроводжуватися належною підготовкою екіпажів. оновленням тренажерної бази та розвитком компетентностей у сфері управління складними технічними системами [32; 35; 38].

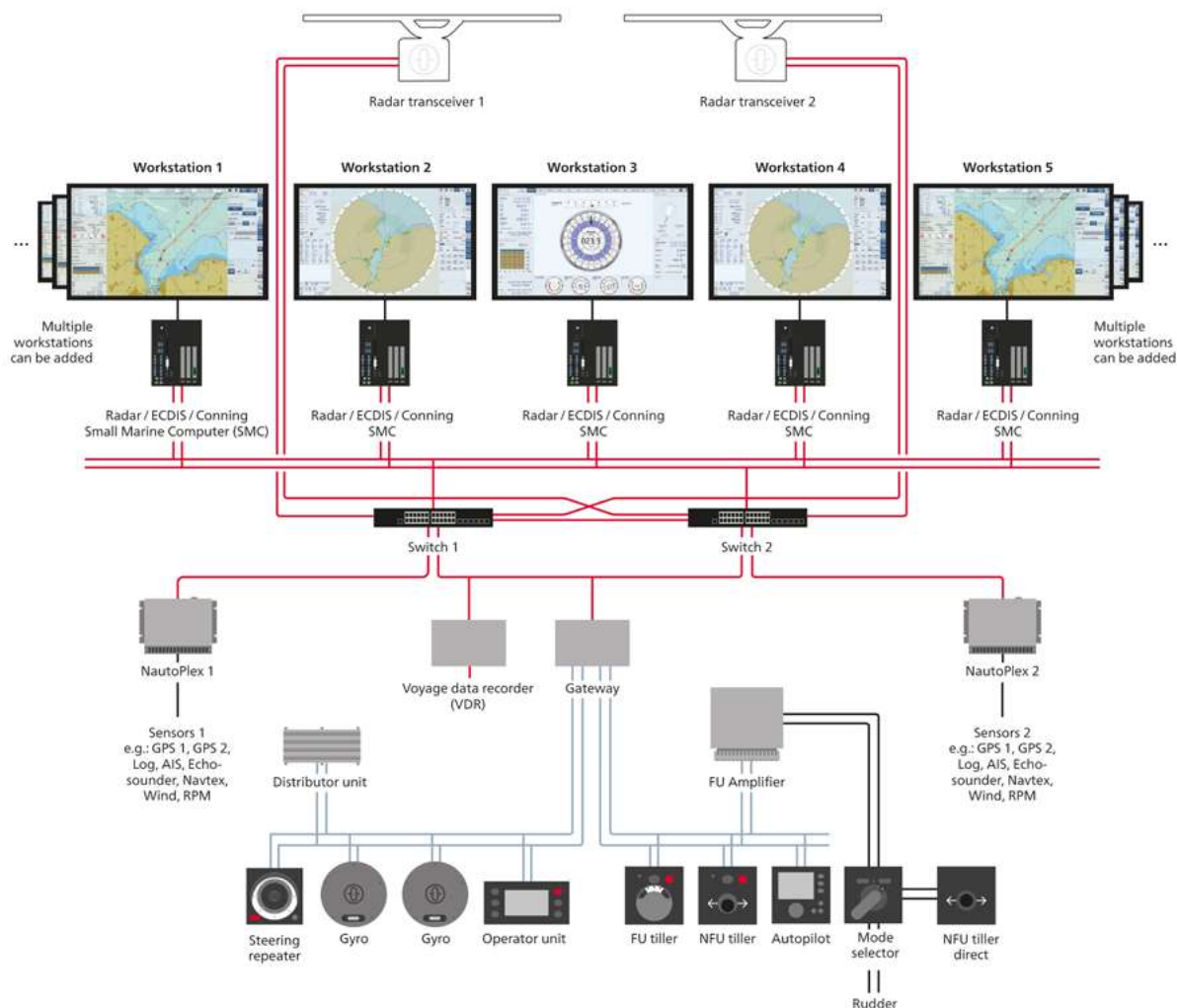


Рис. 5.2. Структурна схема інтегрованої мисткової системи сучасного судна

5.2.1 Автономні та інтелектуальні навігаційні системи: поточний стан та перспективи розвитку

Однією з найбільш дискусійних і водночас перспективних тенденцій є розвиток **Maritime Autonomous Surface Ships (MASS)** – морських надводних суден з різним рівнем автономності. ІМО проводить систематичний аналіз правових та технічних наслідків впровадження MASS, розглядаючи їх у контексті існуючих міжнародних конвенцій. Наукові дослідження зосереджені на питаннях архітектури автономних систем, алгоритмів

ухилення від зіткнень. формування ситуаційної обізнаності без участі людини та забезпечення кібербезпеки [35; 36].

Інтелектуальні навігаційні системи автономних і напівавтономних суден включають такі ключові компоненти:

- **системи комп'ютерного зору** (обробка зображень з відеокамер, тепловизорів, стереосистем);
- **сенсорні комплекси** (RADAR, LIDAR, AIS, GNSS, інерційні вимірювальні блоки);
- **модулі сприйняття навколишнього середовища** (perception), які будують карту обстановки в реальному часі;
- **алгоритми оцінки ризику зіткнення та ухилення з урахуванням COLREGs**;
- **модулі планування траєкторії та оптимізації маршруту**;
- **системи прийняття рішень**, що реалізують логіку поведінки судна;
- **канали зв'язку з береговим центром управління**.

Сучасні дослідження показують, що поєднання візуальних систем та традиційних датчиків (RADAR, AIS) дозволяє створювати стійкіші алгоритми ситуаційної обізнаності, які здатні функціонувати в умовах часткових відмов окремих сенсорів [35]. Візуальні навігаційні системи використовують методи глибинного навчання для розпізнавання інших суден, навігаційних знаків, берегової лінії, хвиль, льодових утворень, плаваючих предметів. Це створює основу для формування **цифрового «бачення»** судна.

Дослідження сфер безпеки показують потенціал істотного скорочення людських втрат у разі широкого впровадження автономних суден. За окремими сценаріями, повністю безкіпажні вантажні судна здатні зменшити кількість аварійних випадків, пов'язаних з людським фактором, до 69-100 % порівняно зі звичайним флотом [35]. Водночас зазначається, що автономні системи створюють і нові типи ризиків: збої програмного забезпечення, некоректне навчання моделей, кібератаки, помилки в логіці алгоритмів.

Іншим напрямом є інтелектуальне керування рухом флоту в акваториях з підвищеним ризиком, зокрема в локальних тимчасових заборонених районах плавання, де проводяться будівельні, військові чи наукові роботи. Запропоновані моделі «інтелектуального навігаційного наведення» дозволяють автоматично генерувати маршрути обходу таких зон з урахуванням щільності руху, глибини, гідрометеорологічних умов та вимог безпеки [34]. Це особливо актуально для густонаселених прибережних районів і вузьких проток.

Таким чином, розвиток автономних та інтелектуальних систем судноводіння відкриває значні перспективи підвищення безпеки та ефективності, проте потребує комплексного нормативно-правового, технічного та етичного осмислення.

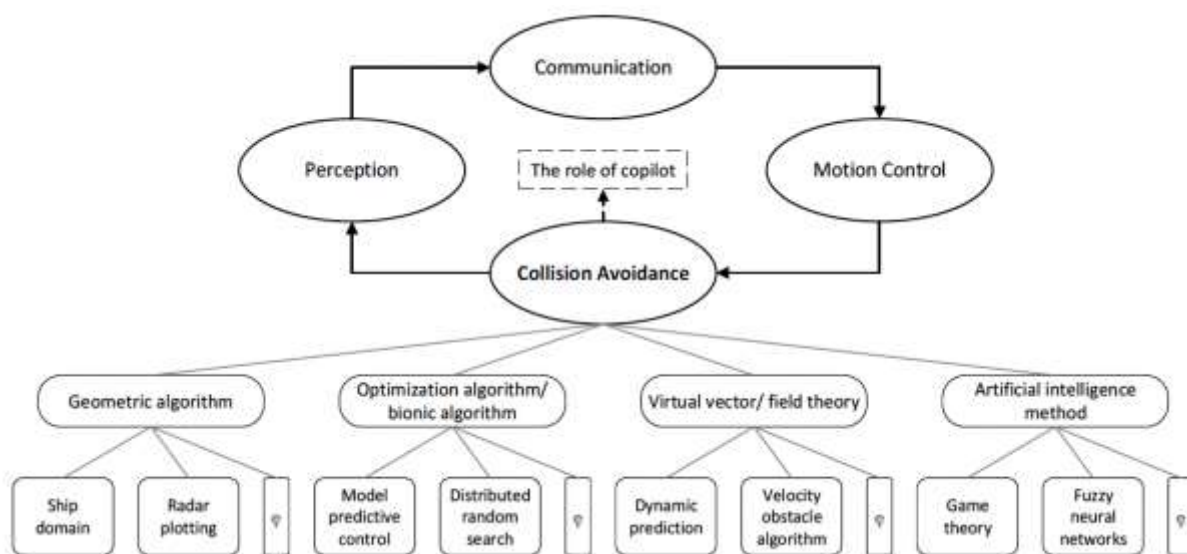


Рис. 5.3. Функціональна архітектура інтелектуальної навігаційної системи автономного судна, що включає модулі сприйняття, комунікації, керування рухом та ухилення від зіткнень, а також класифікацію алгоритмів уникнення зіткнень

5.2.2 Е-навігація та стандарти ІМО: гармонизація цифрових сервісів у морський галузі

Сучасна морська галузь переживає масштабний перехід від паперових, фрагментованих та ізольованих інформаційних систем до цифрової навігаційної екосистеми, здатної забезпечити високу точність, інтегрованість та проактивність управління морським рухом. Центральним елементом цього процесу виступає концепція **е-навігації**, започаткована Міжнародною морською організацією (ІМО), метою якої є формування глобальної інформаційної інфраструктури, що з'єднує судна, берегові служби та міжнародні гідрографічні органи в єдину мережу обміну навігаційними даними [33].

У межах е-навігації ключову роль відіграє перехід до нової моделі гідрографічних даних **ІНО S-100**, що заміняє застарілий стандарт S-57, розроблений ще у 1980-х роках. S-100 сформовано як **універсальний цифровий каркас**, який дозволяє створювати різноманітні навігаційні продукти – від електронних карт до океанографічних шарів даних, моделей течій, прогнозів погоди та систем попереджень. Таким чином, S-100 не є просто стандартом для картографії: це комплексна інформаційна система, здатна інтегрувати дані з різних джерел і забезпечувати багаторівневу ситуаційну обізнаність екіпажу [37].

Нові продукти сімейства S-100 охоплюють широкий спектр критично важливих для навігації даних. Наприклад, **S-101 (ENC нового покоління)** забезпечує підвищену деталізацію та можливість динамічного оновлення картографічних об'єктів. Стандарт **S-102** містить високоточні батиметричні поверхні, які дозволяють значно точніше оцінювати глибини та мінімізувати ризики посадки на мілину. Дані про течії (**S-111**) та рівень води (**S-104**, **S-112**) інтегруються з навігаційними алгоритмами, перетворюючи ECDIS на інструмент прогнозової підтримки, а не лише візуалізації. Натомість **S-124** забезпечує стандартизовані навігаційні

попередження, що дозволяє уникати інформаційної фрагментації між країнами та службами [37].

У сукупності ці продукти формують **S-100 World** – цілисну цифрову екосистему, що поступово стає основою сучасної навігації. Використання таких продуктів дозволяє суднам отримувати актуальні дані в режимі реального часу, адаптувати маршрутність відповідно до змінних гідрометеорологічних умов, а також інтегрувати зовнішні потоки інформації – від метеостанцій до автономних океанографічних платформ.

Особливо важливим компонентом е-навігації є система **Maritime Services**, описана в циркулярі IMO MSC.1/Circ.1610/Rev.1. (2024) Вона включає структуровані сервиси, які забезпечують обмін інформацією між суднами та берегом. Зокрема, сервиси **MS8 (Vessel-Shore Reporting)** та **MS1 (Maritime Safety Information)** стандартизують передачу важливої адміністративної та навігаційної інформації, виключаючи дублювання та неузгодженість між національними системами. Така уніфікація дозволяє суттєво знизити навантаження на екіпаж і водночас підвищити точність планування рейсу [33].

Перехід до S-100 супроводжується технологічними змінами і на борту судна. Нові ECDIS-системи проектуються як **мультимодальні платформи**, здатні працювати з 3-D батиметрією, океанографічними шарами та потоковими сервісами даних. Вони стають не лише засобом відображення інформації, але й інструментом аналізу, надаючи можливість автоматично виявляти загрози, прогнозувати ризики та оптимізувати маршрут відповідно до комплексних умов навколишнього середовища.

Таким чином, розвиток е-навігації та впровадження стандартів S-100 формують нову парадигму морської безпеки: від реактивного реагування до проактивного управління ризиками на основі даних. Цей перехід є фундаментальним кроком до цифровизації морської галузі, автономних технологій навігації та створення інтегрованої системи прийняття рішень.

що охоплює весь життєвий цикл рейсу – вид планування до завершення плавання [34].

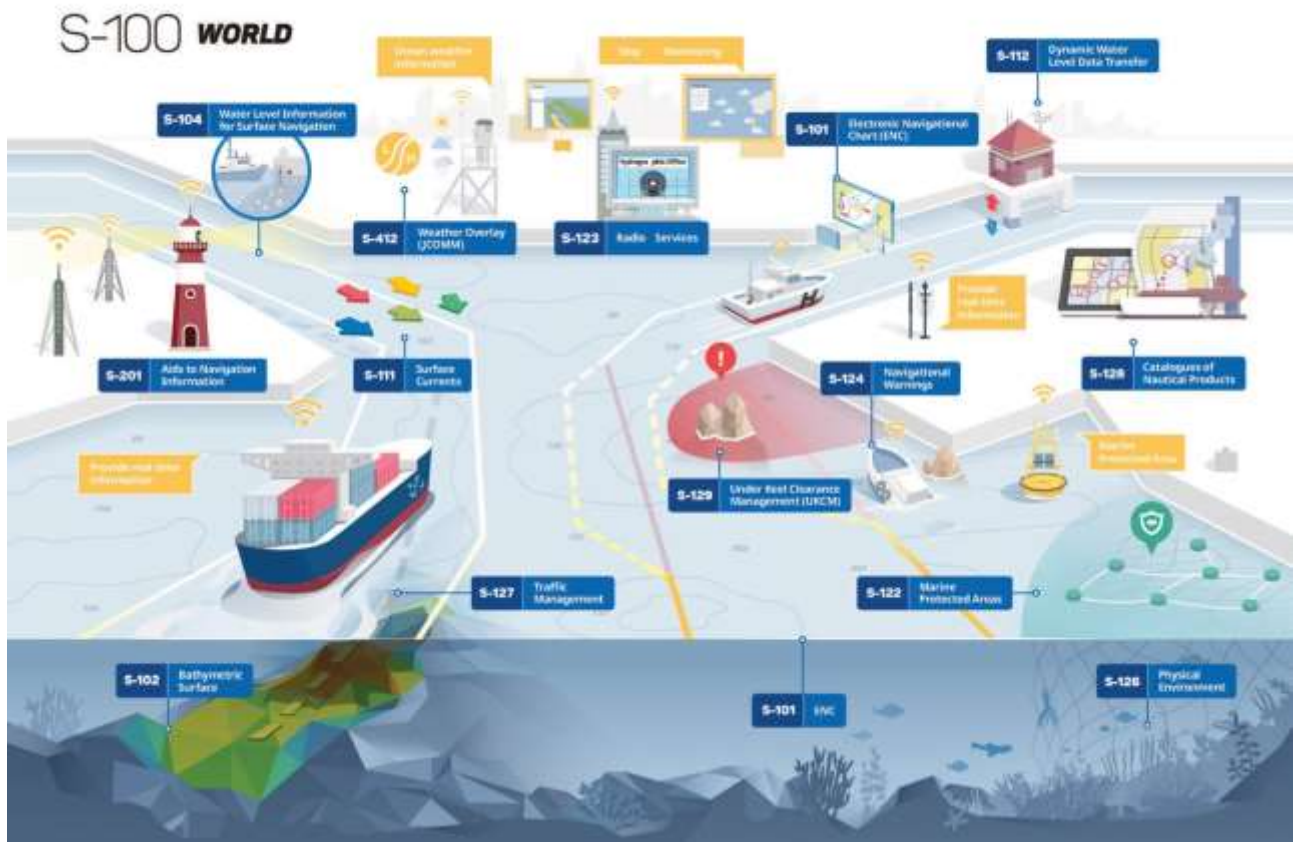


Рис. 5.4. Визуалізація екосистеми стандарту ІНО S-100 у контексті е-навігації

5.2.3 Інноваційні технології в комерційному судноплаванні: ефективність, економіка, цифрові платформи

Крим безпеки. інноваційні технології мають безпосередній вплив на **економічну ефективність** торговельного флоту. В умовах жорсткої конкуренції та високої волатильності фрахтових ставок судноплавні компанії змушені оптимізувати всі ланки своєї діяльності – від планування рейсів до технічного обслуговування суден.

Серед ключових напрямів цифровизації комерційного судноплавства можна виділити [38; 39]:

- **системи оптимізації рейсу (Voyage Optimization Systems).** що з урахуванням прогнозів погоди, течій, вузьких місць маршруту, цін на паливо тощо дозволяють обрати найекономічнішу траєкторію та швидкість;
- **цифрові двійники суден.** які моделюють поведінку судна в різних умовах експлуатації та дозволяють прогнозувати вплив змни режимів роботи на витрату палива та знос обладнання;
- **системи предиктивної діагностики.** що аналізують вібраційні, температурні, акустичні та інші сигнали для раннього виявлення відхилень у роботі механізмів;
- **платформи управління флотом.** інтегровані з системами технічного обслуговування, закупівель, комерційного планування та комплаєнсу;
- **блокчейн-рішення** для прозорого обміну транспортними документами, контрактами та фінансовими операціями.

Впровадження таких технологій дає змогу досягти економії палива на рівні 5-15 %, скоротити незаплановані простої через відмови обладнання, зменшити потребу у фізичних інспекціях і полегшити дотримання міжнародних екологічних та безпекових стандартів [38; 39].

Особливої уваги заслуговує питання **кибербезпеки**. Зі зростанням рівня цифровизації суден і портів збільшується вразливість до кібератак, які можуть призвести як до порушення роботи окремих систем, так і до повного паралічу судна або портової інфраструктури. Тому поряд з технічними заходами (шлюзи, сегментація мереж, шифрування, оновлення ПЗ) актуальними стають організаційні: навчання персоналу, розробка планів реагування на інциденти, аудит кіберризиків [38].

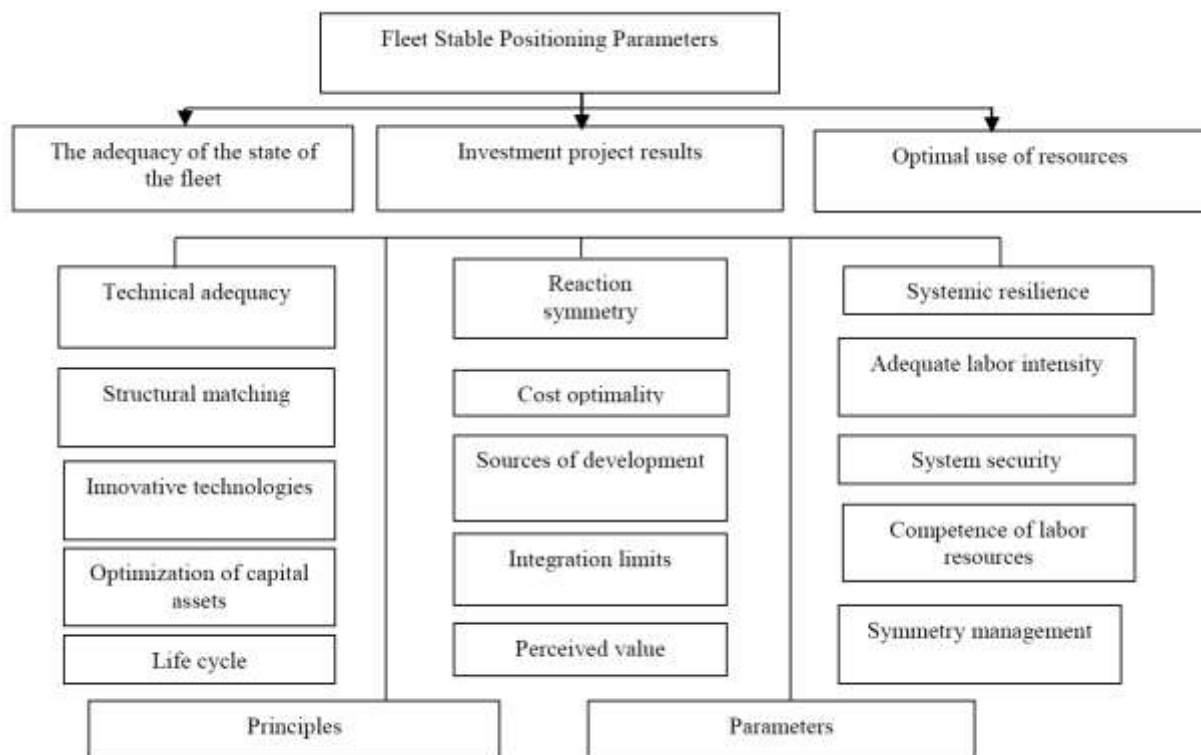


Рис. 5.5. Умови оптимізації параметричної ефективності діяльності судноплавної компанії, включно з інноваційними технологіями, оптимізацією ресурсів та оцінкою технічного стану флоту

5.3 Використання інновацій у складних та екстремальних умовах (Арктика, полярні райони)

Експлуатація суден у полярних районах сьогодні розглядається як одна з найскладніших і водночас найбільш перспективних сфер морської діяльності. Швидкі зміни льодового покриву, непередбачувана динаміка погоди, обмеженість інфраструктури та надзвичайно низькі температури створюють середовище, у якому традиційні технології судноплавства вже не забезпечують необхідного рівня безпеки. У таких умовах на перший план виходять інноваційні технічні рішення, здатні підвищити стійкість, інформативність і предиктивність навігаційних процесів.

Сучасні тенденції розвитку полярного судноплавства значною мірою визначаються вимогами Полярного кодексу та стандарту ISO 19906, що встановлюють нормативи конструктивної міцності, експлуатаційної надійності та організації судноводіння у високоширотних районах. Проте виконання цих вимог неможливе без упровадження нових технологій, які трансформують як технічний, так і управлінський аспект експлуатації суден.

Однією з найбільш критичних проблем є взаємодія судна з морським льодом. Характер льодового покриву може змінюватися протягом кількох годин, а традиційні методи розвідки льоду часто не забезпечують достатньої деталізації. У відповідь на ці виклики дедалі більшого поширення набувають супутникові радіолокаційні знімки (SAR), які дозволяють отримувати високоточні карти льодового поля незалежно від часу доби чи погодних умов. Використання таких даних у поєднанні з алгоритмами машинного навчання забезпечує можливість прогнозування руху льодових масивів, що раніше вважалося майже недосяжним [36].

Паралельно з розвитком систем дистанційного зондування активно вдосконалюються навігаційні технології на борту судна. Оскільки магнітні аномалії та іоносферні збурення роблять роботу супутникових систем нестабільною, особливого значення набувають інерціальні навігаційні системи, здатні автономно підтримувати визначення місцеположення. У свою чергу, LiDAR-комплекси, що раніше рідко застосовувалися в морській сфері, нині використовуються для вимірювання нерівностей льоду, торосів і крижаних гряд, які становлять потенційну небезпеку для корпусу судна.

Інноваційні підходи простежуються не лише в засобах спостереження, а й у технологіях підтримки прийняття рішень. Зокрема, впровадження цифрових двійників суден дає змогу моделювати поведінку корпусу та силової установки в умовах різного льодового навантаження. Така цифрова модель, що базується на даних сенсорів і гідрометеорологічних сервісів, дозволяє передбачати ймовірність пошкоджень, оцінювати оптимальні

режими руху та прогнозувати витрати палива, що є особливо важливим в умовах обмеженої доступності ресурсів у полярних регіонах.

Окремого значення набувають системи UKCM, які в полярних районах мають специфічне наповнення. Постійна зміна рельєфу дна внаслідок дії крижаних мас, відсутність актуальних гідрографічних даних та обмеженість вимірювань вимагають оперативного поєднання батиметричної інформації (S-102), океанографічних даних (S-111, S-412) та спостережень за рівнем води (S-104). Це створює новий рівень інтегрованих навігаційних рішень, яким раніше не було аналогів [37].

Особливу групу інновацій складають екологічно орієнтовані технології, адже полярні екосистеми є одними з найбільш вразливих на планеті. На судах дедалі частіше впроваджуються системи очищення викидів, низькоемисийні двигуни, енергетичні установки на зрідженому газі, а також засоби моніторингу підводного шуму для зменшення впливу на морських ссавців. Важливим напрямом стала оптимізація маршрутів не лише за критеріями економії палива, але й з метою уникнення зон з високою концентрацією біорізноманіття.

Не менш важливою складовою інноваційного розвитку Арктики є інституційна та інформаційна координація. У межах міжнародних програм створюються спеціальні центри обміну даними, які забезпечують оперативний доступ до льодових прогнозів, гідрометеорологічної інформації та рекомендацій щодо безпечного судноплавства. Такі ініціативи, як *Arctic Shipping Best Practices Information Forum*, спрямовані на узгодження практик судновласників, науковців, регуляторів і берегових служб, формуючи єдиний простір безпечної навігації [36].

Узагальнюючи, слід зазначити, що інноваційні технології в полярних регіонах перестають бути факультативним доповненням до традиційних методів. Вони формують нову парадигму судноплавства, у межах якої стійкість, інформаційна забезпеченість і цифрова інтегрованість стають ключовими елементами безпеки. Саме тому майбутнє арктичного

судноплавства багато в чому залежить від темпів упровадження нових технологій та здатності міжнародної спільноти забезпечити їх узгоджене і відповідальне застосування.

Важливою інституційною складовою сучасної інноваційної інфраструктури Арктики є система Arctic Ocean Observing System (AOS), спрямована на формування цілісної мережі спостережень за станом океану, льоду та атмосфери. У статті підкреслюється, що AOS виконує функцію інтегрованої платформи збору й аналізу даних, об'єднуючи супутникові спостереження, автоматизовані океанографічні буї, льодові станції, автономні підводні апарати та берегові вимірювальні комплекси. Така система забезпечує безперервний моніторинг ключових параметрів Арктичного басейну й створює наукову основу для прогнозування змін льодової динаміки, гідрометеорологічних процесів та екологічної ситуації. Як зазначено в дослідженні, AOS відіграє критичну роль у підтримці безпеки судноплавства: своєчасне оновлення даних про товщину й рух льоду, течії та стан морської поверхні дозволяє зменшувати ризики навігації та забезпечує інформаційну підтримку управлінських рішень у полярних регіонах. Крім того, AOS є частиною ширшої міжнародної ініціативи SAON (Sustaining Arctic Observing Networks), що гарантує координацію між науковими центрами, урядовими структурами та транспортною галуззю у сфері сталого управління Арктикою.

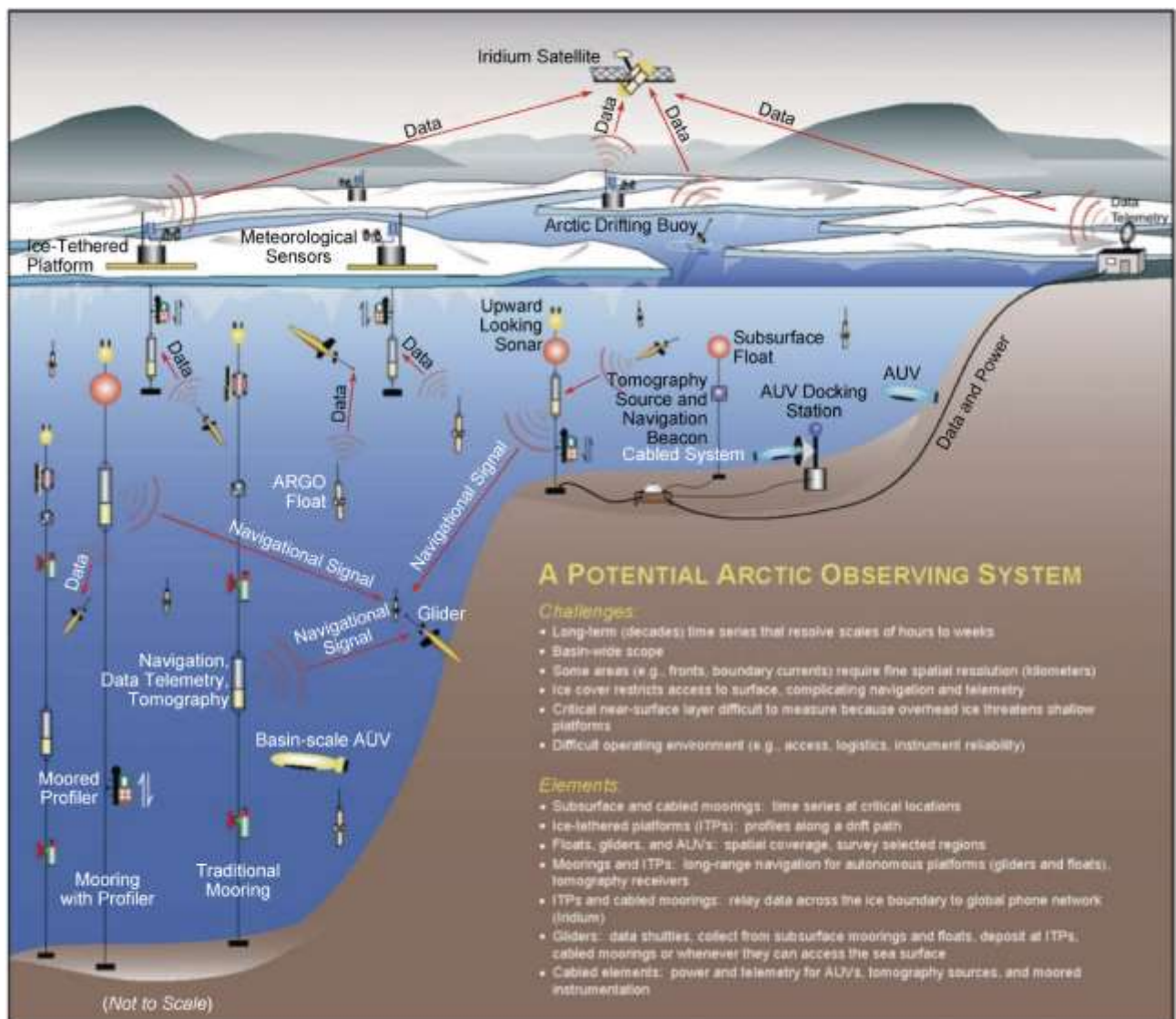


Рис. 5.6. Потенційна архітектура Арктичної океанічної системи спостережень (AOS), що включає супутникові канали зв'язку, дрейфуючі та підлидні платформи, автономні підводні апарати, гідроакустичні маяки, профайлери та інші елементи моніторингу

5.3.1 Виклики впровадження інновацій та потреби майбутнього

Попри очевидні переваги, впровадження інноваційних технологій у морський галузі супроводжується низкою викликів. Серед них можна виділити такі групи проблем [33; 36; 38; 39]:

1. Нормативно-правови виклики.

Иснуюча міжнародна правова база (SOLAS, MARPOL, STCW, COLREGs тощо) формувалася з урахуванням класичної моделі судноплавства із повністю укомплектованим екіпажем і переважно аналоговими системами. Поява автономних суден, широке використання AI, цифрових сервісів вимагають адаптації або навіть перегляду чинних норм. Цей процес є тривалим і потребує консенсусу між численними державами.

2. Технічні та інтеропераційні виклики.

Різноманитність виробників обладнання, форматів даних, пропріетарних рішень ускладнює інтеграцію систем. Навіть при наявності стандартів S-100, Maritime Services та інших документів на практиці зберігаються несумісності і фрагментація інформаційного простору. Потрібні узгоджені підходи до сертифікації, випробувань, оновлення програмного забезпечення.

3. Кадрові виклики і компетентності.

Перехід до високого рівня цифровизації змінює вимоги до кваліфікації моряків та берегових фахівців. Від них очікується не лише знання класичних навігаційних методів, а й уміння працювати з комплексними інформаційними системами, розуміти принципи функціонування AI-алгоритмів, усвідомлювати ризики кібербезпеки. Це потребує оновлення навчальних програм, розвитку тренажерних полігонів, впровадження концепції безперервного професійного розвитку.

4. Економічні виклики.

Інноваційні системи є вартисними, а їхній економічний ефект не завжди очевидний у короткостроковій перспективі. Для частини судновласників бар'єром стають високі капітальні витрати, особливо в умовах нестабільних фрахтових ринків. Пошук балансу між вимогами безпеки, екології та економіки залишається актуальним завданням.

5. Етичні та соціальні аспекти.

Впровадження автономних суден ставить питання щодо майбутнього морських професій, відповідальності за прийняти алгоритмами рішення, пріоритизації безпеки людей та довкілля в ситуаціях неминучого ризику. Необхідний широкий міждисциплінарний діалог, у якому братимуть участь не лише інженери і юристи, а й фахівці з етики, психології, соціології.

У перспективі можна очікувати подальшого посилення ролі інтелектуальних систем, поширення цифрових стандартів, розширення кількості Maritime Services, розвитку глобальних платформ обміну даними та зростання уваги до кіберстійкості. Водночас людський елемент і якість управління зміними залишатимуться визначальними чинниками успіху цифрової трансформації морської галузі.

Висновки до розділу 5

У розділи розглянуто основні напрями розвитку інноваційних технологій у морській галузі та їхній вплив на безпеку, ефективність і стійкість міжнародного судноплавства. Показано, що сучасні електронні засоби судноводіння, системи е-навігації, автономні та інтелектуальні навігаційні комплекси, а також цифрові платформи управління флотом формують нову техніко-організаційну парадигму морського транспорту.

Встановлено, що, незважаючи на значні інвестиції у технічні засоби, людський фактор продовжує залишатися ключовим джерелом ризиків, а отже, інновації мають розглядатися не як заміна людини, а як інструмент підтримки прийняття рішень, зниження когнітивного навантаження та формування культури безпеки.

Розвиток е-навігації та впровадження стандартів ІМО щодо Maritime Services і моделі даних S-100 створюють основу для гармонізації цифрового середовища морського транспорту. Упровадження інноваційних технологій у комерційному судноплавстві сприяє підвищенню енергоефективності, оптимізації логістичних процесів та покращенню управління технічним станом суден.

Водночас значними залишаються нормативно-правові, технічні, економічні та соціально-етичні виклики, пов'язані з масовим впровадженням інновацій, особливо у контексті автономних суден та кібербезпеки. Подолання цих викликів потребує комплексного підходу, скоординованих дій міжнародних організацій, держав, судноплавних компаній та освітніх закладів.

РОЗДИЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙС

6.1 Морські вантажні контейнерні перевезення

В даний час морські контейнерні перевезення є одними з найбільш затребуваних для транспортування різних вантажів, не тільки між континентами, а й між країнами. Основною перевагою перевезень по морю є їх низька вартість, а також налагоджена система транспортування. Ще з Древніх часів люди використовували морські шляхи для доставки своїх товарів в інші країни, і до цього дня, з огляду на сучасні технології, які доступні людству, цей спосіб перевезень є одним з найнадійніших.

Вантажні контейнерні перевезення сьогодні: контейнери зробили революцію в вантажних перевезеннях. Сьогодні близько 90% не насипних вантажів в усьому світі рухається в контейнерах, які встановлюються на морських судах; 26% всіх контейнерів йдуть з Китаю, близько 18 мільйонів контейнерів роблять 200 мільйонів поїздок на рік.

Однак мало хто передбачав ступінь впливу контейнерів на морські перевезення. Більшість економічних досліджень передрикали, що контейнерні перевезення витіснять інші види транспортування, але не змогли спрогнозувати, що процес контейнеризації сам по собі надасть сильний вплив на виробників та обсяги торгівлі. Сьогодні вантажні контейнерні перевезення стали потужною ланкою в ланцюзі світової економіки.

Контейнерні перевезення по морю сьогодні користуються особливим попитом, оскільки є найдешевшими і безпечними. Єдиний мінус такої доставки - це час очікування, адже судна повинні рухатися з певною швидкістю і долати величезні відстані. Ще однією перевагою можна назвати безпеку таких пересувань, оскільки суду зазвичай застрахований вид

всіляких випадковостей. Видправляючи свій вантаж по морю, ви можете бути впевнені в тому, що він добереться до пункту призначення цілим і неушкодженим.

Також, морські контейнерні перевезення, вартість яких буде невисокою, призначені для транспортування і великогабаритних вантажів, і невеликих посилок, які видправляються за допомогою збирного вантажу.

Впровадження контейнерних перевезень призвело до значного прогресу в ефективності роботи морських портів, а відповідно і зниження витрат на вантажно-розвантажувальні операції та саму доставку вантажу. Що, в кінцевому рахунку, призвело до значного прискорення і збільшення торговельних потоків. На даний момент практично всі імпортовані товари в світі проводять якийсь час в контейнері. Походження контейнерних перевезень і їх внесок в логістику зумовлені необхідністю більш економічного, зручного та безпечного транспортування вантажів.

6.2 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейси

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

Таблиця 6.1

Початкові дані для розрахунку рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5

1	Дедвейт т/х «LOUIS MAERSK»	Δ_w	тон	50792
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	4072

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5
3	Видстань між портами	L	мили	3541
4	Кількість навантаженого вантажу:	ΣQ	т	31808
	Контейнера 20	Q_1	шт	693
	Контейнера 40	Q_2	шт	1023
5	Фрахтова ставка за 1 шт вантажу Контейнера 20	f_1	\$/шт	250
	Контейнера 40	f_2	\$/шт	400
6	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	шт/доб.	2000
7	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	шт/доб.	2500
8	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	21
9	Швидкість в каналах, вузостях	v	кан. вуз.	10.0
10	Добова витрата палива на ходу:			
	важке	$q_x^в$	тон/добу	52.5
	легке	$q_x^л$	тон/добу	2.5
	Добова витрата палива на стоянці: легке	$q_{ст}$	тон/добу	2.5
11	Ціна 1 тони палива: важке	C_v	\$/т	450
	легке	C_l	\$/т	650
12	Балансова вартість судна	$C_{бал}$	\$	2579400
13	Річна норма амортизації	Ha	%	10
14	Позаексплуатаційний час	$T_{зе}$	дйб.	15
15	Чисельність екіпажу	$Ч_{ек}$	чол.	21
16	Час затримки в дорозі	$t_{зат}$	доб.	0.1
17	Додатковий час в портах стоянки	$t_{дод}$	год.	1
18	Заробитна платня	$R_{зп}$	\$/доб	2300
19	Витрати на технічне постачання	$R_{т.пос}$	\$/доб	200

20	Навігаційні витрати	$R_{нав}$	\$/доб	150
----	---------------------	-----------	--------	-----

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5
21	Портови збори	$R_{порт}$	\$	12450
22	Агентування суден	$R_{аг}$	\$/доб	150
23	Витрати на страхування судна	$R_{стр}$	\$/доб	170
24	Витрати на ремонт	$C_{рем}$	\$/мр.п.	400000
25	Вартість одного доковання	$C_{док}$	\$	12000

При розрахунку кількісних показників роботи судна в рейси використовуємо дані рейсового завдання [44. 45].

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

$$\Delta_q = \Delta_w - G_{зан}. \quad (6.1)$$

$$\Delta_q = 50792 - 4072 = 46720 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

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

де T_k - календарний період, приймаємо 365 диб;

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

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

$$t_x = 3541 / (21.0 \times 24) + 0.1 = 7.1 \text{ доби}$$

- стоянковий час:

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

$$t_{cm} = 1716 / 2000 + 1716 / 2500 + 1/24 = 1.6 \text{ диб.}$$

- час рейсу складе:

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

$$t_p = 7.1 + 1.6 = 8.8 \text{ диб}$$

4. Розрахуємо провизну спроможність судна:

- зроблено шт-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 1716 \times 3541 = 6076356 \text{ шт-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_{\text{ч}} L = 46720 \times 3541 = 165435520 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

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

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = 693 \times 250 + 1023 \times 400 = 582450 \text{ $/рейс}$$

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

Постийни експлуатаційни витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

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

- витрати на заробитну плату ($R_{\text{зн}}$) 2300 \$/добу;

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

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

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

$$R_{хар} = 21 \times 12 = 252 \text{ \$/добу};$$

- 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.

$$R_{рем} = ((12000 + 400000) / 5) / 350 = 235 \text{ \$/добу}$$

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

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

$$R_{ам} = (2579400 \times 0.1) / 350 = 737 \text{ \$/добу};$$

- 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;

$$R_{сн} = (2579400 \times 0.02) / 350 = 147 \text{ \$/добу};$$

- витрати на технічне постачання ($R_{т.нос.}$) 200 \$/добу;

- навігаційні витрати. \$/добу ($R_{нав}$) 150 \$/добу;

- портови збори ($R_{порт}$) 12450 \$/рейс;

- витрати з агентування ($R_{аг}$) 150 \$/добу;

- витрати на страхування ($R_{\text{стр}}$) 170 \$/добу.

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

$$R_{\text{екс}} = 2300 + 252 + 235 + 737 + 147 + 200 + 150 + 12450 / 3.6 + \\ + 150 + 170 = 7799 \text{ \$ / добу}$$

7. Розраховуємо непрямі (адміністративно-управлінські)

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

де $k_{\text{ад}}$ – коефіцієнт на адміністративно-управлінський апарат (вид суми постійних експлуатаційних витрат судна). приймаємо 2 %.

$$R_{\text{кос.}} = 7799 \times 0.02 = 156 \text{ \$ / добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{\text{заг}} = 7799 + 156 = 7955 \text{ \$ / добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{\text{заг.екс}} = 7955 \times 8.8 = 69767 \text{ \$ / рейс}$$

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

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

$$R_{\text{x}}^m = k_{\text{см}} \cdot q_{\text{x}} \cdot \Pi_m \quad (6.15)$$

де $k_{\text{см}}$ – коефіцієнт, що враховує витрати на мастильні, обтиральні матеріали, в залежності від двигуна = 1.05-1.15.

$$R_x^m = 1.1 \times 52.5 \times 450 = 25987.5 \text{ \$/добу}$$

$$R_x^n = 1.1 \times 2.5 \times 650 = 1788 \text{ \$/добу}$$

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

$$R_{cm}^m = k_{cm} \cdot q_{cm} \cdot C_l \quad (6.16)$$

$$R_{cm}^n = 1.1 \times 2.5 \times 650 = 1788 \text{ \$/добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

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

$$\Sigma R_{nep} = 25987.5 \times 7.1 + 1788 \times 7.1 + 1788 \times 1.6 = 188121 \text{ \$/рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{рейс} = 69767 + 188121 = 257888 \text{ \$/рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

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

$$\Sigma \Pi_{рейс} = 582450 - 257888 = 324562 \text{ \$/рейс}$$

Прибуток судна т/х «LOUIS MAERSK» з порту Джебель-Али в порт Сингапур з вантажем контейнерів за рейс склав 324562 \$/рейс.

Якісні показники роботи судна в рейси розраховуємо за методикою [42]:

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

$$K_e = \frac{T_{екс}}{T_{\kappa}}. \quad (6.20)$$

$$K_e = 350 / 365 = 0.959$$

2. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

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

$$V_{cp} = 3541 / 7.1 = 497$$

3. Коефіцієнт ходового часу:

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

$$\varepsilon_x = 7.1 / 8.8 = 0.813$$

4. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

$$\mu_e = \alpha_3 \cdot V_{cp.} \cdot \varepsilon_x. \quad (6.23)$$

$$\mu_e = 0.681 \times 497 \times 0.813 = 274.9$$

5. Валова прибутковисть одних судно-днів:

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

$$\mu = 582450 / 8.8 = 66412 \text{ \$/доба}$$

6. Собівартість перевезення однієї одиниці вантажу в рейси:

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

$$S_{ум} = 257888 / 1716 = 150.28 \text{ \$/шт}$$

7. Собивартисть 1 тонно-мили в рейси:

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

$$S_{ум-м} = 257888 / 6076356 = 0.0424 \text{ \$/шт-м}$$

8. Собивартисть утримання судна в добу експлуатації:

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

$$S_{с-д} = 257888 / 8.8 = 29405 \text{ \$/ доба.екс}$$

10. Ривень дохидности являе видношення доходив до витрат:

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

$$PF = 582450 / 257888 = 2.26$$

При $PF > 1$ рейс прибутковий. Ривень дохидности (target yield) – показник розрахунку ефективности виконаного рейсу заснований на анализе килькисних та якисних показників роботи судна в рейси.

6.3 Прогнозування роботи судна. оцінка ефективности рейсу

Якисни показники роботи судна за експлуатаційний період розраховуємо з урахуванням розрахованого експлуатаційного період роботи судна за формулою (6.2) за методикою [46]:

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$Ч_p = T_{екс} / t_p \quad (6.29)$$

$$\mathcal{C}_p = 350 / 8.8 = 39.91$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

$$\Sigma Q_{екс} = \Sigma Q \mathcal{C}_p \quad (6.30)$$

$$\Sigma Q_{екс} = 1716 \times 39.91 = 68482 \text{ шт / рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

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

$$\Sigma Ql_{екс} = 6076356 \times 39.91 = 242494600 \text{ шт-миль / рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma F_{екс} = 582450 \times 39.91 = 23244356 \text{ \$ / рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma R_{екс} = 257888 \times 39.91 = 10291761 \text{ \$ / рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma \Pi = 324562 \times 39.91 = 12952595 \text{ \$ / рік}$$

7. Рівень доходності роботи судна за експлуатаційний період:

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

$$PF = 23244356 / 10291761 = 2.26$$

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	\$	582450
2	Затрати загальні	R	\$	257888
3	Прибуток	Π	\$	324562
4	Коефіцієнт ходового часу	ε_x		0.813
5	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	мили/доб	497
6	Дохідність судна	μ	\$/доб	66412
7	Рівень дохідності	PF		2.26
8	Собівартість перевезення 1 шт вантажу	$S_{шт}$	\$/шт	150.28
9	Собівартість 1 шт-мили	$S_{шт-м}$	\$/шт-м	0.0424
10	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	$S_{с-д}$	\$/доб.	29405

В результаті проведених розрахунків, наведених у табл. 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень дохідності 1.60. прибуток 1308253 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе

21382848 \$. Судно «LOUIS MAERSK» доцільно використовувати на даний лінії.

РОЗДИЛ 7

ОХОРОННИ ЗАХОДИ І ЦИВИЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ

7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкти морського транспорту

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

Танкер «QUINTA» стоїть на бочці в акваторії порту Секонди–Такоради (Гана). Отримано повідомлення про вибух на території берегового сховища. внаслідок якого зруйновано резервуар зі зрідженим хлором.

Ймовірна причина вибуху – терористичний акт. З резервуара вилилося 5 т хлору, що є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). Характер розливу «вильно». На території порту оголошена терористична загроза.

Метеорологічні умови на момент аварії: час доби – день. 14.00. температура повітря 20⁰. швидкість вітру 2 м/с. вітер – зустрічний. суцільна хмарність. Видстань до місця аварії – 4 км. Місцевість відкрита. характер – водна поверхня.

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

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

7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території

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

1) Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря

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

Таблиця 7.1

Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

Швидкість вітру. м/с	Час доби					
	день			ніч		
	Наявність хмарності					
	відсутня	середня	суцільна	відсутня	середня	суцільна
0.5	конвекция	конвекция	изотермия	инверсия	инверсия	изотермия
0.6 – 2.0	конвекция	конвекция	изотермия	инверсия	инверсия	изотермия
2.1 – 4.0	конвекция	изотермия	изотермия	изотермия	изотермия	изотермия
> 4.0	изотермия	изотермия	изотермия	изотермия	изотермия	изотермия

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_{31} (т) хлору в первинній хмарі:

$$Q_{31} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0 = 0.18 \cdot 1 \cdot 0.23 \cdot 1 \cdot 5 = 0.2 \text{ т.}$$

де $K_1 = 0.18$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (табл. 7.2);

Таблиця 7.2

Характеристики СДОР и значения допонижних коефициентив

Найме- нування СДОР	Щиль- ність СДОР. т/ м ³		Температура кипіння. °С	Порогова токсодоза. мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів							
	Газ	Ридина			K ₁	K ₂	K ₃	K ₇ для температури повітря (°С)				
								−40	−20	0	20	40
Хлор	–	1.558	−34.1	0.6	0.18	0.052	1.0	<u>0</u> 0.9	<u>0.3</u> 1	<u>0.6</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1.4</u> 1

Примітка:

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

$K_3 = 1$ – коефіцієнт (табл. 7.2);

$K_5 = 0.23$ – коефіцієнт, який враховує ступень вертикальної стійкості повітря для ізотермій (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 (табл. 7.2);

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

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

Площа розливу S_p (м²) хлору дорівнює:

$$Sp = V_p/h = Q_o / \rho/h = 5 / 1.558 / 0.05 = 64.2 \text{ м}^2.$$

де V_p – об'єм хлору. що розлився. м^3 ;

$\rho = 1.558$ – щільність хлору. т/м^3 (табл. 7.2);

$h = 0.05$ – товщина шару хлору (для характеру розливу – «вильно»). м.

Таблиця 7.3

Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості витру

Швидкість витру (u). м/с	$1 \leq$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K_4	1	1.33	1.67	2.0	2.34	2.67	3.0	3.34	3.67	4.0

Таблиця 7.4

Значення коефіцієнту K_m залежно від впливу характеру місцевості

Рельєф місцевості. вид рослинності і забудови	Вертикальна стійкість повітря		
	конвекція	ізотермія	інверсія
Водна поверхня. відкрита місцевість	1	1	1
Миська (промислова) забудова	0.2	0.2	0.3
Територія порту	0.2	0.2	0.3

Таблиця 7.5

Швидкість (км/год.) перенесення v_n переднього фронту хмари зараженого повітря залежно від швидкості витру

Ступень вертикальної стійкості повітря	Швидкість витру (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

Конвекция	7	14	21	28	—	—	—	—	—	—
-----------	---	----	----	----	---	---	---	---	---	---

Тривалисть 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 виходу хмари зараженого повітря від заданої точки.

Розраховуємо тривалисть вражаючої дії Т (год.) хлору:

$$T = h \cdot \rho / (K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{\text{III}}) + 1 / (K_m \cdot v_{\text{п}}) =$$

$$= 0.05 \cdot 1.55 / (0.052 \cdot 1.33 \cdot 1) + 1 / (1 \cdot 12) = 1.3 \text{ год.} = 1 \text{ год. } 12 \text{ хв.}$$

де $K_2 = 0.052$ – коефіцієнт, що залежить від фізико–хімічних властивостей хлору (табл. 7.2);

$K_4 = 1.33$ – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (табл. 7.3);

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

$K_m = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари хлору (табл. 7.4);

$v_{\text{п}} = 12$ – швидкість перенесення переднього фронту зараженого повітря, км/год. (табл. 7.5).

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

$$Q_{32} = (1-K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{\text{III}} \cdot Q_0 / (h \cdot \rho) =$$

$$= 0.82 \cdot 0.052 \cdot 1 \cdot 1.33 \cdot 0.23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 5 / (0.05 \cdot 1.432) = 0.84 \text{ т.}$$

де $K_6 = N^{0.8} = 1^{0.8} = 1$ – коефіцієнт, що залежить від часу N, що пройшов з моменту початку аварії; за умовами завдання $N = 1$ год.

4) Визначення глибини і площі зони зараження

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

Таблиця 7.6

Глибина (км) зони зараження

Швид- кість ви- тру. м/с	Еквівалентна кількість СДОР. т								
	0.01	0.05	0.1	0.5	1	3	5	10	20
1 і менше	0.38	0.85	1.25	3.16	4.75	9.18	12.53	19.20	29.56
2	0.26	0.59	0.84	1.92	2.84	5.35	7.20	10.83	16.44
3	0.22	0.48	0.68	1.53	2.17	3.99	5.34	7.96	11.94
4	0.19	0.42	0.59	1.33	1.88	3.28	4.36	6.46	9.62
5	0.17	0.38	0.53	1.19	1.68	2.91	3.75	5.53	8.19

Для $Q_{\text{с1}} = 0.2$ т та швидкості витру $u = 2$ м/с визначаємо глибину зони зараження первинною хмарою хлору: $\Gamma_1 = 1.11$ км.

Для $Q_{\text{с2}} = 0.84$ т та швидкості витру $u = 2$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою хлору: $\Gamma_2 = 2.55$ км.

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0.5 \cdot \Gamma'' = 2.55 + 0.5 \cdot 1.11 = 3.1 \text{ км.}$$

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

Визначаємо гранично можливі значення глибини перенесення повітряних мас Γ_{π} (км):

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

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

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\pi} \end{matrix} \right\} = 3.1 \text{ км.}$$

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

$$S_b = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^0 = 3.14 \cdot 3.1^2 \cdot 90^0 / 360^0 = 7.5 \text{ км}^2.$$

де $\Gamma = 3.1$ – розрахункова глибина зони зараження, км;

$\varphi = 90^0$ – кутовий розмір зони зараження, град (табл. 7.7).

Таблиця 7.7

Кутові розміри зони можливого зараження СДОР
залежно від швидкості вітру

Швидкість вітру (u), м/с	≤ 0.5	0.6 – 1	1.1 – 2	> 2
φ . град	360	180	90	45

Визначаємо площу зони фактичного зараження S_f (км²):

$$S_f = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0.2} = 0.133 \cdot 3.1^2 \cdot 1^{0.2} = 1.3 \text{ км}^2.$$

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 сектор, що має кутовий розмір $\phi = 90^\circ$ (табл. 7.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковий глибини зони зараження $\Gamma = 3.1$ км. Вершина сектору співпадає з джерелом зараження – місцем розливу хлору.

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

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ_1 (км):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_1} \right)^\Psi = 2.31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1.04}{6} \right)^{0.580} = 0.84 \text{ км.}$$

де $\lambda = 2.31$; $\Psi = 0.580$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (табл. 7.8);

$Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0.2 + 0.84 = 1.04$ – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару, т;

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

Розраховуємо глибину зони важких уражень $\Gamma_{0.4}$ (км):

$$\Gamma_{0.4} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0.4}} \right)^\Psi = 2.31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1.04}{2.4} \right)^{0.580} = 1.4 \text{ км.}$$

де $D_{0.4} = 0.4 \cdot D_1 = 0.4 \cdot 6 = 2.4$ – значення токсодози, що відповідає 40% летальної токсодози для хлору, мг.хв/л.

Розраховуємо глибину зони уражень середньої важкості $\Gamma_{0.2}$ (км):

$$\Gamma_{0.2} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0.2}} \right)^\Psi = 2.31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1.04}{1.2} \right)^{0.580} = 2.13 \text{ км.}$$

де $D_{0.2} = 0.2 \cdot D_1 = 0.2 \cdot 6 = 1.2$ – значення токсодози, що відповідає 20% летальної токсодози для хлору, мг.хв/л.

Таблиця 7.8

Коефіцієнти λ і ψ , що залежать від швидкості вітру

Коефіцієнти	Швидкість вітру (u), м/с							
	1 і менше	2	3	4	5	6	7	10
λ	3.73	2.31	1.80	1.52	1.34	1.20	1.11	0.92
ψ	0.606	0.580	0.563	0.551	0.542	0.537	0.531	0.515

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковий глибини зони зараження $\Gamma = 3.1$ км.

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

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

$$t = x / (K_m \cdot v_{\text{п}}) = 4 / (1 \cdot 12) = 0.33 \text{ год.} = 20 \text{ хв.}$$

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

7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження показала, що глибина зони ураження може досягти 3.1 км. Відстань від судна «QUINTA» до місця аварії становить 4 км. Таким чином, судна не попадає в зону уражень.

Для уникнення можливих втрат серед екіпажу судна пропонуються наступні заходи:

– повідомити екіпаж про аварію в порту, попередити про небезпечні наслідки отруєння хлором;

– зв’язатися з аварійними службами порту для отримання оперативної інформації про розвиток аварії. узгодити питання щодо тимчасового виходу судна з акваторії порту для стоянки подали від берега на період аварійної ситуації в порту;

– забезпечити контроль за тим, щоб члени екіпажу тимчасово не виходили на відкриту палубу без потреби.

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

Таблиця 7.9

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

№ п/п	Дії, які повинні бути виконані	Відповідальний член екіпажу
1	2	3
1	У судовому журналі відображати всі заходи по забезпеченню безпеки до закінчення дозволу надзвичайної ситуації.	Вахтовий помічник
2	Негайно доповісти капітану і ОКС.	Вахтовий помічник
3	Оголосити загальносуднову тривогу.	Капітан
4	Задраїти і закрити на замки всі приміщення на палубах.	Вахтовий помічник
5	Створити на судні зони безпеки, визначені Планом охорони судна і діяти у відповідності з Планом.	Офіцер з охорони судна
6	Забезпечити зорове спостереження і суворий пропуск-	Офіцер з охо-

	ний режим.	рони судна
7	Встановити зв'язок и взаємодію з Посадовою особою портового засобу. відповідальною за охорону. и портовою владою.	Офіцер з охорони судна
8	Тримати каюти членів екіпажу и ілюмінатори в каютах постійно закритими.	Вахтовий помічник
9	Забезпечити спостереження за сторонніми особами. яки перебувають на борту. виключити їх вільне переміщення по судну.	Офіцер з охорони судна

Продовження табл. 7.9

1	2	3
10	Здійснювати постійний контроль за вантажно–розвантажуваль–ними роботами. при перерви в роботах и по їх закінченню провести ретельний огляд трюмив. палуб и закриття люків.	Офіцер з охорони судна
11	З настанням темного часу доби забезпечити освітлення палуб и бортив судна. підняти трап. перевірити видсутність з бортив и корми звисаючих кінців. виставити додаткові спостережні пости. регулярно перевіряти. як задраєни и розкриплені зсередини всі двері и люки. що ведуть у коридори надбудови	Капітан Офіцер з охорони судна

Стандартні робочі процедури встановлюють порядок дій суднового персоналу при порушенні захисту судна при всіх рівнях охорони (1. 2. 3). Розподіл відповідальності членів екіпажу за виконання дій, які повинні бути зроблені у разі порушення захисту судна. наведених в табл. 7.9 и може бути використаний в якості чек-листа. Даний перелік дій жодним чином не обмежує капітана в прийнятті інших рішень, якщо він вважатиме їх більш ефективними в конкретних умовах.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломної роботи було здійснено комплексне опрацювання рейсу т/х «Louis Maersk» з порту Джебель-Алі до порту Сінгапур.

При виконанні прокладення були ретельно вивчені техніко-експлуатаційні характеристики судна, включаючи його стан, як у вантажу, так і у баласті. Особлива увага була приділена попереднього опрацювання переходу. Були вивчені і взяті до уваги гідрометеорологічні характеристики району плавання, проведений підйом карт. На картах здійснено прокладення шляху і відмічені усі небезпеки. Всюди були використані відомості, приведені в лоціях, навігаційних довідниках і посібниках.

Завантаження судна і розрахунок необхідних запасів на перехід з урахуванням штормових умов, здійснений з урахуванням вантажної марки. Упродовж усього переходу вантажна марка не була втоплена. Поздовжня міцність і остійність судна задовольняють вимогам ІМО. Завантаження судна здійснене з урахуванням вимог по безпечному перевезенню.

З економічної точки зору рейс виявився прибутковим. Це судно буде економічно вигідним при використанні його на поодиноких рейсах, на коротких дистанціях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ворохобін І.І. та інші. Методичні вказівки до виконання магістерської роботи.
2. m/v «Louis Maersk» Trim and Stability Booklet, Ship manual, Informational booklet for Damage control
3. Resolution A.601(15) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [n/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Assembly/Documents/A.601\(15\).](http://www.marinedocs.co.uk/wp-content/uploads/2016/10/SOLAS%20Consolidated%20Edition%202014.pdf)
4. International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 74/78) [Електронний ресурс]. –
Режим доступу: <http://www.marinedocs.co.uk/wp-content/uploads/2016/10/SOLAS%20Consolidated%20Edition%202014.pdf>.
5. Міжнародна конвенція про підготовку та дипломування моряків та несення вахти 1978 року (консолідований текст з манільськими поправками) – К: ВПК «Експрес-Поліграф», 2012.– 568 с.
6. Резолюція А.893 (21) «Керівництво з планування рейсу» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://rise.odessa.ua/texts/A893_21.php3
7. International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 74/78) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.marinedocs.co.uk/wp-content/uploads/2016/10/SOLAS%20Consolidated%20Edition%202014.pdf>
8. International convention on Load Lines, 1966/1988 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896_007
9. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.marinedocs.co.uk/wp-content/uploads/2017/08/MARPOL-Consolidated-Edition-2011-1.pdf>
10. Code of Practice for the Safe Loading and Unloading of Bulk (BLU Code) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.axelzone.ro/storage/ttm/_lessons/bulk_carriers/blu_code.pdf

11. International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk (Grain Code) [Електронний ресурс]. – Режим доступа: http://www.axelzone.ro/storage/ttm/lessons/bulk_carriers/INTERNATIONAL%20GRAIN%20CODE.pdf
12. Adoption of the International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code), Resolution MSC.267(85).
13. Методика перевірки готовності судна до виходу в море №2 (30) червень 2010 вісник держгідрографії [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://hydro.gov.ua/dl/vdgg/vd030.013.pdf>
14. Bridge Team Management 2nd edition, 2004. UK. - 118 p.
15. NP 131 Catalogue of admiralty charts and publications. UK Press, 2008. UK. - 780 p.
16. International SafetyNET Manual edition 2004 [Електронний ресурс]. – Режим дступа: <http://www.imo.org/es/Publications/Documents/Newsletters%20and%20Mailers/Mailers/.pd>
17. Базові принципи ГМССБ [Електронний ресурс]. – Режим доступа: http://old.msun.ru/folders/edu_lit/kaf/tss/gmssb_base.pdf.
18. NP 283: Admiralty List of Radio Signals: Maritime Safety Information Services UK Hydrographic Office, 2008 - 400 p.
19. NP 285: Admiralty List of Radio Signals: Volume 5, Global Maritime Distress and Safety System, UK Hydrographic Office, 2008 - 400 p.
20. NP 286: Pilot Services, Vessel Traffic Services & Port Operations, UK Hydrographic Office, 2008 - 400 p.
21. Guide to Port Entry, UK Hydrographic Office, 2020 - p. 860
22. Nautical Almanac UK Press, UK Hydrographic Office, 2020 - p. 940
23. Admiralty tide tables, Volume 1 and Volume 2, UK Hydrographic Office, 2020 - p. 420
24. Транспортні характеристики вантажів [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.midships.ru/Handbook/characteristics/copra.html>
25. IMDG Code, Supplement 2020 edition [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tmgdgebze.com/wp-content/uploads/2017/12/sozlesme6.pdf>

26. Resolution MSC.267 (85) [Електронний ресурс]. – Режим доступа:
[http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Maritime-Safety-Committee-\(MSC\)/Documents/MSC.267\(85\).pdf](http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Maritime-Safety-Committee-(MSC)/Documents/MSC.267(85).pdf)
27. Gronfors, K. Towards Sea Waybills and Electronic Documents. Gothenburg Maritime Law Association, Sweden, 1991.
28. Carriage of Goods by Sea. Second edition. Oxford University Press, 2011. Oxford. C. 197-198.
29. The Rotterdam Rules. The UN Convention on Contracts for the International Carriage of Goods Wholly or Partly by Sea. M.F. Sturley, T. Fujita T., G. van der Ziel. C. 48.
30. Конвенція Організації Об'єднаних Націй про морське перевезення вантажів 1978 р. (укладена в м. Гамбурзі 31.03.1978) [Електронний ресурс] .- Режим доступа: http://www.far-aerf.ru/for_MP/mezhdunarodnye/konv_mor_per.htm.
31. Carriage of goods by sea act 1991 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.law.cornell.edu/uscode/html/uscode46a/usc_sup.html.
32. Polemis D., Darousos E.F., Boviatsis M. A Theoretical Analysis of Contemporary Vessel Navigational Systems: Assessing the Future Role of the Human Element for Unmanned Vessels // TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. – 2022. – Vol. 16, No. 4.
33. IMO. MSC.1/Circ.1610/Rev.1: Descriptions of Maritime Services in the Context of e-Navigation. – London: IMO, 2024.
34. Pan W., Fan J., Xie X., Li M. Theoretical research and system design of ship navigation guidance for local temporary prohibited navigation area // Scientific Reports. – 2025. – Vol. 15, 11801.
35. Wang Y., Chen X., Wu Y. та ін. Visual Navigation Systems for Maritime Smart Ships: A Survey // Journal of Marine Science and Engineering. – 2024. – Vol. 12, 1781.

36. Yang J., Shi G. Innovations in marine technology and potential needs for Arctic governance // *Advances in Polar Science*. – 2022. – Vol. 33, No. 4. – P. 336–343.
37. IHO. S-100: Universal Hydrographic Data Model. – Monaco: International Hydrographic Organization.
38. Disruptive Technologies in the Marine Sector: 2023 and beyond. – IMarEST Report. – London, 2023.
39. Stakhov A.Yu. Innovative Technologies and Efficiency in Merchant Shipping // *Economics: Time Realities*. – 2023. – No. 3(67). – P. 31–38.
40. Міжнародна Конвенція по Відвертанню Забруднення з Судів 1973 р., змінена протоколом 1978 р. до неї, з поправками (Консолідований текст 2004 р.) МАРПОЛ 73/78, книги I і II (Санкт-Петербург - ЗАТ ЦНІИМФ - 2018)
41. Волошин А.А. Охорона суден і портових засобів: Навчальний посібник. - Одеса, 2009. -127 с.
42. Прийоми спецслужб: як звільняють заручників на кораблях [Електронний ресурс].–Режим дступа: <https://flot.com/nowadays/tasks/piracy/liberation.htm>
43. <https://unctad.org/en/pages/> - Review of Maritime Transport 2018 (Обзор морского транспорта)
44. Винников В.В. Экономика предприятия морского транспорта (экономика морских перевозок): - 3 изд., перераб. доп. – О.: Феникс, 2011. – 944 с.
45. Дем'янченко А.Г., Сотниченко Л.Л. Вдосконалення організаційно-економічного механізму управління розвитком підприємств морської галузі / кол. монографія за ред. А. Г. Дем'янченко. – Одеса: НУ «ОМА», 2017. – 325 с.
46. Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи. – Одеса: НУ «ОМА», 2017, с. 20.