

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

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра електронних комплексів судноводіння

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА

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

ХОЛЧЕВА ОЛЕКСАНДРА ІГОРОВИЧА

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи: *Комплексне опрацювання та дослідження*
етанів переходу судна «СМА CGM Amerigo Vespucci»
за маршрутом Джебель-Алі – Порт-Кланг

Підпис магістранта _____

Завідувач кафедри _____

Керівник _____

Рецензент _____

Нормоконтроль _____

м. Одеса
2025 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут навігації
кафедра електронних комплексів судноводіння
спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Завідувач кафедри

"__" ____ 20__ р

ЗАВДАННЯ

по дипломній роботі магістранта

ХОЛЧЕВА ОЛЕКСАНДРА ІГОРОВИЧА

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «СМА CGM Amerigo Vespucci» за маршрутом Паскагула – Таррагона
затверджена наказом по НУОМА від "___" _____ 20__ р. № _____
2. Строк здачі курсантом закінченої роботи __ "___" _____ 20__ року
3. Вхідні дані до роботи:
 1. Методичні вказівки для виконання магістерської роботи
 2. Суднова документація "СМА CGM Amerigo Vespucci"
 3. Міжнародні кодекси, конвенції і резолюції
 4. Нормативно-довідкова література з теми
 5. Інтернет
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):
 1. Характеристики судна
 2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу
 3. Обробка та розміщення вантажів
 4. Оцінка морехідних якостей судна
 5. Підвищення ефективності ЕКНІС
5. Перелік графічного матеріалу:
 1. Схематичне креслення судна
 2. Графічний план переходу
 3. Вантажний план
 4. Схема сполучення обладнання ЕКНІС
 5. Інтерфейс ЕКНІС Kelvin Hughes

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

Розділ	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. Підвищення ефективності ЕКНІС		
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

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Підбір інформації по судну та написання 1 розділу магістерської роботи</i>	16.09.2025	виконав
2.	<i>Проробка 2 розділу, що включає підбір карт і навігаційних посібників</i>	30.09.2025	виконав
3.	<i>Скласти вантажний план, провести відповідні розрахунки</i>	10.10.2025	виконав
4.	<i>За складеним вантажним планом, провести розрахунки остійності судна і міцності корпусу</i>	18.10.2025	виконав
5.	<i>Підвищення ефективності ЕКНІС</i>	25.11.2025	виконав
6.	<i>Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі</i>	28.11.2025	виконав
7.	<i>Провести розрахунки і відповісти на питання з з охоронних заходів і цивільної оборони</i>	02.12.2025	виконав

8. Дата видачі завдання _____

Керівник _____ Завдання до виконання прийняв _____

АНОТАЦІЯ

Магістерська робота містить ____ сторінку, ____ літературних джерел.

Дана робота є комплексним опрацюванням рейсу судна по маршруту Джебель-Алі – Порт-Кланг на т/х «СМА CGM AMERIGO VESPUCCI» по перевезенню контейнерів. Робота складається із семи розділів.

У першому розділі наведено всю техніко-експлуатаційну інформацію по досліджуваному судну.

Другий розділ відображає ретельне навігаційне планування рейсу.

Третій і четвертий - містять всю необхідну інформацію, щодо обробки і розміщення вантажу, а також контролю за посадкою, міцністю і остійністю судна.

П'ятий розділ це дослідницький розділ, в котрому ретельно розглянуто способи підвищення навігаційної безпеки на судні під час рейсу за допомогою сучасних ЕКНІС.

Шостий розділ представлений у вигляді розрахунків економічних показників рейсу, з відповідними висновками про рентабельність і прибутковість справжнього рейсу.

Сьомий розділ містить інформацію щодо охоронних заходів і цивільної оборони на судні.

Ключові слова: безпека судноплавства, оцінка морехідних якостей судна.

ANNOTATION

The master's thesis contains ____ pages, ____ literary sources.

This work is a comprehensive analysis of the ship's voyage on the route Jebel Ali – Port Klang on the container transporter «CMA CGM AMERIGO VESPUCCI». The work consists of seven sections.

The first section contains all the technical and operational information on the vessel under study.

The second section reflects the careful navigational planning of the voyage.

The third and fourth - contain all the necessary information about the handling and placement of cargo, as well as control over draft, strength and stability of the vessel.

The fifth section is a research section, in which methods of improving navigational safety on ships during a voyage with the help of modern ECDIS are carefully considered.

The sixth section is presented in the form of calculations of the economic indicators of the voyage, with corresponding conclusions about the profitability and profitability of the real voyage.

The seventh section contains information on security measures and civil defense on board.

Keywords: safety navigation, assessment of the seaworthiness of the vessel

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

AIS	–	автоматична ідентифікаційна система
ГФК	–	гвинт фіксованого кроку
ДСО	–	діаграма статичної остійності
РЛС	–	радіолокаційна станція
РГВ	–	розширений груповий виклик
САРП	–	система автоматичної радіолокаційної прокладки
СДОР	–	сильнодіюча отруйна речовина
СКП	–	середньоквадратична похибка
СУБ	–	система управління безпекою
DCS	–	digital selective call (цифровий вибірковий виклик)
DGPS	–	differential global position system
EGC	–	enhanced group call (див. РГВ)
EPIRB	–	emergency position identification radio beacon (аварійний радіобуй)
GMT	–	greenwich mean time (час по Грінвічу)
HW	–	high water (прилив)
IMO	–	International Maritime Organization (Міжнародна Морська Організація)
IMDG	–	International Maritime Dangerous Goods Code (Міжнародний кодекс перевезення небезпечних вантажів)
INMARSAT	–	міжнародна система супутникового зв'язку
ISO	–	International Standardization Organization (Міжнародна організація по стандартизації)
LMT	–	local mean time (місцевий час)
LW	–	low water (відлив)
MARPOL	–	Maritime Pollution (Міжнародна конвенція по запобіганню забрудненню з суден)
MCR	–	maximum continuous rating (режим максимально

допустимої потужності)

MF/HF	– medium /high frequency (проміжні/короткі хвилі)
MLC	– Maritime Labour Confection (Міжнародна конвенція про працю в морському судноплавстві)
MMSI	– maritime mobile service identity number
MSC	– Maritime Safety Committee
NAVAREA	– географічний район, в якому діють повідомлення з навігаційної безпеки та метеорологічні повідомлення
NAVTEX	– navigational telex (система навігаційних, метеорологічних повідомлень)
NBDP	– narrow band direct print (система вузько смугового друку літер)
NCR	– nominal continuous rating (режим номінальної потужності)
NPL	– National Physical Laboratory (Національна фізична лабораторія)
SART	– search and rescue transponder (радіолокаційний рятувальний відповідач)
SENC	– System Electronic Navigational Chart (система електронних навігаційних карт)
SOLAS	– Safety of Life at Sea (Міжнародна конвенція з охорони людського життя на морі)
SPOS	– ship performance optimization system
STCW	– Standard of Training and Certification Watchkeeping (Міжнародна конвенція з питань підготовки та дипломування моряків)
UKC	– under keel clearance (глибина під кілем судна)
USD	– United States Dollar
VHF	– very high frequency (ультра короткі хвилі)
VTs	– vessel traffic separation scheme (система управління розподілом руху)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	
РОЗДІЛ 1 – ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА.....	
1.1 Загальні відомості і головні розміри судна.....	
1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна.....	
1.3 Маневрені характеристики.....	
1.4 Навігаційне обладнання.....	
1.5 Забезпечення непотоплюваності.....	
РОЗДІЛ 2 – АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ.....	
2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу.....	
2.2 Оцінка запланованого переходу.....	
2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході.....	
2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації.....	
2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні.....	
2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання.....	
2.3.1 Розрахунок ортодромії.....	
2.3.2 Складання маршрутних листів.....	
2.3.3 Графічний план переходу.....	
2.3.4 Розрахунок природної освітленості.....	
2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів.....	
2.4 Висновки.....	
РОЗДІЛ 3 – ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ.....	
3.1 Транспортні характеристики генеральних вантажів у контейнерах.....	
3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та документальне оформлення морського перевезення.....	

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна.....	
3.4 Складання вантажного плану.....	
3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу.....	
РОЗДІЛ 4 – ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА.....	
4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна.....	
4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності.....	
4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації.....	
4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності.....	
4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності.....	
4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності...	
4.7 Контроль загальної повздовжньої міцності судна.....	
4.8 Висновок.....	
РОЗДІЛ 5 – ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКНІС.....	
5.1. Склад ЕКНІС та її забезпечення.....	
5.2. Порівняння сучасних зразків ЕКНІС	
5.2.1. Система Navy ECDIS	
5.2.2. Система Navmarine ECDIS	
5.2.3. Система Kelvin Hughes ECDIS.....	
5.3. Функціональні можливості ЕКНІС	
5.4. Висновки за рохділом	
РОЗДІЛ 6 – РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ	
6.1	
6.2 Розрахунок кількісних експлуатаційно-економічних показників роботи судна в рейсі.....	
6.3 Розрахунок якісних експлуатаційно-економічних показників роботи судна в рейсі.....	
6.4 Прогнозування роботи судна за експлуатаційний період.....	
6.5 Оцінка ефективності виконаного рейсу і роботи судна за експлуатаційний період.....	

РОЗДІЛ 7 – ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НАСУДНІ.....

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

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

7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території.....

7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат.....

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

ВИСНОВКИ.....

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....

ВСТУП

Актуальність теми. В сьогоденні морського транспортування вантажів одним з найважливіших завдань є забезпечення безпеки судноплавства на водному транспорті. Це особливо актуально в разі плавання в складних умовах.

Безпека плавання і ефективність експлуатації суден безпосередньо залежать від рівня підготовки судноводія.

Мета. Аналіз рейсу судна «СМА CGM AMERIGO VESPUCCI» з сторін навігаційної, вантажної та економічної складової безпеки мореплавства.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- Опис характеристик судна «СМА CGM AMERIGO VESPUCCI».
- Аналіз, оцінка та планування переходу Паскагула – Таррагона.
- Аналіз та опис характеристик вантажу, необхідних нормативних документів. Розрахувати кількість вантажу, запасів для здійснення безпечного переходу.
- Оцінка морехідних якостей судна.
- Підвищення безпеки навігації за допомогою ЕКНІС.
- Аналіз та розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі.

Об'єкт дослідження - рейс судна «СМА CGM AMERIGO VESPUCCI».

Предмет дослідження – опрацювання етапів рейсу судна «СМА CGM AMERIGO VESPUCCI».

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

Практичне значення роботи складається в можливості комплексно опрацювати, аналізувати та досліджувати етапи рейсу судна.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1. Загальні відомості і головні розміри судна

В даному підрозділі містяться основні відомості про судно на якому виконується рейс, його характеристики зведені до табл. 1.1 [1-2].

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

№	Характеристика	Опис характеристики контейнеровозу
1	2	3
1	Назва судна	CMA CGM AMERIGO VESPUCCI
2.	Тип судна	CONTAINER CARRIER
3.	Позивний сигнал судна	9HA5406
4.	ІМО №	9454395
5.	ММСІ №	215992000
6.	Рік і місце будівництва	21.07.2010, Hyundai Heavy Ind. Co. Ltd.
7.	Клас реєстру	BV. 100A1 Container Ship, ShipRight ACS(B), *IWS, LI, Boxmax (V,W,L) LMC, UMS Descriptive notes: ShipRight(BWMP(T), IHM, E, SCM)
8.	Порт приписки	VALLETTA
9.	Судновласник:	CMA CGM.
10.	Менеджмент:	CMA SHIPPS
11.	Довжина найбільша,(L):	365,5 м
12.	Довжина між перпендикулярами, ($L_{\perp\perp}$):	349,5 м
13.	Ширина найбільша, (B)	51,2 м
14.	Висота борту до верхньої	

Продовження табл. 1.1

1	2	3
	палуби, (Н):	29,85 м
15.	Найбільше осідання (Т):	16,024 м
16.	Осадка (Т): в повному вантажу порожньому	16,024 м; 4,489 м
17.	Водотоннажність: в повному вантажу Δ : порожньому Δ_0 :	199983 т; 42907 т
18.	Повна вантажопідйомність Δ_w :	157076 т
19.	Головний двигун: тип: потужність: частота обертання:	HYUNDAI-MAN B&W 11G90ME-C10.5-EGRTC 46360 кВт 75,7 об/хв (максимальна)
20.	Режим роботи головного двигуна:	MCR: 46360 кВт; NCR: 37180 кВт
21.	Швидкість судна:	22,23 вуз. (проектна)
22.	Гребний гвинт: кількість лопастей: діаметр та крок гвинта (мм): дискове відношення: напрямок обертання:	5; 10000 мм та 9602,3 мм, ГФК ; 0,9602; правого
23.	Тип руля та площа його пера:	Single, semi-spade rudder, $S = 88.86 \text{ м}^2$
24.	Тип стернової машини: підрулюючий пристрій:	Електрогідравлічна; 3000 кВт
25.	Суднова радіостанція: Склад суднової	2 VHF radiostations with DCS service;

Продовження табл. 1.1

1	2	3
	радіоапаратури відповідає вимогам району А3 та включає в себе:	1 MF/HF radiostation with NBDP & DCS service; 2 SARTs; 1 EPIRB 406 MHz; 1 NAVTEX receiver; 3 portable VHF radiostations, INMARSAT-C with EGC receiver
26.	Валова реєстрова місткість (GT):	149314
27.	Чиста реєстрова місткість (NT):	68502
28.	Добова витрата палива: на ходу: Важке паливо (HFO) на стоянці: Дизельне паливо (DO)	94,41 т (при 56 об/хв); 19,2 т
29.	Координати центру мас порожнього судна:	X = -17,51 м; Z = 18,63 м

1.2. Транспортно-експлуатаційні характеристики судна

Загальний вид судна приведений на рис. 1.1.

Схематичний план бокового вигляду судна з розташуванням приміщень для вантажів і запасів, а також план верхньої палуби судна (вид зверху) показано на рис. 1.2.

Вантажна шкала судна показана на рисунку 1.3.



Рисунок 1.1 – Загальний вид контейнеровозу

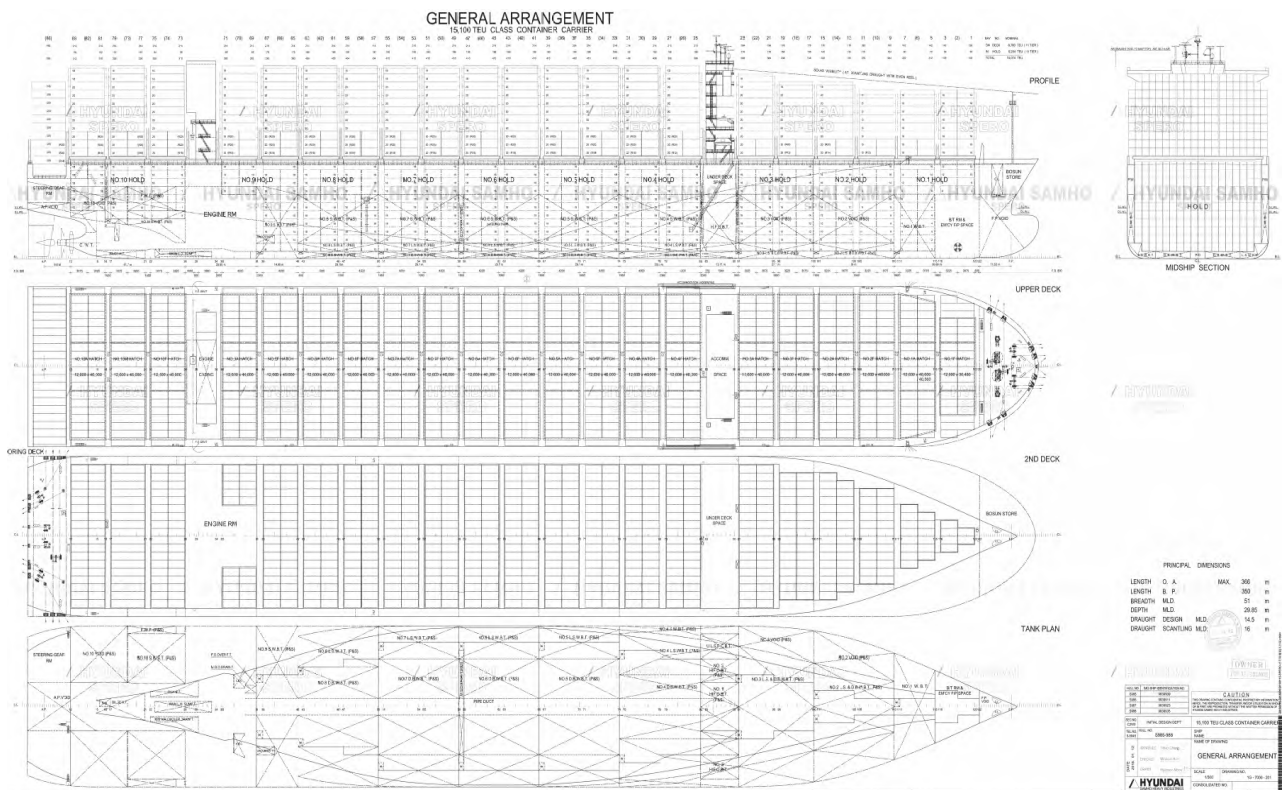


Рисунок 1.2 – Схематичний план верхньої палуби судна (вид зверху) і план бокового вигляду контейнеровозу

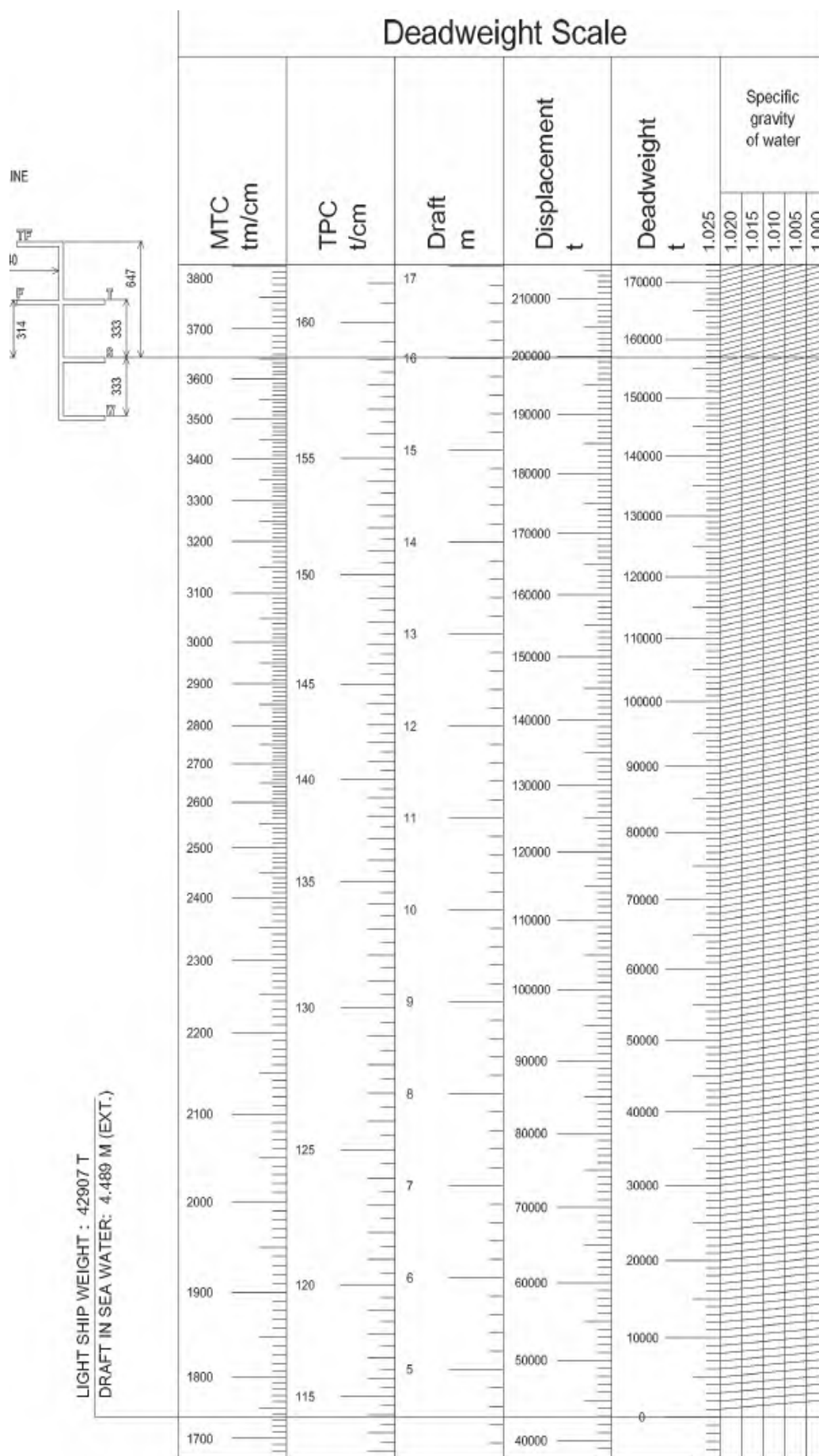


Рисунок 1.3 – Вантажна шкала судна

1.3. Маневрені характеристики

В даному підрозділі наведені дані про маневрені характеристики, якірний ланцюг, роботу рульового пристрою, збільшення осідання, діаметри повороту, гальмівні характеристики у вигляді рисунків 1.4 - 1.7 [2].

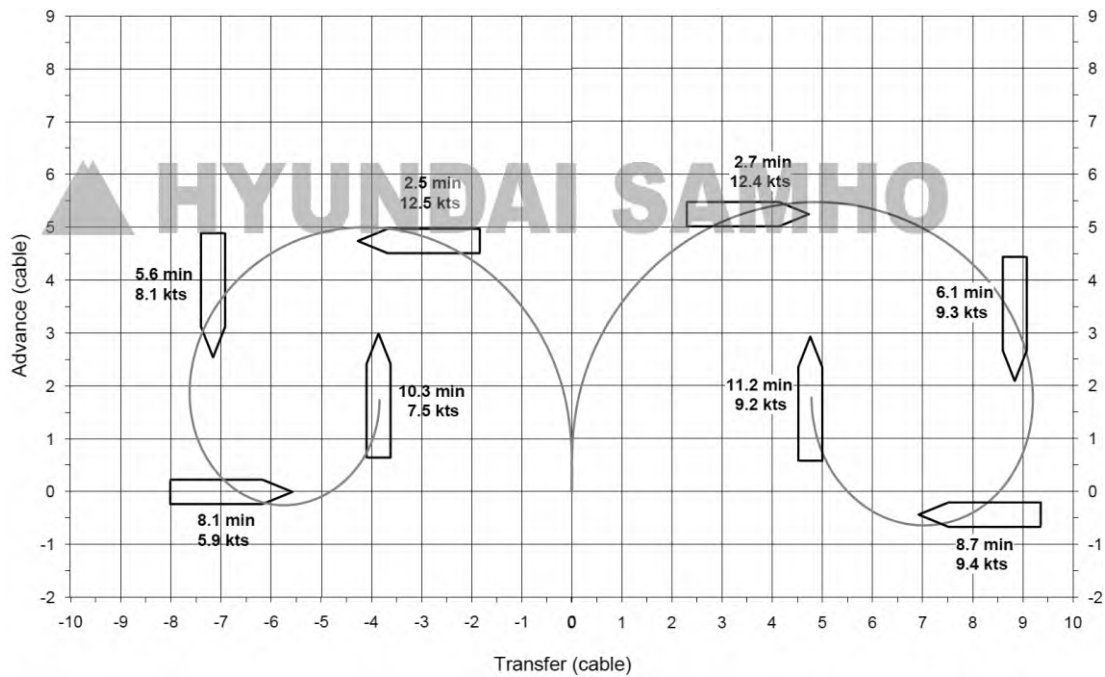


Рисунок 1.4 – Параметри циркуляції судна в баласті

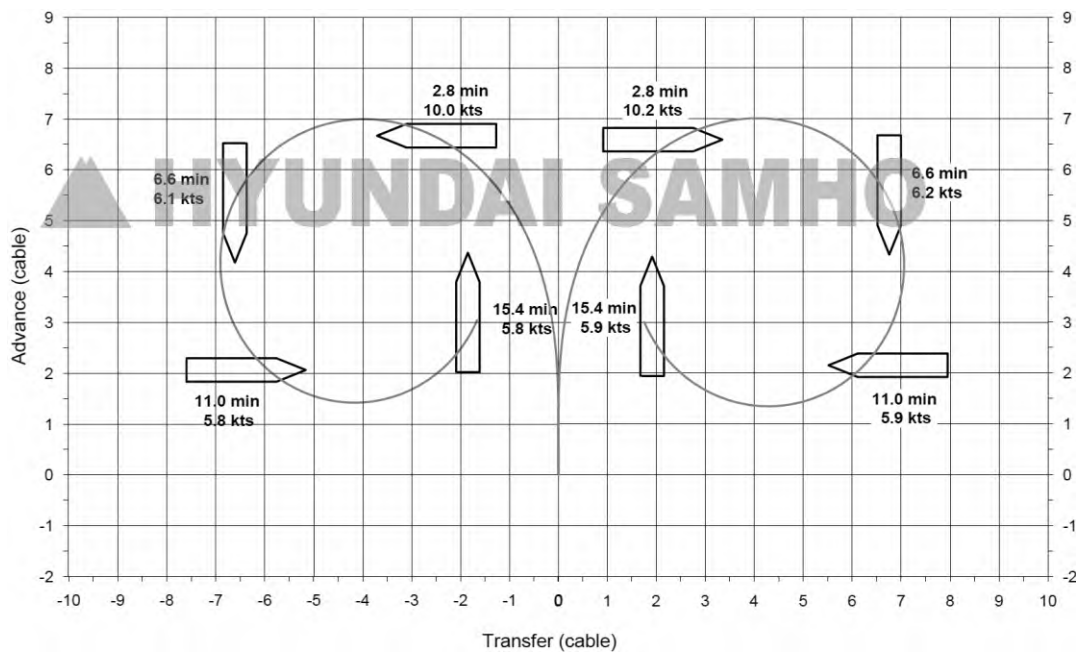


Рисунок 1.5 – Параметри циркуляції судна р вантажем

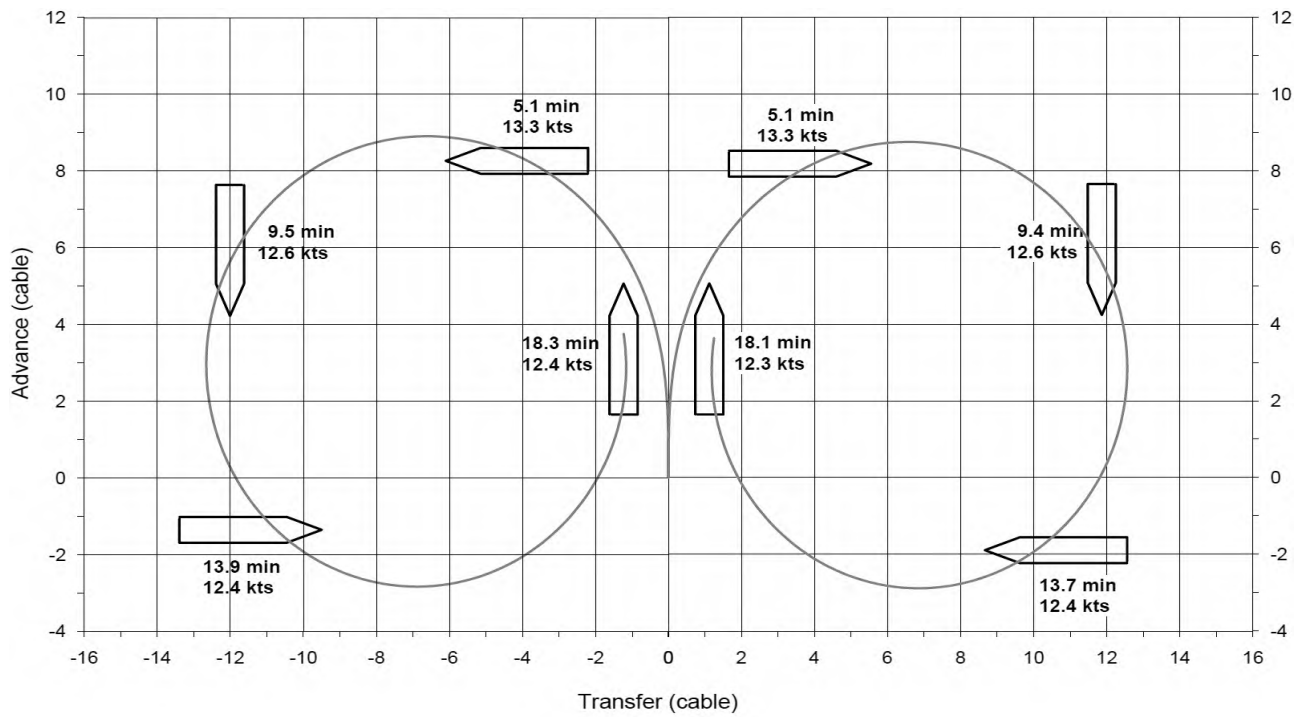


Рисунок 1.6 – Параметри циркуляції судна на мілководді

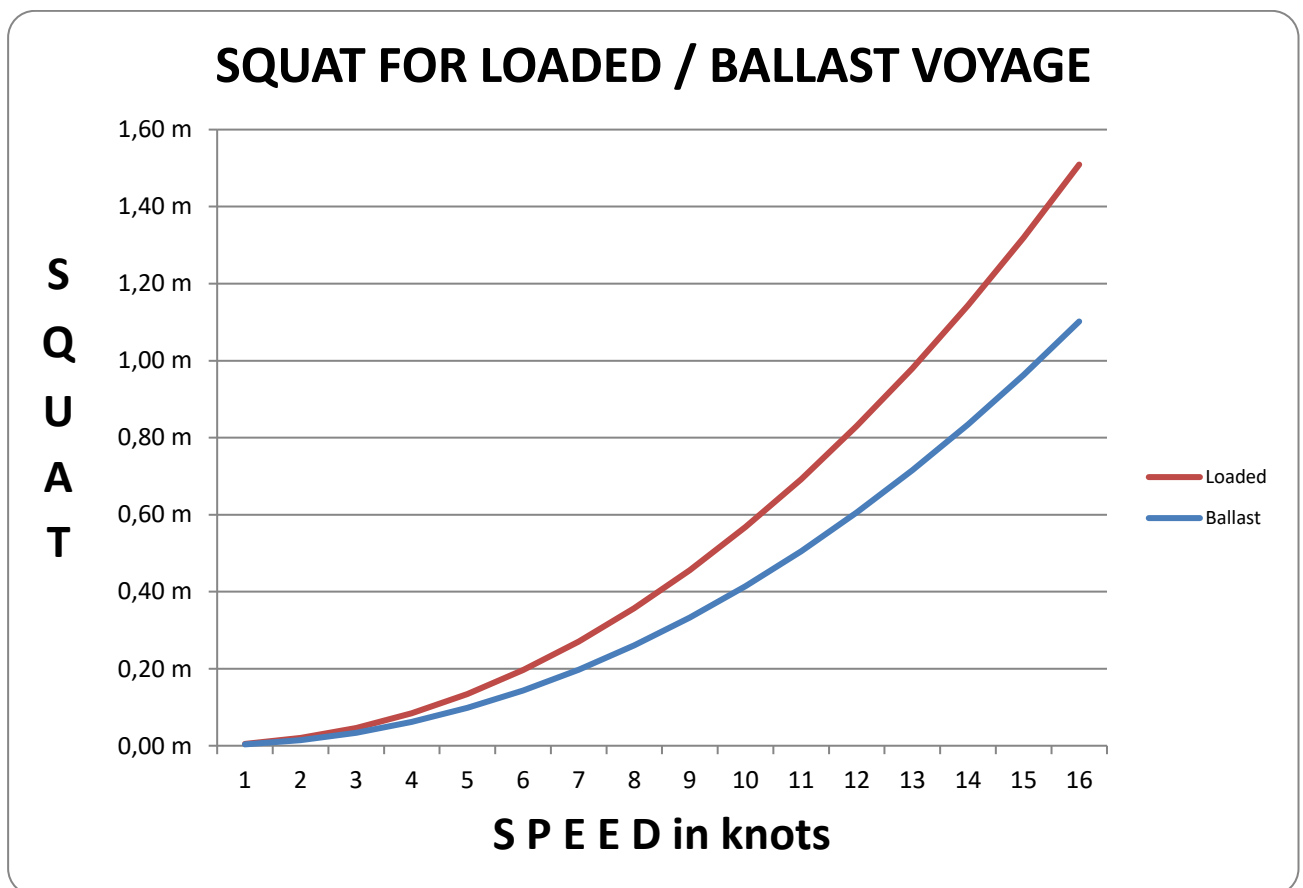


Рисунок 1.7 – Збільшення просідання в залежності від швидкості

Інформація по якірному ланцюгу судна приведена в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Інформація про якірний ланцюг

Кількість смичок		Швидкість вибору ланцюга
Лівий якір	14	0,33 смич./хв.
Правий якір	14	0,33 смич./хв.
1 смичка	27,5 м	

1.4. Навігаційне обладнання

Інформацію про технічні засоби навігації зведено до табл. 1.3 [2].

Таблиця 1.3 – Технічні засоби навігації

Прилад	Тип	Марка
1	2	3
AIC (автоматична ідентифікаційна система)	JHS183	JRC
ALDIS (сигнальна лампа)	DDS-84ABC	Daeyang Elecric CO.
Гірокомпас	CMZ900	Yokogawa Denshikiki
Ехолот	JFE-680-25	JRC
Електронні навігаційні карти	JAN-9201	JRC
Доплерівський лаг	JLN-550	JRC
Радар із САРП S-Band-10cm	JMR-9282-S	JRC
Радар із САРП X-Band-3cm	JMR-9225-7X3	JRC
VHF радіостанція з ЦВВ	JHS-770S	JRC
MF/HF радіостанція з ЦВВ	JSS-2250	JRC
Факсимільний радіоприймач	JAX-9B	JRC
Приймач DGPS	JLR-7500	JRC

Продовження табл. 1.3

1	2	3
Портативні VHF радіостанції	JHS-7	JRC
Радіоприймач NAVTEX	NCR-333	JRC
Радіолокаційний транспондер	TRON SART20	JOTRON
Магнітний компас	MC-180	Saracom
Індикатор повороту пера руля	FL-150	HERIANA
Регістратор даних рейсу (РДР)	JCY-1900	JRC
Тифони	MKT150/110 & MTX150/130	KOCKUM SONIC AB
INMARSAT-C	JUE-87	JRC
Аварійний радіобуй	JQE-103	JRC

Інформацію про точнісні характеристики технічних засобів навігації зведено до табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Точнісні характеристики ТЗН на судні

Тип і марка приладу	Навігаційні параметри	СКП одного вимірювання
1	2	3
Гірокомпас CMZ900	Курс, пеленг	$\pm 0,70^\circ$
Магнітний компас MC-180	Курс, пеленг	$\pm 1,50^\circ$
Радар із САРП S-Band-10cm JMR-9282-S	Радіолокаційний пеленг	$\pm 0,60^\circ$
Радар із САРП X-Band-3cm	Радіолокаційний пеленг	$\pm 0,60^\circ$

Продовження табл. 1.4

1	2	3
JMR-9225-7X3		
Доплеровський лаг JLN-550	Швидкість	$\pm 0,25$ вузл.
Приймач DGPS JLR-7500	Позиція судна, відхилення	± 5 м
Ехолот JFE-680-25	Глибина (м)	1-1,5% от Н

1.5. Забезпечення непотоплюваності

Судно забезпечено водонепроникними дверями і відкриттями, які розділяють його на відсіки. Водонепроникні двері та люкові відкриття на палубі повинні буди завжди закритими під час переходу із тим, щоб в разі затоплювання, вода не проникала у суміжні відсіки. Максимальна кількість повністю затоплених відсіків, розглянута у Damage Control Booklet, при тому, щоб судно було забезпечено аварійною остійністю – три.

На судні зберігаються наступні документи, важливі для забезпечення непотоплюваності:

- Damage Control Plan;
- Damage Control Booklet;
- Provisional Trim and Stability Booklet;
- Pumping Plan in Hull and E/r Part.

Коли пошкодження сталося або підозрюється, первинна реакція – це підтвердити індивідуальний водонепроникний кордон, закриваючи всі водонепроникні двері/відкриття, і також, щоб запобігти подальшій повені неущожденного відділення через клапани, які зв'язують його з пошкодженими.

Водовідливні та баластні засоби на судні:

- Ballast Pump 1000 m³/h – дві одиниці;
- Anti-Heeling Pump 1000 m³/h;

- Bilge, Fire & G/S Pump(A) 550 m³/h;
- Bilge, Fire & G/S Pump(B) 190 m³/h;
- Water ballast strip'g eductor 100 m³/h.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1. Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

Як зазначено у методичних вказівках загальні вимоги та рекомендації щодо планування переходу містяться в таких документах як [1]:

- Міжнародна Конвенція з охорони людського життя на морі 1974 р. (SOLAS-74), Розділ V «Безпека мореплавства» [3];
- Конвенція та кодекс з підготовки і дипломування моряків та несення вахти (STCW-78 з поправками), Розділ VIII [4];
- Резолюція ІМО А.893 (21) – 1999Р. «Керівництво по плануванню рейсу» [5];
- Рекомендації по організації штурманської служби на морських судах України – 1998р. [6];
- Bridge Procedures Guide, 5th Edition, 2016 [7];
- Bridge Team Management, 2nd Edition, 2004 [8].

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

Стадія оцінки під час планування переходу повинна розпочинатись одразу після отримання рейсового завдання.

Під час оцінювання слід приймати до уваги наступне [9, 10]:

- межі безпеки згідно розмірам і осадці судна;
- місцезположення та характеристики навігаційних знаків, вогнів;
- глибини, очікувані течії та приливні умови;
- маневрені характеристики судна;
- метеорологічні умови та межі розповсюдження льоду;
- системи управління розподілу руху;
- районі інтенсивного судноплавства;
- обмеження швидкості судна, якщо цього вимагають місцеві правила судноплавства;
- особливі райони згідно з Міжнародною Конвенцією по запобіганню забрудненню з суден 1973 року (MARPOL 73/78), морські заповідники, та особливі райони контролю викидів в атмосферу [11].

Заявки щодо навігаційних карт та посібників повинні складатись завчасно. Другий помічник капітана несе відповідальність за те, що всі карти та посібники до початку переходу були відкориговані згідно з останніми сповіщеннями мореплавцям.

У підрозділі зібрана інформація щодо підбору навігаційних карт (табл. 2.1) [12]:

Таблиця 2.1 – Перелік електронних карт на перехід

Тип карти	Cell No.	Назва карти	Дата випуску
1	2	3	4
SENC	GB200707	Arabian Sea	18.09.2015
SENC	GB200709	Indian Ocean - Maldives to Sri Lanka	10.07.2020
SENC	GB202837	The Gulf - Ra's Al Kuh to Shah Allum	03.04.2020
SENC	GB202851	Arabian Sea and Gulf of Oman - Masirah	13.09.2019
SENC	GB241400	Karachi to Ra's al Hadd	25.09.2020

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4
SENC	GB300813	Sri Lanka - South Coast - Dondra Head	15.03.2019
SENC	GB303171	Gulf of Oman - Southern Approaches	19.03.2020
SENC	GB303172	Oman and Iran - Strait of Hormuz	19.03.2020
SENC	GB303174	Oman - Iran and The United Arab	02.03.2020
SENC	GB303175	United Arab Emirates - Jazirat Al Hamra	01.02.2020
SENC	GB303265	Sri Lanka – South Coast – Weligama to	04.11.2016
SENC	GB303520	Gulf of Oman - United Arab Emirates	01.11.2019
SENC	GB341320	Approaches to Muscat (Masqat)	17.10.2017
SENC	PK1NB57Z	Bombay to Muscat	13.04.2016
SENC	ID300009	Indonesia - Sumatera - Pantai Timur	18.03.2020
SENC	ID300436	Indonesia - Sumatera - Pantai Utara.Ujung	24.09.2018
SENC	ID400006	Indonesia - Sumatera - Pantai Barat Laut	24.04.2018
SENC	IN121MTB	Muscat to Mumbai	25.05.2018
SENC	IN122MBC	Bombay to Cape Comorin	09.03.2020
SENC	IN141ANI	Anadaman Sea	30.11.2015
SENC	IN17705B	Arabian Sea	16.03.2016
SENC	IN2259BH	Badagara to Cochin(Kochi)	23.07.2019
SENC	IN2261EI	Eight Degree Channel to Kanniyakumari	08.02.2019
SENC	IN2268LC	Central Lakshadweep	27.02.2020
SENC	IN2293MT	Mumbai to New Mangalore	11.03.2020
SENC	IN233BBL	Bay of Bengal - Southern portion	11.11.2016
SENC	IN2471SK	Katchal and Sumatra	27.02.2020
SENC	IR303082	Khuran & Jazireh - Ye Qeshm (East)	12.01.2020
SENC	JP13DRU0	South China Sea 1	30.08.2019
SENC	KR1SW000	South China Sea	07.02.2020
SENC	MY2C0054	Pulau Jarak – Tanjung Piai	11.03.2020
SENC	MY2C0058	Ko Phuket – Pulau Jarak	12.02.2020

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4
SENC	MY3C0540	Kepulauan Sembilan – Pelabuhan Klang	02.10.2019
SENC	MY3C0553	Pulau Pinang – Ujung Tamiang	02.10.2019
SENC	MY3C0565	Ko Tarutao – Pulau Pinang	02.10.2019
SENC	MY4C5300	Sekitar Perairan	02.06.2016
SENC	MY5A5300	Pelabuhan Barat (West Approach)	15.01.2013

Перелік публікацій на перехід приведено в табл. 2.2 [13-27].

Таблиця 2.2 – Перелік публікацій на перехід (паперових або електронних)

Номер	Назва посібника	Дата випуску
NP 63	Admiralty Sailing Directions: Persian Gulf Pilot	16 th edition, 2013
NP 38	Admiralty Sailing Directions: West Coast of India Pilot	17 th edition, 2013
NP 44	Admiralty Sailing Directions: Malacca Strait and West Coast of Sumatera Pilot	9 th edition, 2008
N\A	Admiralty Digital publication: Admiralty Total Tide	2020
N\A	Admiralty Digital List of Lights & Fog Signals	2020
NP 100	Admiralty Digital Mariner's Handbook	2020
NP 314	Admiralty Nautical Almanac	2020
N\A	Admiralty Digital Radio Signals 1,3,4,5; 2; 6	2020
NP 323	Star Finder and Identifier	2020
NP 131	Admiralty Digital Catalogue	2020
NP 136	Ocean Passages for the World	2018
N\A	Nories's Nautical Tables	2020

2.2.1. Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

Під час переходу судно регулярно отримує інформацію щодо безпеки судноплавства, метеорологічних умов, повідомлення пов'язані з пошуком та порятунком, повідомлення терміновості тощо. Ці повідомлення надходять за допомогою радіоприймачів РГВ (розширений груповий виклик), який входить в склад встановленої на судні системи супутникового зв'язку INMARSAT-C та радіоприймача NAVTEX. Вищезгадані приймачі працюють в режимі вузько смугового друкування літер.

Радіоприймач NAVTEX працює в діапазоні частот 518 кГц зазвичай в межах 200 морських миль від найближчої берегової станції.

Для зручності поверхня земної кулі поділена на 21 район, які називаються NAVAREA. Судно отримує тільки повідомлення, які актуальні для району його теперішнього місцезнаходження. Штурманський склад відповідальний за налаштування апаратури РГВ та NAVTEX на актуальний район NAVAREA та моніторинг усіх повідомлень і за необхідності завчасне коригування морського переходу згідно з навігаційними та метеорологічними повідомленнями та нанесення тимчасової коректури на карти.

Інформацію що метеорологічних умов також можна отримати за допомогою встановленого на судні факсимільного радіоприймача погоди. Метеорологічні центри регулярно транслюють погодні карти, які дають змогу оцінити всю гідрометеорологічні умови за прогнозом на 24, 48, 72 та 96 годин. Час транслювання радіосигналу та необхідні частоти та метеостанції можна знайти в посібнику Admiralty List of Radio Signals NP 283 або в Admiralty Digital Radio Signals 1,3,4,5.

Провідні сучасні судноплавні компанії запроваджують на судах програмне забезпечення SPOS (Ship Performance Optimization System). Ця система відповідає стандартам Міжнародної організації по стандартизації (ISO) ISO 9001, ISO 14001, ISO 27001, ISO 22301 та OHSAS 18001. Система використовує світову

мережу Інтернет та надає можливість судну, обладнаному антеною для забезпечення функціонування мережі Інтернет, отримувати всю гідрометеорологічну інформацію за лічені секунди в будь-якій точці земної кулі.

Програмне забезпечення SPOS дозволяє завантажувати маршрут переходу та бачити, де знаходиться судно в даний момент та які погодні умови слід очікувати на переході з прогнозом на сім діб. Також програма може розраховувати вплив метеорологічних та гідрографічних умов на рух судна та пропонувати альтернативні більш коротші та безпечні маршрути.

Звісно недоліком цієї системи є залежність від покриття земної поверхні супутниками. В деяких районах Тихого та Індійського океанів, коли судно знаходиться поза межами дії супутників, що забезпечують підключення Інтернет на судні система SPOS також не буде працювати.

Інформацію щодо факсимільних карт погоди, які будуть надходити упродовж переходу зведено до табл. 2.3 [13].

Таблиця 2.3 – Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

№ п/п	Радіостанція	Позначення і межа карти	Зміст передачі	Час передачі
1	Beijing	H 1:10.000.000 42°N.023°E 48°N.174°E 04°S.070° E 02°S.145°E	Surface analysis	04h 50m
2	Bangkok	A 1:20.000.000 50°N.045°E 50°N.160°E 30°S.045° E 30°S.160°E	Surface analysis Surface forecast 24, 48, 72 hour	01h 00m 13h 00m
3	Charleville	C 30°N.070°E 30°N.180° 35°S.070° E 35°S.180°	Asian MSLP Analysis (Manual)	06h 45m

В табл. 2.4 містить інформацію щодо районів NAVAREA, через які проходить судно під час переходу, та станції NAVTEX [13-14].

Таблиця 2.4 – Райони NAVAREA, станції NAVTEX на переході

№	Ділянка переходу	Район NAVAREA	NAVTEX	NAVAREA
1	Персидська та Оманська затоки	IX	Bushehr [A]	Pakistan
			Bahrain [B]	Pakistan
			Bandar-e Shahid Raja [F]	Pakistan
		IX	Muscat [M]	Pakistan
2	Індійський океан	VIII	-	India
3	Малаккська протока	XI	Penang [U]	Japan
			Singapore [C]	Japan

Деталі зв'язку з лоцманськими станціями і операторами терміналів в портах зводимо в таблицю 2.5, інформацію щодо проходження Систем управління розподілом руху (СУРС) зводимо в таблицю 2.6 [13].

Таблиця 2.5 – Зв'язок на переході

№	Станція	Спосіб зв'язку	Канали, частоти	Примітки
1	Jebel Ali Pilot Station	VHF	16; 69; 72	Request pilot before departure
2	Jebel Ali Port Control	VHF	16; 69	Call 30 min before cargo operation completion
3	Port Klang Pilot Station	VHF	12; 18	Request pilot
4	Port Klang Traffic	VHF	12; 16	Report 2 hr before arrival

Данні по СУРС на маршруті переходу приведені в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – СУРС по маршруту переходу

№	Traffic separation scheme	Station	VHF	Reporting point description
1	Malacca and Singapore Straits (STRAITREP) Area	Klang VTS (Sector 1)	Ch 66	When entering and leaving VTS area
		Klang VTS (Sector 2)	Ch 88	When entering and leaving VTS area

Навігаційне проектування переходу є важливим фактором, який безпосередньо впливає на безпеку судноплавства. Під час опрацювання рейсу з порту Джебель-Алі, ОАЕ в порт Порт-Кланг, Малайзія за допомогою карт, лоцій [9-13], посібників для плавання був всебічно спланований океанський перехід, проаналізовані навігаційно-гідрографічні умови плавання в окремих районах, вирішені питання зв'язку з береговими станціями, та прораховані способи отримання гідрометеорологічної інформації. Отже, даний перехід є достатньо опрацьованим і відповідає всім міжнародним вимогам щодо безпеки судноплавства.

2.2.2. Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

Аналіз гідрометеорологічних умов по маршруту плавання виконано за місяць переходу – квітень. Для опису переходу було розбито на три ділянки. Перша ділянка це район порту відходу – Джебель-Алі, друга ділянка – Індійський океан і третя – вхід в Малаккську протоку.

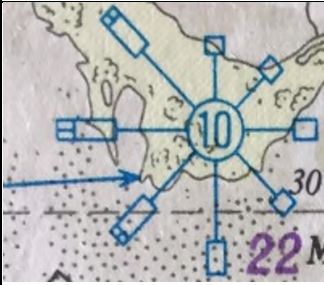
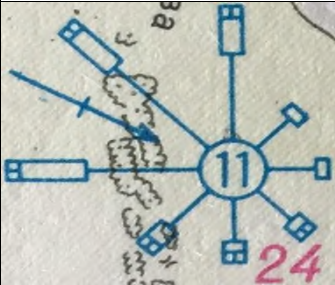
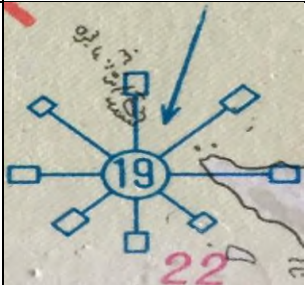
Завдяки атласу океанів [15] та лоцій на перехід [16-18] вибирається гідрометеорологічна характеристика погодних умов, які очікуються на переході. Інформація включає наступне:

- 1) Визначено атмосферний тиск за багаторічними даними на переході і занесені до табл. 2.7
- 2) Обрано за маршрутом переходу вибрано три “рози вітрів”, для кожної з них показано повторюваність напрямків вітру у відсотках, повторюваність різних швидкостей вітру, повторюваність штилів, отримані данні занесені до табл. 2.7.
- 3) Перераховано можливі небезпечні, особливі явища природи на переході. Описано райони та умови виникнення, інтенсивність і продовження явища.

Таблиця 2.7 – Атмосферний тиск і розшифровка «роз вітрів»

Характерис- тики за ділянками	Ділянка №1			Ділянка №2			Ділянка №3		
Атмосферний тиск, гПа	998			1010			1009		
Вітер	Роза вітрів № 1			Роза вітрів № 2			Роза вітрів № 3		
Направлення вітру	Повторюваність вітру, %			Повторюваність вітру, %			Повторюваність вітру, %		
	Сумарн а	11-15 м/с	>16 м/с	Сумарн а	11-15 м/с	>16 м/с	Сумар - на	11-15 м/с	>16 м/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N	7	0	0	15	1	0	10	0	0
NE	7	0	0	6	0	0	14	0	0
E	10	0	0	6	0	0	14	0	0
SE	10	0	0	6	1	0	8	0	0
S	13	0	0	7	1	0	8	0	0

Продовження табл. 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SW	14	1	0	9	1	0	8	0	0
W	17	2	0	20	1	0	10	0	0
NW	17	1	0	20	1	0	12	0	0
Результуючий вітер	направлення, у румбах	W	направлення, у румбах	NW	направлення, у румбах	NNE			
	швидкість, м/с	<3	швидкість, м/с	<3	швидкість, м/с	<3			
Максимальна швидкість вітру, м/с	спостережена	N/A	спостережена	24	спостережена	22			
	розрахункова	22	розрахункова	N/A	розрахункова	N/A			
Повторюваність штилів, %	10			11			19		
Схема «рози вітрів»									

Визначену температуру повітря і води, відносну вологість, повторюваність туманів і видимості менше двох миль, хмарність, основні характеристики течій і хвиль району занесені до табл. 2.8 [16-19].

Таблиця 2.8 – Видимість, водний і тепловий режим атмосфери, гідрологічні характеристики

Характеристики за ділянками	Ділянка №1	Ділянка №2	Ділянка №3
1	2	3	4
Температура повітря, °C	26	27	28
Температура води, °C	28	28	30

Продовження табл. 2.8

1		2	3	4
Відносна вологість, %		70	80	85
Повторюваність туманів, %		0	0	0
Видимість менше 2 миль, %		<10	<10	<10
Хмарність, бали		2	5	7
Солоність води, ‰		47	39	38
Щільність води, г/см ³ (або кг/м ³)		1,032	1,025	1,025
Постійні течії	Назва	Мусона течія	Мусона течія	Мусона течія
	Термодинамічна характеристика	Тепле	Тепле	Тепле
	Направлення	SE	SE	SE
	Швидкість, вузл.	0.75	0.75	1.25
	Стійкість, %	25-50%	50-75%	50-75%
Швидкість припливних течій, вузл.		1,0	-	1,5
Висота хвиль, м	середня	1	1,5	1
	максимальна	5	8	7
Період хвиль, с		7	8	9

2.2.3. Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні

Згідно з лоціями [16-18] та Guide to Port Entry [20] опишемо голову інформацію щодо портів.

Порт відходу Джебел-Алі, Об'єднанні Арабські Емірати.

Основний порт Дубая, який являється вільною зоною. Розташований за координатами: 25° 00' N; 055° 03' E. Складається з 79 причалів, включаючи 10

причалів для танкерів, 11 причалів для балкерів, контейнерів, Ro-Ro, риферів, вантажоперевезення худоби, пасажирські судна, хімовозів та газовозів.

Розташування: 25° 00' N; 055° 03' E; 35 км. на південно-захід від міста Дубай, 323 м.м. від міста Мускат.

Карти: карти Британського Адміралтейства № 2889, 3176 та 3739.

Морські публікації: Admiralty Sailing Directions Volume No. 63; Defence Mapping Agency Publication No. 62; Admiralty List of Lights Volume D; United States List of Lights Publication No. 117B (Pacific/Indian Ocean Area).

Навколишнє середовище: протягом року ця область відома як дуже спекотна, вологість повітря збільшується взимку. Переважаючий напрямок вітру - W-NNW 5-20 вузлів. Поривисте море не рідкість, і пилові хмари на березі можуть зменшити видимість у морі. З листопада по лютий вітер Шамаль (з W до NNW, тривалістю від 24 до 36 годин 2-3 рази на місяць) сильний вдень (до 30 вузлів), а вночі зменшується. Переважно течія проти годинникової стрілки в Перській затоці досягає 0,5-1 вузлів на схід. Вона збільшується до 2 вузлів NE відливом та зменшується SW приливом. LW від -0,2 м до 1,1м; HW від 0,9 м до 2,2 м. Атмосферні сплески можуть додати від 0,2 до 0,4 м. Щільність води становить 1026 і може досягати 1032 протягом сухих літніх місяців. Туман може виникати зазвичай опівночі до сходу сонця. Видимість може впасти до 100-200 м.

Підхідний канал (рис. 2.1) починається приблизно 11 м.м. від берега, глибиною 17 м і шириною 320 м. Трафік контролює станція портового контролю, яка працює на УКХ-каналі 69. Канал позначений 14 парами буїв. Зелені буї знаходяться на стороні Абу-Дабі, а червоні - на стороні Дубая. Це формулювання використовується станцією управління порту, коли вони вказують місце входу судна в канал. До цього дозволу судна повинні рухатися поблизу каналу. Канал прямий 134°-314 ° завдовжки 8,5 м.м. від 1-ї до 11-ї пар буїв. Потім канал приймає вигин 25° і веде до гавані. Запропонована точка неповернення може залежати від судна. Судна з обмеженою осадкою повинні дотримуватися відстані 1 м.м. від 1-ї пари буїв. Зона якірної стоянки: 1 м.м. на захід від Pilot Boarding

Ground (PBG), де глибина варіюється від 16,2 м до 25,0 м. Ставати на якір назовні не рекомендується через наявність підводних кабелів на півдні, фарватеру на північному заході, PBG та руху суден у північно-східному та північному напрямку. Грунт погано тримає, і суднам рекомендується використовувати більше якірних смичок, ніж зазвичай.

Найбільшим і найглибшим суднам рекомендується чекати лоцмана біля фарватерного буя ракона, який знаходиться на глибині 20 м на відстані 3 м.м. від входу в канал та на відстані 2 м.м. від PBG через течію та північний вітри, щоб уникнути дрейфу в зоні очікування лоцмана. Лоцман може сісти на борт між парами буїв 1-3 зі швидкістю посадки лоцмана 8-10 вузлів або між парами 5-6 або навіть між парами буїв 10-11 залежно від максимальної осадки судна та впевненості капітана рухатися без лоцмана в каналі до посадки лоцмана, як правило, зі швидкістю 10 вузлів. При відході лоцман зазвичай сходить с борту судна між буями 7-8, але також може пройти до 1-2 пари буїв, якщо наступним судном, що входить, є судно з обмеженою осадкою.

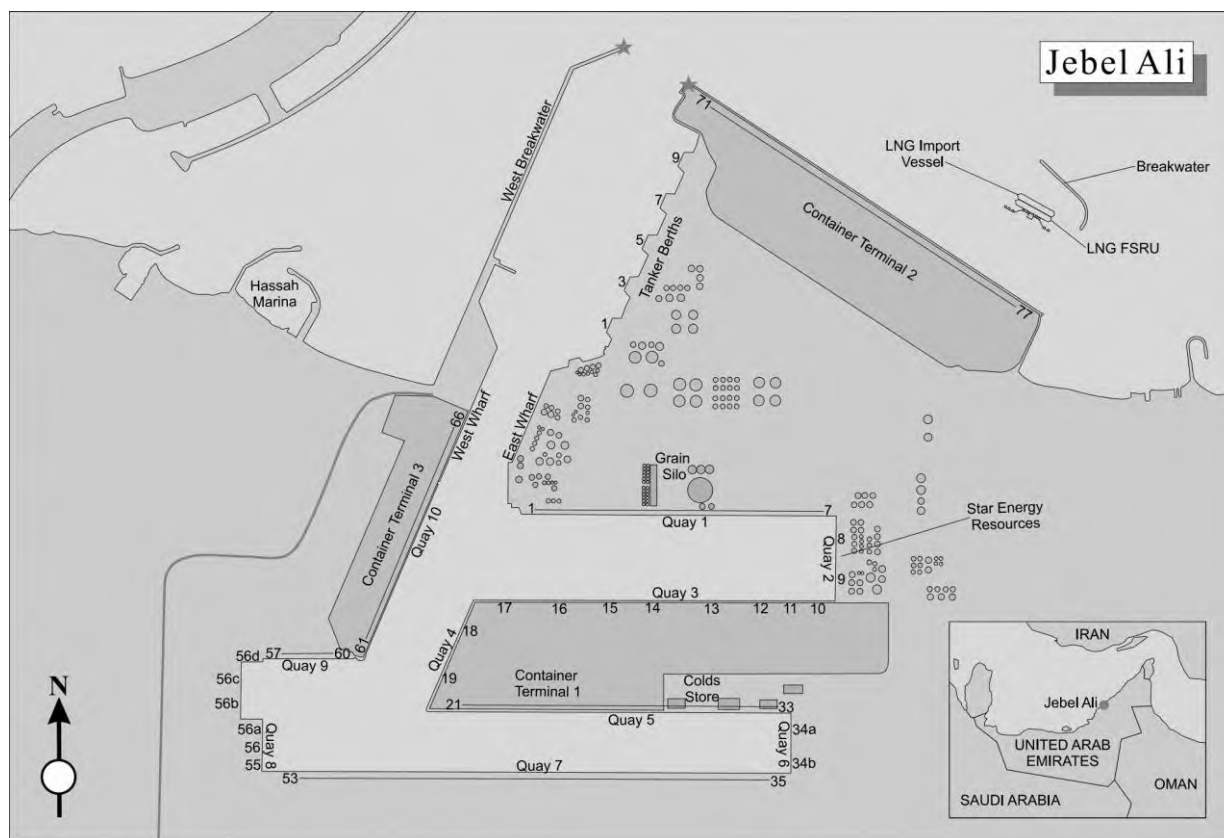


Рисунок 2.1 – Загальний план порту Джебел-Алі

Доступно 9 буксирів. Усі буксири тягової сили на 30-55 тонн використовують власні швартові кінці. Не існує положень порту щодо кількості буксирів, залишаючи це на розсуд лоцманів на основі причалу, сторони причалу судна, загальної довжини судна, осадки судна, погодних умов та готовності буксирів. Також доступні 4 швартувальні човни.

Постановка на якір заборонено на стороні Дубая вхідного каналу через багато трубопроводів, що лежать на схід від каналу. Обмеження швидкості у вхідному каналі та всередині гавані становить 8-10 вузлів. Лоцманська проводка може бути призупинена на 3-4 години, коли видимість менше 5 кабельтів. Максимально допустимий вітер для лоцманської проводки та швартування становить 30 вузлів. Мінімальний УКС: 1 м. Максимально допустима осадка: 16 м.

У терміналі 1 судна можуть бути пришвартовані будь-якою стороною до причалів 11-17, за винятком причалу 10, біля якого судна, як правило, пришвартовані правим бортом через причал 9 танкера з іншого боку кута. Площа повороту навпроти причалів 18-20 має діаметр 630 м при мінімальній глибині 17 м при нульовому рівні припливу. Найбільші та найглибші судна, як правило, причалені праворуч бортом уздовж причалів 18-21 на терміналі № 4. Площа повороту навпроти причалів 21-25 має діаметр 450 м. Біля причалу 21 площа повороту глибиною не менше 17 м. Проміжок причалів 22-23 глибина площі повороту 11,5-16,0 м. А в районі причалів 24-25 глибина площі повороту лише 11,5 м. На терміналі 3 судна можуть розвертатися біля басейну причалів 61-65, глибину яких 17,0 м при нульовому рівні припливу діаметром 630 м на терміналі 1 причалу № 4. Мінімальна глибина біля причалу 16,0 м. Термінал 2 не має правила щодо швартування суден. Зазвичай вони пришвартовані лівим бортом. Судна, що прямують до терміналу 2, розвертаються біля причалів 70-77, де коло повороту має діаметр 710 м з мінімальною глибиною 15,8 м при нульовому рівні припливу.

Швартування контейнеровозів можливо на 3 терміналах.

- Термінал 1: розташований посередині порту.

Пірс 3: 26 кранів, 8 причалів (B10-B17), 2500 м.

Пірс 4: 10 кранів, 2 причалів (B18-B19), 830м.

Пірс 5: 13 кранів, 5 причалів (B21-B25), 1545м.

- Термінал 2: розташований на півночі порту.

Північний пірс 1: 29 кранів, 8 причалів (B70-B77), 3000 м.

- Термінал 3: напівавтоматизований термінал. встановлено 19 порталів.

Західний пірс 10: 19 кранів, 5 причалів (B61-B65), 1862 м.

Порт приходу Порт-Кланг, Малайзія.

Порт-Кланг (25° 00' N; 055° 03' E) - столичний порт Малайзії складається з трьох оперативних районів. Обробляє генеральні та сухі вантажі, контейнери, танкери та пасажирів. Південна точка піддається значним припливним змінам і використовується в основному для прибережного трафіку. Північний порт та Західний порт мають генеральні і сухі вантажі, контейнери та є вільними комерційними зонами. Танкерний термінал в Північному порті. Виділений пасажирський термінал. Розташований на західному узбережжі півострова Малайзія в Малаккській протоці, приблизно 40 км. на південний захід від Куала-Лумпура. Карти: карти Британського Адміралтейства №2152, 2153, 3945 та 3946.

Загальний план порту (рис. 2.2) і схема контейнерного причалу (рис. 2.3):

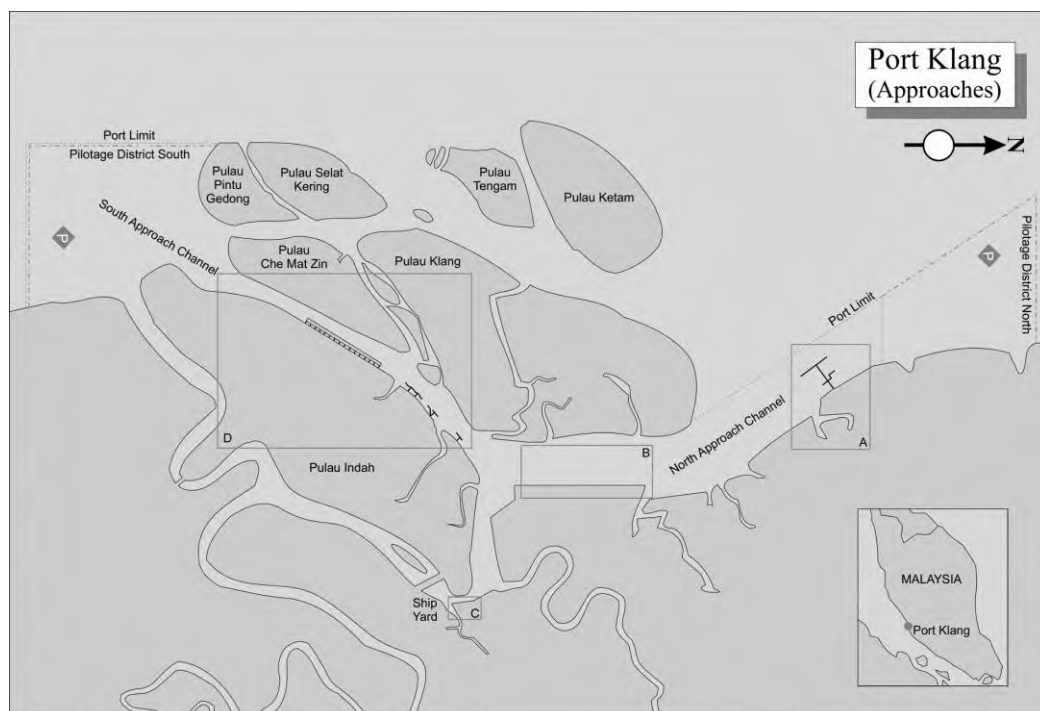


Рисунок 2.2 – Загальна схема порту Порт-Кланг

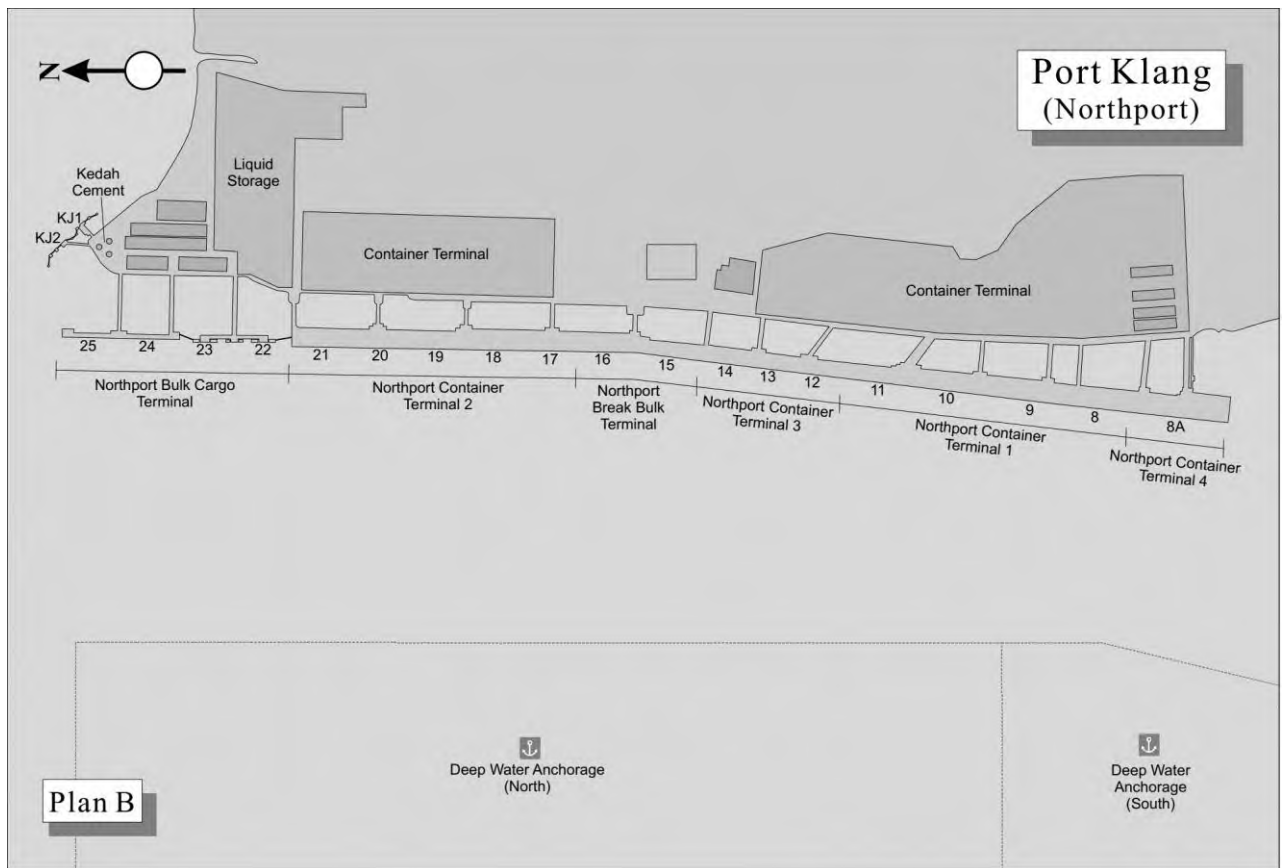


Рисунок 2.3 – Схема контейнерного причалу порту Порт-Кланг

Північна межа: лінія від маяка В, що рухається на північний захід у напрямку до маяка Пулау Ангса, поки він не перетне широту $03^{\circ} 13' 47''$ N, тоді на схід до материка.

Південна межа: лінія від Танджунг Ру, що проходить на захід по широті $02^{\circ} 50' 21''$ N, поки не перетне довготу $101^{\circ} 14' 00''$ E, далі на північ до Пулау Пінту Гедун.

Обмеження включають усі води в протоках Кланг, Селат Лумут, Сунгай Пулух, Sungai Aur, Sungai Langat та інші водні шляхи, що містяться всередині широт $03^{\circ} 13' 47''$ N і $02^{\circ} 50' 21''$ N, і на захід від узбережжя довготи $101^{\circ} 28' 30''$ E (яка проходить через міст Коннот), включаючи всі пристані, пристані, місця для посадки, пристані, причали, доки та інші подібні роботи незалежно від того, знаходиться в межах або поза лінією марки високої води, на яку поширюються будь-які права приватної власності у ньому.

Обмеження швидкості: усі судна повинні рухатися з безпечною швидкістю і ні в якому разі не перевищувати 12 вузлів. Судна, що плавають у радіусі 300 метрів від причалів або інших причальних конструкцій, не повині перевищувати 8,0 вузлів.

Підходи: до Порт-Клангу можна підійти через південний та північний входи.

Північний канал (Пулау-Ангса): Він лежить між материком на сході та величезною площею бруду та піщаних берегів, відомих як Банк Ангса на заході. Підходи позначені двома маяками (Куала-Селангор та Пулау-Ангса) на додаток до ряду маяків і буйів (північний кардинальний буй Банку Ангса, буй Пенью та буй Батуан Пенью). Канал Пулау-Ангса має довжину 11,0 м.м., ширину 365 м. і підтримується на глибині 13,3 м. нижче ACD (Admiralty Chart Datum).

Південний канал (Пінту Гедунг): Розташований біля сусідньої смуги руху на північ від схеми розділення руху протоки Малакки.

Підхід добре позначений маяком Букіт-Джунгра, маяком tg.Rhu і південним фарватерним буєм. Канал доступу Pintu Gedung становить 2,3 м.м. довжиною, 365 м. шириною і поглиблений до 17,0 м. нижче ACD, і добре позначений буями.

Фарватер навпроти Північного порту: 4,5 м.м. довжиною, 700 м. шириною, глибиною 15,0 м.

Підхідний канал Північного порту: 2,6 м.м. довжиною, 210 м. шириною, глибиною 9,0 м.

Лоцманська проводка: обов'язкова для всіх суден, що знаходяться в межах порту, і доступний протягом 24 годин. Державні судна, риболовецькі судна, судна, що обслуговують порт, та судна довжиною менше ніж 28 м. звільняються від обов'язкового пілотування.

Судна, які регулярно заходять до Порт-Клангу, можуть подати заявку на звільнення від лоцманської проводки.

Послуга надається компаніями Northport (Malaysia) Bhd. (для Північного порту та Південної точки) та Westports Sdn Bhd. (для Західного порту).

Лоцманський контроль Північного порту:

Контактна особа – Anuar Ahmad;

Тел.: +60 (3) 3169 8910;

Факс: +60 (3) 3169 8006;

Email: anuara@northport.com.my

Лоцманський контроль Західного порту:

Контактна особа - Mazhazli Jamaludin;

Тел: +60 (3) 3169 4022;

Факс: +60 (3) 3169 4131;

Email: capt_mj@westports.com.my

Агент наймає лоцмана принаймні за 2 години до прибуття судна. Судно повинно надати агенту ETA, LOA, осадку та пункт входу (Північний або Південний канал).

Лоцманські катери пофарбовані в білий або міжнародний помаранчевий колір, а на корпусі зображено 'PILOT'. Вночі відображається біле над червоним вогнем. Лоцман слухає УКХ-канал 12. Вимоги для прийняття лоцмана на борт відповідає рекомендаціям SOLAS та IMPA. VTMS порадить висоту трапу над водою, однак загалом висота не повинна перевищувати 1,5 м.

Місце посадки на Північному каналі: приблизно 1,0 м.м. на північ від Pulau Angsa Light у позиції 03°12,0' N, 101°13,1' E.

Місце посадки на Південному каналі: приблизно 0,5 м.м. на північний схід від південного фарватерного буя у позиції 02°50,7' N, 101°15,4' E.

Процедури відходу: Судно, яке відходить від причалу або внутрішніх якірних стоянок на лоцманську станцію, повинно замовити лоцмана принаймні за 1 годину до відходу. Судно повинне повідомити ETD, LOA, осадку та пункт виходу (Північний або Південний канал).

Перешвартовка: Судно, яке рухається в межах порту, повинно замовити лоцмана принаймні за 1 годину до передбачуваного руху. Судно повинне повідомити ETD, LOA, осадку та причал / якорне місце. Судна, що

переміщуються між Північним портом та Західним портом та навпаки, вимагають попередження за 90 хвилин.

Якірні стоянки:

Зовнішні якірні стоянки:

1. Південний канал: Для суден, які очікують інструкцій щодо причалу, можуть стояти на якорі на захід від південного фарватерного буя. Однак суднам забороняється ставати на якор в радіусі 1 м.м. від південного фарватерного буя.

2. Північний канал: рекомендується для суден, що очікують лоцмана, приблизно 0,5 м.м. на схід від місця посадки лоцмана, глибини 15,0 - 22,0 м. Суднам забороняється ставати на якорі між місцем посадки лоцмана та входом до Північного каналу.

Внутрішні якірні стоянки:

1. Глибоководна точка (північ): територія на північ від лінії між буєм №14 та материком, що простягається до лінії між буєм № 10 та материком. Макс. LOA 200 м. та макс. осадка 10,0 м.

2. Глибоководна точка (Південь): територія на північ від Тірамського буя до буя №13. Максимальна LOA 180 м. та максимальна осадка 8,0 м. У цій місцевості танкерам заборонено ставати на якор.

3. Глибоководна точка (резервний): територія на північний схід від Тг. Саранг Ланг до буя Тірам. Максимальна LOA 120 м., максимальна осадка 8,0 м.

Якірна стоянка Північного берегу: територія на північ від Тг. Буй Агаса, що прилягає до Південного каналу. Для прибережних суден, крім танкерів, не більше LOA 90 м. макс. осадка 4,0 м.

Спеціальна якірна стоянка А: розташована 265 (Т) 0,25 м.м. від буя №8. Макс. LOA за домовленістю і використовується для суден, що перевозять вибухонебезпечні вантажі.

Спеціальна якірна стоянка В: розташоване 166 (Т) 0,35 м.м. від буя №10. Макс. LOA 275 м. Використовується для операцій LASH та STS.

Карантинна якірна стоянка: Глибоководна точка (Південь), між широтами 03°02,0' N та 03°03,0' N.

Засоби навігаційного обладнання, які використовуються на прибережних ділянках зведено до табл. 2.9 [21].

Таблиця 2.9 – Засоби навігаційного обладнання

№	Назва	Розташування		Характеристика	Відстань, миль
		φ	λ		
1	Lighthouse Jebel Ali	25° 01.2` N	055° 02.3` E	Fl (1) 5s	8
2	Lighthouse Jebel Ali	25° 01.2` N	055° 02.6` E	Fl (1) 5s	8
3	Lighthouse Jazirat Didamar	26° 28.6` N	056° 32.2` E	Fl (2) 10s	23
4	Pt de Galle	06° 01.5` N	080° 13.1` E	Fl (2) 15s	25
5	Dondra Lighthouse	05° 55.3` N	080° 35.6` E	Fl (2) 5s	28
6	P.Weih	05° 48.5` N	095° 22.3` E	Fl (1) 2.5s	20
7	Tg Jamboaye	05° 15.2` N	097° 29.8` E	Fl (1) 5s	20
8	P Berhala	03° 46.4` N	099° 30.5` E	Fl (4) 19s	30
9	Batuan Mandi	02° 52.3` N	100° 40.7` E	Fl (2) 10s	20
10	Sungai Langat	02° 50.1` N	101° 25.0` E	Fl (1) 10s	24
11	Leading light. Front light	02° 54.9` N	101° 16.0` E	Q (1)	10

2.3. Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1. Розрахунок ортодромії

Рейс є фактичним, тому виконаємо розрахунок локсодромії і ортодромії аналітичним способом для найдовшої ділянки переходу. Розрахунок робимо за наступними координатами початку $\varphi_n = 25^\circ 42' \text{ N}$, $\lambda_n = 056^\circ 52' \text{ E}$ ортодромії та її кінця $\varphi_k = 11^\circ 02' \text{ N}$, $\lambda_k = 073^\circ 55' \text{ E}$ [22].

1. Знаходимо різницю широт ($\Delta\varphi$):

φ_K	$11^\circ 02'$
-	
φ_H	$25^\circ 42'$
$\Delta\varphi$	$14^\circ 40' \text{ (к S)}$
$\times 60'$	$880'$

2. Знаходимо різницю довгот ($\Delta\lambda$):

λ_K	$073^\circ 55'$
-	
λ_H	$056^\circ 52'$
$\Delta\lambda$	$17^\circ 03' \text{ (к E)}$
$\times 60'$	$1023'$

3. Знаходимо різницю меридіональних частин (m) за формулою (2.1):

$$m = 3437,75 \times \ln\left[\operatorname{tg}\left(45^\circ + \frac{\varphi_K}{2}\right) / \operatorname{tg}\left(45^\circ + \frac{\varphi_H}{2}\right)\right]. \quad (2.1)$$

$$m = 930,34$$

4. Визначаємо локсодромічний курс по формулі:

$$K_L = 360^\circ \times \arccos(m / \sqrt{m^2 + \Delta\lambda^2}) \quad (2.2)$$

$$K_L = 132,1^\circ$$

5. Розраховуємо локсодромічну відстань:

$$S_L = \Delta\varphi / \cos K_L \quad (2.3)$$

$$S_L = 1307,2 \text{ миль}$$

6. Розраховуємо довжину ортодромії за формулою:

$$D = \arccos(\sin \varphi_{\Pi} \sin \varphi_{\kappa} + \cos \varphi_{\Pi} \cos \varphi_{\kappa} \cos \Delta \lambda) \quad (2.4)$$

$$D = 1306,7 \text{ милі}$$

7. Визначаємо доцільність плавання по ортодромії:

$$\Delta D = S_{\Pi} - D \quad (2.5)$$

$$\Delta D = 1307,2 - 1306,7 = 0,5 \text{ милі}$$

В результаті розрахунків видно, що плавання по ортодромії вигідніше лише на 0,5 милі, що розглядаючи з боку обґрунтування причини вибору того чи іншого шляху, не є вагомим аргументом для вибору маршруту по ортодромії.

2.3.2. Складання маршрутних листів

Відповідно до рекомендацій ІМО, при плануванні рейсу необхідно скласти маршрутні листи, які повинні знаходитись на штурманському столі. Безумовно, протягом рейсу в маршрутні листи можуть вноситись необхідні зміни [23].

Маршрутний лист переходу з порту Джебел-Алі (ОАЕ) в порт Порт-Кланг (Малайзія) зведено до табл. 2.10.

Таблиця 2.10 – Маршрутний лист

WP	Position φ, λ	Cou- rse, °	Dista nce, nm	Planned speed, knt	DTG, nm	Position Fixing Method / Frequency
1	2	3	4	5	6	7
1	24° 59,1' N 055° 03,5' E	317	0,5	Pilotage	3331,9	Radar/Visual range / Bearing / Every 3-6 min / Continuous
2	24° 59,5' N 055° 03,2' E	340	2,1	Pilotage	3331,4	Radar/Visual range / Bearing / Every 3-6 min / Continuous

Продовження табл. 2.10

1	2	3	4	5	6	7
3	25° 01,4' N 055° 02,4' E	330	0,8	Pilotage	3329,3	Radar/Visual range / Bearing / Every 3-6 min / Continuous
4	25° 02,1' N 055° 01,9' E	314	10,0	Pilotage	3328,5	Radar/Visual range / Bearing / Every 3-6 min / Continuous
5	25° 09,1' N 054° 54,0' E	357	5,9	17,5	3318,5	Radar/Visual range / Bearing / Every 30 min / Continuous
6	25° 15,0' N 054° 53,8' E	020	21,1	17,5	3312,6	Radar/Visual range / Bearing / GPS / Hourly / Continuous
7	25° 34,8' N 055° 01,8' E	052	87,6	17,5	3291,5	Radar/Visual range / Bearing / GPS / Hourly / Continuous
8	26° 29,2' N 056° 18,2' E	066	10,2	17,5	3203,9	Radar/Visual range / Bearing / GPS / Hourly / Continuous
9	26° 33,4' N 056° 28,5' E	090	4,1	17,5	3193,7	Radar/Visual range / Bearing / Every 30 min / Continuous
10	26° 33,4' N 056° 33,1' E	149	6,9	17,5	3189,6	Radar/Visual range / Bearing / Every 30 min / Continuous
11	26° 27,4' N 056° 37,0' E	164	47,3	17,5	3182,7	Radar/Visual range / Bearing / GPS / Hourly / Continuous
12	25° 42,0' N 056° 51,7' E	132	1307,5	17,5	3135,4	Radar/Visual range / Bearing / GPS / Hourly / Continuous
13	11° 02,4' N 073° 54,5' E	141	217,1	17,5	1827,9	Radar/Visual range / Bearing / GPS / Hourly / Continuous
14	08° 14,4' N 076° 14,0' E	121	291,2	17,5	1610,8	Radar/Visual range / Bearing / GPS / Hourly / Continuous
15	05° 42,6' N 080° 24,4' E	089	892,2	17,5	1319,6	Radar/Visual range / Bearing / GPS / Hourly / Continuous
16	06° 00,2' N	105	152,6	17,5	427,4	Radar/Visual range / Bearing

Продовження табл. 2.10

1	2	3	4	5	6	7
	095° 21,1' E					GPS / Hourly / Continuous
17	05° 21,9' N 097° 49,6' E	128	168,9	17,5	274,8	Radar/Visual range / Bearing / GPS / Hourly / Continuous
18	03° 37,2' N 100° 02,6' E	135	58,9	17,5	105,9	Radar/Visual range / Bearing / GPS / Hourly / Continuous
19	02° 55,5' N 100° 44,3' E	121	12,3	17,5	47	Radar/Visual range / Bearing / Every 30 min / Continuous
20	02° 49,2' N 100° 54,9' E	097	3,0	17,5	34,7	Radar/Visual range / Bearing / Every 30 min / Continuous
21	02° 48,9' N 100° 57,9' E	118	15,9	17,5	31,7	Radar/Visual range / Bearing / Every 30 min / Continuous
22	02° 41,5' N 101° 12,0' E	029	5,7	17,5	15,8	Radar/Visual range / Bearing / Every 30 min / Continuous
23	02° 46,4' N 101° 14,8' E	005	3,6	17,5	10,1	Radar/Visual range / Bearing / Every 30 min / Continuous
24	02° 50,0' N 101° 15,1' E	011	4,1	Pilotage	6,5	Radar/Visual range / Bearing / Every 3-6 min / Continuous
25	02° 54,0' N 101° 15,9' E	043	1,4	Pilotage	2,4	Radar/Visual range / Bearing / Every 3-6 min / Continuous
26	02° 55,0' N 101° 16,8' E	034	0,6	Pilotage	1	Radar/Visual range / Bearing / Every 3-6 min / Continuous
27	02° 55,5' N 101° 17,1' E	062	0,4	Pilotage	0,4	Radar/Visual range / Bearing / Every 3-6 min / Continuous
28	02° 55,7' N 101° 17,4' E	-	-	Pilotage	-	Radar/Visual range / Bearing / Every 3-6 min / Continuous

2.3.3. Графічний план переходу

Результати навігаційного планування переходу оформлено у вигляді графічного плану переходу та представлено у вигляді рис. 2.4 [24].

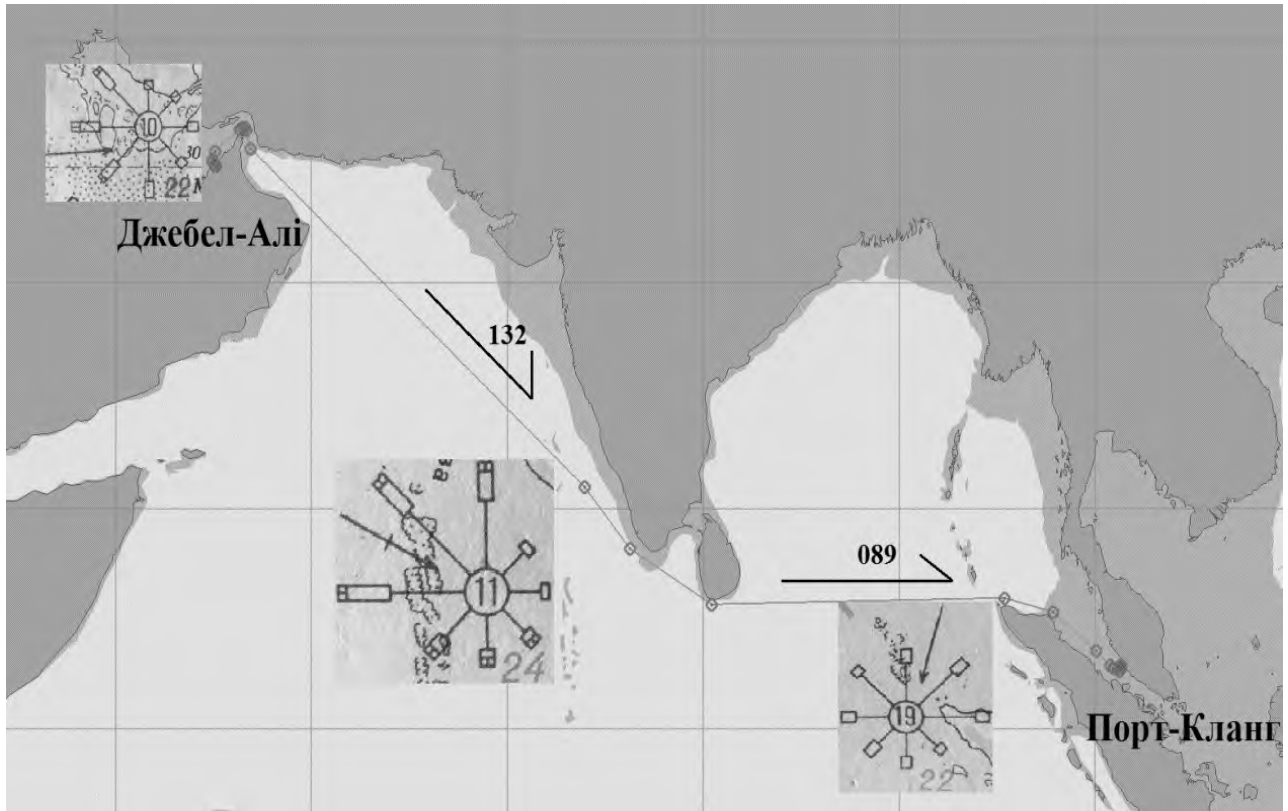


Рисунок 2.4 – Графічний план переходу

2.3.4. Розрахунок природної освітленості

Розрахунки освітленості виконуємо двома послідовними наближеннями:

- за широтою ϕ і датою запланованого плавання виберемо з Nautical Almanac без інтерполяції моменти місцевого середнього часу (LMT) сходу і заходу Сонця і Місяця.
- по довготі λ передбачуваного місяця на полудень кожної доби переводимо моменти в судновий час (ZT) та на кожний такий момент знаходять прокладенням наперед координати ϕ і λ місця судна.

Далі розраховуємо по Nautical Almanac моменти (ZT) явищ, характеризу-

ючих освітленість за допомогою таблиць «Conversion of ARC to Time» і «Tables for Interpolating Sunrise, Moonrise, etc».

По широті місця судна φ і схиленню Сонця (δ) на моменти його сходу і заходу по формулі $\tan A$ розрахуємо азимути Сонця (Z) при сході і заході.

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

Місцевий час явища переводимо у Грінвічний:

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

Грінвічний час явища переводять в судновий:

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

Приклад розрахунку елементів освітленості на 14.04.2025 по Nautical Almanac 2024 [25], $\varphi = 09^{\circ}25'N$, $\lambda = 075^{\circ}14'E$.

Twilight		Sunrise		Sunset		Twilight	
LMT	19 25	LMT	19 46	LMT	08 06	LMT	08 27
$+\Delta T_{\varphi}$	0	$+\Delta T_{\varphi}$	0	$+\Delta T_{\varphi}$	0	$+\Delta T_{\varphi}$	0
$+\Delta T_{\lambda}$	-	$+\Delta T_{\lambda}$	-	$+\Delta T_{\lambda}$	-	$+\Delta T_{\lambda}$	-
C.LMT	0	C.LMT	0	C.LMT	0	C.LMT	0
$+\lambda$	05 03	$+\lambda$	05 03	$-\lambda$	05 03	$-\lambda$	05 03
GMT	00 28	GMT	00 49	GMT	13 09	GMT	13 30
$\pm \text{ZD}$	+5	$\pm \text{ZD}$	+5	$\pm \text{ZD}$	+5	$\pm \text{ZD}$	+5
ZT	05 28	ZT	05 49	ZT	18 09	ZT	18 30

У табл. 2.11 зведено елементи освітленості на початок, середину та кінець рейсу.

Таблиця 2.11 – Елементи освітленості

Date	Twil.	SUN				Twil.	MOON		
		Sunrise ZT	Z	Sunset ZT	Z		Moon rise ZT	Age	Moon Set ZT
11.04	05:38	06:01	080°	18:41	280°	19:05	22:28	18 (83%)	08:35
14.04	05:28	05:49	088°	18:09	327°	18:30	00:25	22 (53%)	11:22
17.04	06:09	06:30	079°	18:46	281°	19:07	03:18	24 (25%)	14:40

2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

Розрахунок приливних явищ та побудову графіків приливів здійснюємо для портів відходу та приходу, приклад розрахунків зведено до табл. 2.12 та 2.13 [26]. Графіки приливів зображені на рис. 2.5 та 2.6.

Таблиця 2.12 – Приливні явища в порту Джебел-Алі

Date: 11/04		Time Zone - 0400		
TIME		HEIGHT		
LW	HW	LW	HW	RANGE
08:54	02:22	0,1	1,8	1,7
Duration 06:32				
TIME		HEIGHT		
LW	HW	LW	HW	RANGE
20:30	15:05	0,5	1,6	0,9
Duration 05:25				

Таблиця 2.13 – Приливні явища в порту Порт-Кланг

Date: 19/04		Time Zone - 0800		
TIME		HEIGHT		
LW	HW	LW	HW	RANGE
10:32	03:53	2,0	4,1	2,1
Duration 06:39				
TIME		HEIGHT		
LW	HW	LW	HW	RANGE
23:02	16:06	1,7	4,6	2,9
Duration 06:54				

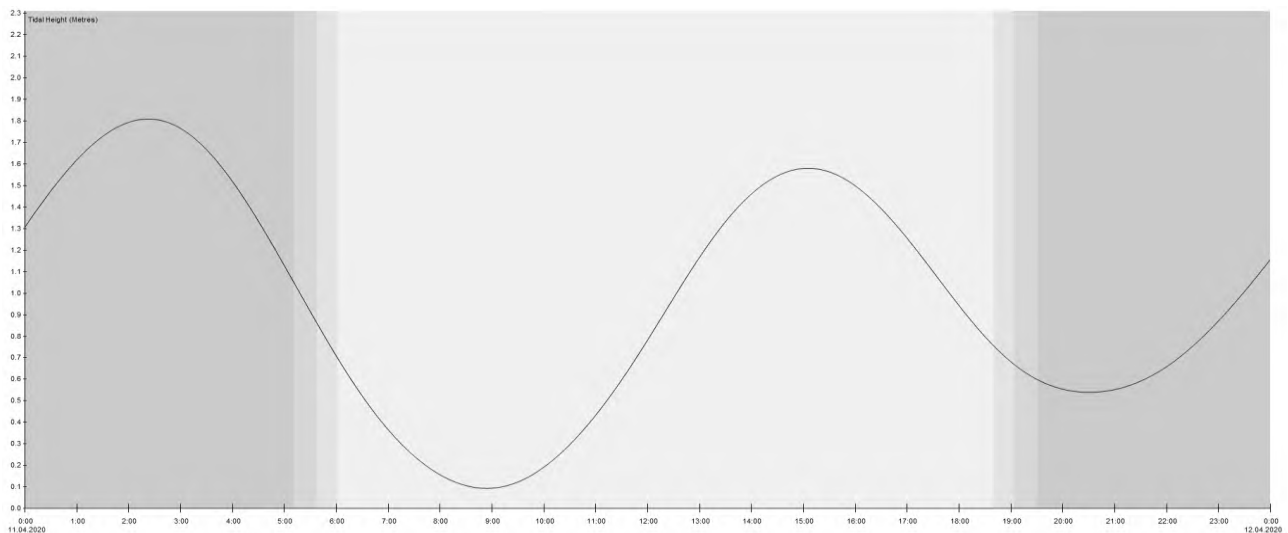


Рисунок 2.5 – Графік приливів для порту Джебел-Алі

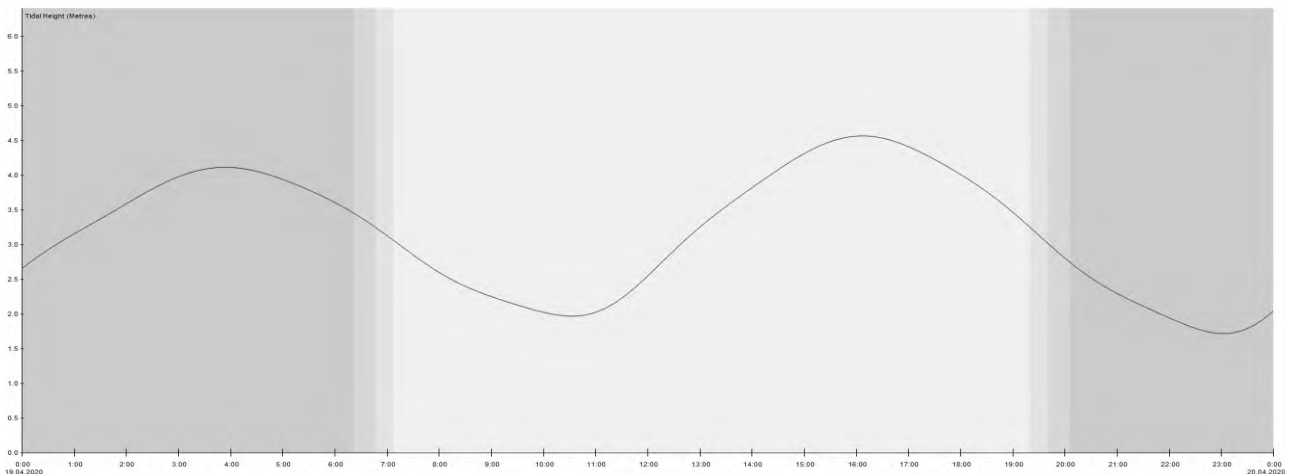


Рисунок 2.6 – Графік приливів для порту Порт-Клангу

2.4 Висновки

З цього розділу можна зробити висновок, що вся необхідна інформація, а саме: карти та публікації на перехід, метеостанції, станції зв'язку, системи розділення руху, метеорологічна інформація, план на перехід, освітленість, приливні явища та глибина під кілем були підібрані, систематизовані та взяті до уваги. Це дає можливість безпечно виконувати рейсове завдання. На протязі всього маршруту судно має достатню інформацію щодо навігаційної обстановки. Всі ці фактори обробки інформації складають безпечний перехід та доставку вантажу вчасно.

РОЗДІЛ 3

ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ

3.1. Транспортні характеристики генеральних вантажів у контейнерах

Перевезення контейнерів регламентують:

1. International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 74/78), Chapters VI, VII;
2. Керівництво з укладання вантажів в вантажні контейнери або транспортні засоби, ІМО / МОП;
3. Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing (CSS Code);
4. Міжнародна організація по стандартизації (ISO);
5. Міжнародні керівництва по розміщенню, укладанню і кріпленню вантажів в контейнерах і транспортних засобах;
6. Міжнародна конвенція по безпечним контейнерам (КБК) [27];
7. Міжнародного кодексу морського перевезення небезпечних вантажів (МК МПНВ);
8. Наставлення по кріпленню контейнерів;
9. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL-73/78).

Характеристика контейнерів:

1. Судно перевозить вантаж в наступних типах контейнерів:
 - а. Генеральні вантажі в 20-футових або 40-футових контейнерах ISO;
 - б. Небезпечні вантажі в спеціальних контейнерах згідно IMDG Code;
 - в. Швидкопсувні вантажі (зазвичай, продукти) в рефрижераторних контейнерах з можливістю контролю атмосфери одиниці;
 - г. Великогабаритні вантажі, які займають більше стандартного контейнера ISO – Out Of Gauge (OOG).
2. Маса одного місця вантажу:
 - а. 20-футовий контейнер:

I. Маса тари (мінімальна маса одного місця вантажу): 2145-2370 кг;

II. Максимальна маса одного місця вантажу: 21630-28335 кг.

б. 40-футовий контейнер:

I. Маса тари (мінімальна маса одного місця вантажу): 3640-4000 кг;

II. Максимальна маса одного місця вантажу: 24800-26840 кг.

3. 40-футовий High Cube контейнер збільшеної вміщуваності:

а. Вантажопідйомність, тонн: 30,48;

б. Маса тари контейнера, тонн: 4,15;

в. Максимальне завантаження контейнера, тонн: 26,33;

г. Розміри контейнера внутрішні, м (довжина × ширина × висота): 12,02 × 2,35 × 2,70;

д. Розміри дверного отвору, м (ширина × висота): 2,34 × 2,58;

е. Об'єм контейнера внутрішній, м³: 76,4.

4. Специфічна особливість: 40-футові контейнери не всюди можна розмістити в трюмах судна, а також їх не можна ставити знизу двох 20-футових.

5. Всі небезпечні вантажі мають маніфести, які передаються Старшому Помічнику Капітана та обов'язково зберігаються на судні. Кожен маніфест має інформацію про номер контейнера, вагу, клас і тощо. Приклад маніфесту небезпечних вантажів наведено у додатку А.

6. Небезпечні якості вантажів знайдем в IMDG Code [28]. На момент відходу судно має наступні небезпечні вантажі на борту:

а. Клас 2.1 – легкозаймисті гази при температурі 20 °С та тиску 101,3 кПа:

I. є запальними, якщо в суміші з повітрям становить 13% або менше;

II. мають вогнебезпечний діапазон з повітрям не менше 12% незалежно від нижньої горючої межі. Горючість визначається випробуваннями або розрахунком відповідно до методів, прийнятих Міжнародною організацією зі стандартизації (ISO 10156:2010).

б. Клас 2.2 – важкозаймисті, нетоксичні гази. Гази, які:

I. задушливі - гази, які нормально розріджують або замінюють кисень в атмосфері;

II. є окислювальними - гази, які, як правило, забезпечуючи кисень, можуть спричинити або сприяти горінню іншого матеріалу більше, ніж повітря;

III. не підпадають під інші класи.

в. Клас 3 включає такі речовини:

I. легкозаймисті рідини ;

II. рідкі десенсибілізовані вибухові речовини.

г. Клас 4.1 – Горючі речовини. Тверді речовини, легко горючі, можуть спричинити або сприяти розпалюванню вогню через тертя; самореактивні речовини (тверді речовини і рідини); тверді десенсибілізовані вибухові речовини, які можуть вибухнути, якщо їх не розбавити достатньо;

е. Клас 6.1 – Токсичні речовини. Це речовини, які можуть спричинити смерть або серйозну травму, або завдати шкоди здоров'ю людини при ковтанні або при вдиханні або при контакті зі шкірою.

ж. Клас 8. Корозійні речовини – речовини, які за хімічної дії спричинять важкі наслідки пошкодження при контакті з живою тканиною або, у разі витоку, істотно пошкодить або навіть знищить, інші товари або транспортні засоби.

з. Клас 9, серед іншого, включає:

I. речовини та вироби, які не належать до інших класів, які досвід показав або може виявити такого небезпечного характеру, що положення частини А глави VII SOLAS 1974.

II. речовини, що не підпадають під дію положень частини А глави VII вищезгаданої Конвенції, але на які поширюються положення Додатку III до MARPOL-73/78.

7. Сумісність з іншими вантажами, що перевозяться на судні базується на Document of Compliance for the carriage of Dangerous Goods, виданий класом Lloyd's Register Asia та представлена на рис. 3.1 та 3.2.

	Cargo Space	1	2	3	4	5	6
	Cargo Space Name	Holds no. 1-4	Weather deck 5				
Class	Type *	2B					
1.1-1.6	Explosives	---	P	---	---	---	---
1.4(S)	Explosives, Division 1.4 Compatibility group 'S'	P	P	---	---	---	---
2.1	Flammable Gases	P	P	---	---	---	---
2.2	Non-flammable, Non-toxic Gases	P	P	---	---	---	---
2.3	Toxic Gases (flammable)	---	P	---	---	---	---
2.3	Toxic Gases (non-flammable)	P	P	---	---	---	---
3	Flammable liquids - low and intermediate flashpoint, <23°C	P	P	---	---	---	---
3	Flammable liquids - high flashpoint, ≥23°C but ≤60°C	P	P	---	---	---	---
4.1	Flammable solids, self-reactive substances and solid desensitized explosives	P	P	---	---	---	---
4.2	Substances liable to spontaneous combustion	P	P	---	---	---	---
4.3	Substances which, in contact with water, emit flammable gases (liquids)	P	P	---	---	---	---
4.3	Substances which, in contact with water, emit flammable gases (solids)	P	P	---	---	---	---
5.1	Oxidising substances (agents)	P	P	---	---	---	---
5.2	Organic Peroxides	---	P	---	---	---	---
6.1	Toxic Substances (liquids) - low and intermediate flashpoint, <23°C	P	P	---	---	---	---
6.1	Toxic Substances (liquids) - high flashpoint, ≥23°C but ≤60°C	P	P	---	---	---	---
6.1	Toxic Substances (liquids) - non flammable	P	P	---	---	---	---
6.1	Toxic Substances (solids)	P	P	---	---	---	---
8	Corrosives (liquids) - low and intermediate flashpoint, <23°C	P	P	---	---	---	---
8	Corrosives (liquids) - high flashpoint, ≥23°C but ≤60°C	P	P	---	---	---	---
8	Corrosives (liquids) - non flammable	P	P	---	---	---	---
8	Corrosives (solids)	P	P	---	---	---	---
9	Miscellaneous Dangerous Substances and Articles	P	P	---	---	---	---
8	BULK GOODS ALLOWED		A	PACKAGED AND BULK GOODS ALLOWED			
P	PACKAGED GOODS ALLOWED		---	NOT ALLOWED			

Рисунок 3.1 – Сумісність небезпечних вантажів

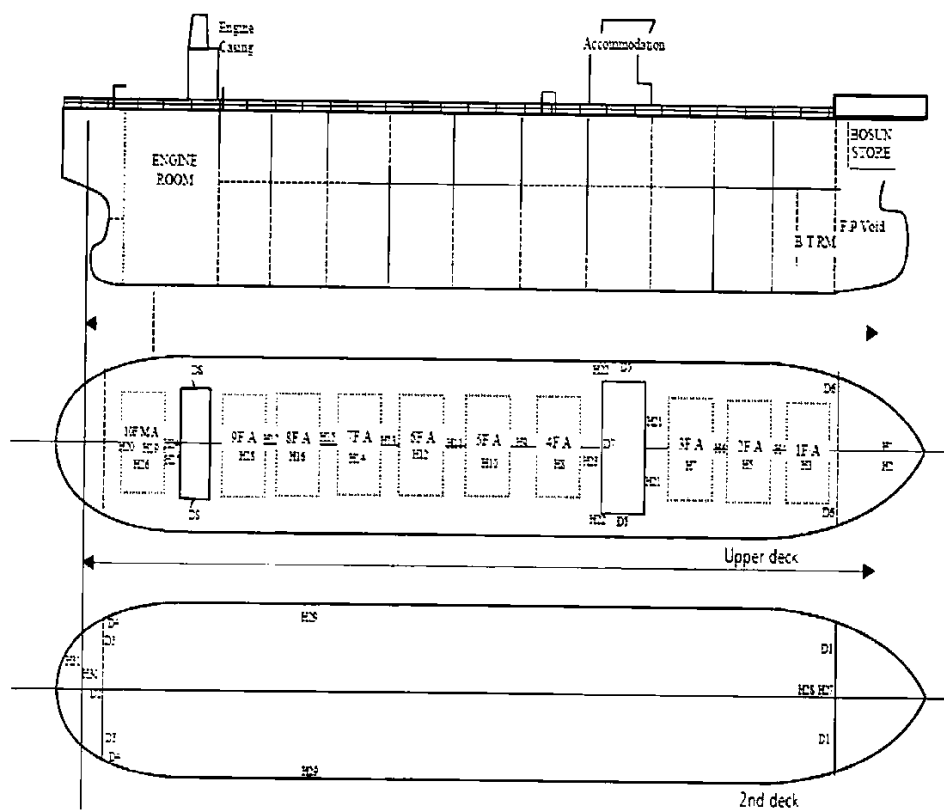


Рисунок 3.2 – Схематичний план приміщень судна

Транспортні характеристики небезпечних вантажів представлені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Транспортні характеристики небезпечних вантажів

№	Назва вантажу	Маса вантажного місця, т	Тип контейнера ISO	IMDG Code				
				Номер ООН	Клас	Знак маркування	Категорія розміщення і обробка	Аварійні дії
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	LIGHTERS or LIGHTER REFILLS containing flammable gas	14	20'	1057	2.1		Category -B SW2	F-D, S-U
2	AEROSOLS	14	20'	1950	2.2		SW1 SW22 SG69	F-D, S-U
3	ADHESIVES containing flammable liquid	14	20'	1133	3		Category -B	F-E, S-D
4	PARAFORMALD EHYDE	14	20'	2213	4.1		Category -A SW23	F-A, S-G
5	TOXIC SOLID, INORGANIC, N.O.S.	14	20'	3288	6.1		Category -A	F-A, S-A

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	ETHANOLAMIN E or ETHANOLAMIN E SOLUTION	14	20'	2491	8		Category -A SGG18 SG35	F-A, S-B
7	ENVIRONMENT ALLY HAZARDOUS SUBSTANCE, SOLID, N.O.S.	14	20'	3077	9		Category -A SW23	F-A, S-F

Розшифровка колонки 7 (клас):

1. 2 клас: Гази;

а. Розділ 2.1: Горючі гази;

б. Розділ 2.2: Негорючі, нетоксичні гази;

2. 3 клас: легкозаймисті рідини;

3. 4 клас: легкозаймисті тверді речовини; речовини, здатні до самозаймання речовини, які при контакті з водою виділяють легкозаймисті гази;
Розділ 4.1: Горючі речовини, самореактивні речовини та тверді десенситизовані вибухові речовини;

4. 6 клас: Токсичні та інфекційні речовини;

Розділ 6.1: Токсичні речовини;

5. 8 клас: Корозійні речовини;

6. 9 клас: Різні небезпечні речовини та вироби.

Категорії розміщення для небезпечних вантажів класу 1 представлені на рис. 3.3.

Категорії розміщення для небезпечних вантажів класів 2-9 представлені на рис. 3.4.

Stowage categories for class 1

Dangerous goods of class 1 other than division 1.4, compatibility group S, packed in limited quantities shall be stowed as indicated in column 16a of the Dangerous Goods List in accordance with one of the categories specified below.

Stowage category 01	Cargo ships (up to 12 passengers)	On deck in closed cargo transport unit or under deck
	Passenger ships	On deck in closed cargo transport unit or under deck
Stowage category 02	Cargo ships (up to 12 passengers)	On deck in closed cargo transport unit or under deck
	Passenger ships	On deck in closed cargo transport unit or under deck in closed cargo transport unit in accordance with 7.1.4.4.5
Stowage category 03	Cargo ships (up to 12 passengers)	On deck in closed cargo transport unit or under deck
	Passenger ships	Prohibited except if in accordance with 7.1.4.4.5
Stowage category 04	Cargo ships (up to 12 passengers)	On deck in closed cargo transport unit or under deck in closed cargo transport unit
	Passenger ships	Prohibited except if in accordance with 7.1.4.4.5
Stowage category 05	Cargo ships (up to 12 passengers)	On deck only in closed cargo transport unit
	Passenger ships	Prohibited except if in accordance with 7.1.4.4.5

Рисунок 3.3 – Категорії розміщення для класу 1

Stowage categories for classes 2 to 9

Dangerous goods of classes 2 to 9 and division 1.4, compatibility group S, packed in limited quantities shall be stowed as indicated in column 16a of the Dangerous Goods List in accordance with one of the categories specified below:

Stowage category A

Cargo ships or passenger ships carrying a number of passengers limited to not more than 25 or to 1 passenger per 3 m of overall length, whichever is the greater number	}	ON DECK OR UNDER DECK
Other passenger ships in which the limiting number of passengers transported is exceeded		ON DECK OR UNDER DECK

Stowage category B

Cargo ships or passenger ships carrying a number of passengers limited to not more than 25 or to 1 passenger per 3 m of overall length, whichever is the greater number	}	ON DECK OR UNDER DECK
Other passenger ships in which the limiting number of passengers transported is exceeded		ON DECK ONLY

Stowage category C

Cargo ships or passenger ships carrying a number of passengers limited to not more than 25 or to 1 passenger per 3 m of overall length, whichever is the greater number	}	ON DECK ONLY
Other passenger ships in which the limiting number of passengers transported is exceeded		ON DECK ONLY

Stowage category D

Cargo ships or passenger ships carrying a number of passengers limited to not more than 25 or to 1 passenger per 3 m of overall length, whichever is the greater number	}	ON DECK ONLY
Other passenger ships in which the limiting number of passengers transported is exceeded		PROHIBITED

Stowage category E

Cargo ships or passenger ships carrying a number of passengers limited to not more than 25 or to 1 passenger per 3 m of overall length, whichever is the greater number	}	ON DECK OR UNDER DECK
Other passenger ships in which the limiting number of passengers transported is exceeded		PROHIBITED

Рисунок 3.4 – Категорії розміщення для класів 2-9

Коди розміщення:

1. SW1 Захищений від джерел тепла;
2. SW2 Подалі від житлових приміщень;
3. SW5 Якщо під палубою, укладайте в механічно провітрюваному приміщенні;
4. SW22 Для AEROSOLS з максимальною ємністю 1 л: категорія А. Для AEROSOLS місткістю понад 1 л: категорія В. Для відходів Аерозолі: категорія С, без житлових приміщень.

3.2. Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та доку-ментальне оформлення морського перевезення

Чекліст перевірки вантажних приміщень перед виходом із порту:

1. Трюма прибрані і підготовлені. Всі приміщення підметені, добре провентильовані і сухі.
2. Доступи до місць укладки вантажу чисті і не загороджені.
3. Відповідне освітлення в трюмах та інших робочих зонах.
4. Леєрна система безпеки встановлена, де необхідна безпека персоналу.
5. Ефективна водонепроникність у хорошому стані. Перевірена робоча можливість закриття пристроїв, резинових прокладок, пристроїв зажиму.
6. Люкові закриття в хорошому стані, немає сильного виносу, немає дир.
7. Комінгси та опори трюмів у хорошому стані.
8. Рейки і клинни для кріплення вантажу на борту і в хорошому стані.
9. Ізоляція в трюмах в хорошому стані.
10. Магістралі труб у трюмах у хорошому стані, немає протічок, кріплення труб у хорошому стані.
11. Баластна система справно функціонує (насоси, клапани, трубопроводи, баластні ящики).
12. Люкові відвернення в баластних танках перевірені на наявність течій і не мають жодної течки.

13. Сточно-ляльна система справно функціонує.

14. Вентиляційна система справна, вентилятори оглянуті, повітроводи очищуються.

15. Крепіжний матеріал у хорошому стані, достатньо кількості.

Необхідні документи для перевезення вантажу [29]:

Коносамент – один із найважливіших документів, що підтримують товар на путівках по морю. Такий оборотний документ підтверджує право власності на товар, і він являє собою предмет торгівлі.

Морська накладна – свідчить про прийом вантажу на борту судна і наявності переговорів між перевізником та отримачем. Даний документ не є товаросупровідним, і в залежності від країни може бути названий: вантажна розписка, накладна і тощо.

Штурманська розписка – підтверджує прийом вантажу на борт. У випадках відсутності коносаменту та попередньої угоди договорів сторін, штурманська розписка при проведенні морської перевезення може виступати у своїх товарно-провідних документах. Такий документ допомагає капіталу виключати після подачі грузину на борт.

Паківний лист – вантажо-супроводжувальний документ, що представляє в своєму розпорядженні доповнення до рахунку-фактури. Як правило, в даному документі вказується: загальний список позицій, кількість місць, номер та ін.

3.3. Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

Згідно з Картою зон та сезонних районів, у період рейсу, (квітень) судно завжди буде в тропічній зоні вантажної марки. Маючи $\Delta_{\text{л}}$ розраховуємо водотоннажність судна по тропічну ($\Delta_{\text{т}}$) вантажну марку [30]:

$$\Delta_{\text{т}} = \Delta_{\text{л}} + 1/48 \times T_{\text{л}} \times m, \quad (3.1)$$

$$\Delta_{\text{т}} = 199983 + 1/48 \times 1602,4 \times 152,02 = 205057,9 \text{ т}$$

де: $T_{\text{л}}$ – осадка по літню вантажну марку, см;

m – число тон, що змінюють осадку на 1 см.

Повну вантажопідйомність (дедвейт) судна (Δ_w) можна визначити, використовуючи отримане значення розрахункової водотоннажності судна на момент завантаження за формулою 3.2:

$$\begin{aligned}\Delta_w &= \Delta_p - \Delta_0, \\ \Delta_w &= 205057,9 - 42907 = 162150,9 \text{ т}\end{aligned}\tag{3.2}$$

де Δ_0 – водотоннажність судна порожнем.

Чисту вантажопідйомність судна ($\Delta_{\text{ч}}$) знаходимо за формулою 3.3:

$$\begin{aligned}\Delta_{\text{ч}} &= \Delta_w - \sum_{j=1}^m P_{\text{зан } j} - \text{const}, \\ \Delta_{\text{ч}} &= 162150,9 - 1551,5 - 620 = 159979,4 \text{ т}\end{aligned}\tag{3.3}$$

де: $\sum_{j=1}^m P_{\text{зан } j}$ – рейсові запаси для забезпечення роботи судна;

const – константа, яка включає всі невраховані вагові навантаження.

Рейсові запаси знаходимо за формулою 3.4:

$$\begin{aligned}\sum_{j=1}^m P_{\text{зан } j} &= P_{\text{х}}^{\text{зап}} + P_{\text{ст}}^{\text{зап}}, \\ \sum_{j=1}^m P_{\text{зан } j} &= 1430,7 + 60,4 + 60,4 = 1551,5 \text{ т}\end{aligned}\tag{3.4}$$

де: $P_{\text{х}}^{\text{зап}}$ – маса ходових запасів, т;

$P_{\text{ст}}^{\text{зап}}$ – маса стоянкових запасів, т;

j – відповідна цистерна (танк).

Масу ходових запасів розрахуємо за формулою 3.5:

$$P_x^{\text{зап}} = P_x^T + P_x^B + P_x^{\text{см}}, \quad (3.5)$$

$$P_x^{\text{зап}} = 1237,8 + 131 + 61,9 = 1430,7 \text{ т}$$

де P_x^T , P_x^B , $P_x^{\text{см}}$ – відповідно кількість палива, води та мастила, необхідна на перехід від порту вивантаження з врахуванням штормового запасу, т.

Більш детально:

$$P_x^T = q_x^T \times (t_x + t_{\text{шт}}), \quad (3.6)$$

$$P_x^T = 94,41 \times (8,1 + 5) = 1237,8 \text{ т}$$

$$P_x^B = q_x^B \times (t_x + t_{\text{шт}}), \quad (3.7)$$

$$P_x^B = 10 \times (8,1 + 5) = 131 \text{ т}$$

$$P_x^{\text{см}} = 0,05 \times P_x^T, \quad (3.8)$$

$$P_x^{\text{см}} = 0,05 \times 1237,77 = 61,9 \text{ т}$$

де: q_x^T , q_x^B – добова норма витрат палива та води на ходу, т/діб;

t_x – ходовий час, діб;

$t_{\text{шт}}$ – штормовий час, діб.

Штормовий час ($t_{\text{шт}}$) визначається за допомогою Системи управління безпекою (СУБ) компанії та зазвичай становить 5 діб пр. океанських переходах та 2 доби – в прибережному плаванні.

Ходовий час (t_x) визначають по формулі :

$$t_x = \frac{L}{24 \times V} + t_{\text{зп}}, \quad (3.9)$$

$$t_x = \frac{3331,9}{17,5 \cdot 24} + 0,17 = 8,1 \text{ (діб)}$$

де: L – відстань переходу, милі;

V – швидкість судна з вантажем, вуз.;

$t_{\text{зп}}$ – час затримок судна на шляху (час проходження каналів), діб.

Стоянкові запаси визначаються з розрахунку тривалості стоянки в портах навантаження та вивантаження і норм витрати палива та води на стоянці:

$$P_{\text{ст}}^{\text{зап}} = q_{\text{ст}}^{\text{T}} \times t_{\text{ст}} + q_{\text{ст}}^{\text{B}} \times t_{\text{ст}} \quad (3.10)$$

Джебел-Алі: $P_{\text{ст}}^{\text{зап}} = 19,2 \times 2,07 + 10 \times 2,07 = 60,4 \text{ т}$

Порт-Кланг: $P_{\text{ст}}^{\text{зап}} = 19,2 \times 2,07 + 10 \times 2,07 = 60,4 \text{ т}$

де: $q_{\text{ст}}^{\text{T}}$, $q_{\text{ст}}^{\text{B}}$ – добова норма витрати палива та води на стоянці, т/діб;

$t_{\text{ст}}$ – нормативна тривалість стоянкового часу, діб.

Стоянковий час як порту навантаження, так і по порту вивантаження розраховується, виходячи з кількості прийнятого на судно вантажу та у відповідності з вантажними характеристиками відповідного порту, знаходимо за формулою 3.11:

$$t_{\text{ст}} = \sum_{i=1}^n Q_i / M, \quad (3.11)$$

Джебел-Алі: $t_{\text{ст}} = 10330 / 5000 = 2,07 \text{ діб}$

Порт-Кланг: $t_{\text{ст}} = 10330 / 5000 = 2,07 \text{ діб}$

де: Q_i – маса вантажу одного найменування, т;

n – кількість найменувань вантажу;

M – валова норма вантажних робіт в порту навантаження та вивантаження і-тої партії вантажу, т/діб.

Значення чистої вантажопідйомності судна ($\Delta_{\text{ч}}$) визначає максимальну масу вантажів, яку судно може прийняти до перевезення на даний рейс, тобто:

$$\Delta_{\text{ч}} = \sum_{i=1}^n Q_i = 159979,4 \text{ т} \quad (3.12)$$

Фактична кількість вантажу, яку можна прийняти до перевезення на даний рейс та на дане судно залежить від:

- чистої вантажопідйомності судна (Δ_q), що визначається за формулою (3.3);
- вантажомісткості судна (W_c);
- питомого навантажувального об'єму вантажу (u).

Оскільки головною умовою найбільш вигідного завантаження є повне використання вантажопідйомності та вантажомісткості, основним є то, що умови 3.13 та 3.14 повинні виконуватися.

$$Q_{общ} = \sum_{i=1}^n (Q + Q_{cen})_i \leq \Delta_q, \quad (3.13)$$

$$V_{общ} = \sum_{i=1}^n V_i \leq W_c. \quad (3.14)$$

$$\sum_{i=1}^n Q_i = 145404 \text{ Т} < 159979,4 \text{ Т}$$

$$Q_{общ} < \Delta_q$$

І оскільки весь вантаж знаходиться в контейнерах, а його кількість є відносно невеликою від повної вмістимості судна (10386/15074 TEU), то умова (3.15) також виконується. Отже, відповідні умови маси та об'єму відповідають вимогам.

3.4. Складання вантажного плану

Максимально допустиме вагове навантаження вантажного приміщення [31]:

1. Вага штабеля та розподіл ваги контейнерів на покритті палуби / люка визначаються згідно з підрахунком зусиль.

2. Передбачаються наступні максимальні ваги штабелей:

а. На палубі/кришці люку:

I. Штабель контейнерів 20 футів: 90 т;

II. Штабель контейнерів на 40 футів: 180 т;

III. Штабель контейнерів 40 футів на 20 футових: 230 т.

б. В трюмі:

I. 20 футовий контейнер: 24 тон / TEU;

II. 40 футовий контейнер: 30,5 тон / TEU.

По результатам розподілення вантажів складаємо зведену таблицю з підсумковими результатами по кожному вантажному приміщенню та всьому судну в цілому (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Розміщення контейнерів на судні по баям

Трюм №	20' Контейнери		40' Контейнери		Маса в трюмі, т
	Бей №	Маса, т	Бей №	Маса, т	
1	2	3	4	5	6
Трюм 1F	1	1092	2	0	2352
	3	1260			
Трюм 1A	5	1736	6	0	3612
	7	1876			
Трюм 2F	9	2576	10	0	5320
	11	2744			
Трюм 2A	13	3248	14	0	6636
	15	3388			
Трюм 3F	17	3584	18	0	7196
	19	3612			
Трюм 3A	21	3780	22	0	7616

Продовження табл. 3.2

1	2	3	4	5	6
	23	3836			
Трюм 4F	25	4004	26	0	8008
	27	4004			
Трюм 4A	29	4088	30	0	8176
	31	4088			
Трюм 5F	33	4144	34	0	8288
	35	4144			
Трюм 5A	37	4144	38	0	8288
	39	4144			
Трюм 6F	41	4368	42	0	8736
	43	4368			
Трюм 6A	45	4368	46	0	8736
	47	4368			
Трюм 7F	49	4368	50	0	8736
	51	4368			
Трюм 7A	53	4382	54	0	8764
	55	4382			
Трюм 8F	57	4060	58	0	8120
	59	4060			
Трюм 8A	61	4004	62	0	8008
	63	4004			
Трюм 9F	65	3864	66	0	7728
	67	3864			
Трюм 9A	69	2072	70	0	4144
	71	2072			
Трюм 10F	73	2744	74	0	5460
	75	2716			

Продовження табл. 3.2

1	2	3	4	5	6
Трюм 10М	77	2744	78	0	5432
	79	2688			
Трюм 10А	81	2268	82	0	4480
	83	2212			
Корма	N/A		86	1568	1568
Маса всього, т		143836		1568	145404

3.5. Характеристика експлуатаційних умов рейсу

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

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

Порт відходу: Джебел-Алі (щільність води 1,032 т/м³).

Порт приходу: Порт-Кланг (щільність води 1,023 т/м³).

Відстань між портами: S = 3331,9 миль

Час виконання рейсу: весна.

В портах Джебел-Алі та Порт-Кланг, а також протягом усього переходу діє тропічна вантажна марка.

Виконуваний рейс починається з порту Джебел-Алі (Об'єднанні Арабські Емірати) і проходить через Оманський залив, Індійський океан, Малаккську протоку і закінчується біля причалу порту Порт-Клангу (Малайзія).

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1. Розрахунок водотоннажності і координат центра ваги судна

Розподіл прийнятих рейсових запасів на судні на відхід представлено в табл. 4.1 та 4.2. Запаси на прихід розраховуються за умови, що судно не потрапить у шторм та залишиться штормовий запас. Запас води залишається практично незмінним через наявність опріснювального устаткування, виробнича потужність якого більша ніж витрати. За умовами посадки та остійності необхідно було прийняти баласт на судно на відхід з порту Джебел-Алі, його розподіл додано в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Розподіл запасів на відхід з порту Джебел-Алі

Назва	Місткість, м ³	Маса, т	Плечі, м			Моменти, тм		
			X	Y	Z	Mx	My	Mz
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Моторне паливо 0,99 т/м ³								
№1 H.F.O. B.T. (P)	1411	407,05	70,57	-3,87	9,62	28724	-1577	3917
№1 H.F.O. B.T. (S)	1510,4	407,05	70,27	3,99	10,92	28601	1625	4445
H.F.O. SETT.T.	249,5	242,1	-101,21	-9,36	13,11	-24503	-2266	3173
H.F.O. SERV.T.	187,1	181,6	-101,21	-12,3	13,11	-18380	-2234	2380
Всього моторного палива		1237,8	11,67	-3,60	11,24	14443	-4452	13916

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Дизельне паливо 0,85 т/м ³								
M.G.O. SERV.T	202	120,8	-101,19	-21,21	14,44	-12224	-2562	1744
Всього диз. палива		120,8	-101,19	-21,21	14,44	-12224	-2562	1744
Мастило 0,90 т/м ³								
MAIN L.O. SUMP T.	71,2	61,9	-125,48	0	1,89	-7767	0	117
Всього мастила		61,9	-125,48	0	1,89	-7767	0	117
Прісна вода 1,0 т/м ³								
F.W.T. (S)	337,5	130	-135,76	24,24	19,18	-18056	3224	2550
Всього прісної води		130	-135,76	24,24	19,18	-18056	3224	2550
Балласт 1,032 т/м ³								
№ 1 W.B.T.		2238,6	2310,2	139,292	0	11,33	321797	26184
No. 2 L.S.& D.B.W.B.T. (P)		802,5	93,2	117,16	-5,17	2,56	10919	-482
No. 2 L.S.& D.B.W.B.T. (S)		802,5	828,2	117,16	5,17	2,56	97030	4282
No. 4 D.B.W.B.T. (P)		791,2	816,5	56,24	-6,05	1,15	45921	-4940
No. 4 D.B.W.B.T. (S)		791,2	816,5	56,24	6,05	1,15	45921	4940
No. 5 D.B.W.B.T. (P)		827,3	853,8	18,95	-8,94	1,15	16179	-7633
No. 5 D.B.W.B.T. (S)		827,3	853,8	18,95	8,94	1,15	16179	7633
No. 6 D.B.W.B.T. (P)		827,5	854,0	-10,15	-8,94	1,15	-8668	-7635
No. 6 D.B.W.B.T. (S)		827,5	854,0	-10,15	8,94	1,15	-8668	7635
No. 7 D.B.W.B.T. (P)		810,2	836,1	-39,07	-8,86	1,16	-32667	-7408
No. 7 D.B.W.B.T. (S)		810,2	836,1	-39,07	8,86	1,16	-32667	7408
No. 8 D.B.W.B.T. (P)		620,4	640,3	-67,94	-7,48	1,2	-43499	-4789
No. 8 D.B.W.B.T. (S)		620,4	640,3	-67,94	7,48	1,2	-43499	4789

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Всього балласту		11232,9	34,21	0,34	3,37	384278	3800	37825
Всього запасів		12783,4	28,21	0,00	4,39	360674	10	56152

Аналогічно табл. 4.1 в табл. 4.2 виконан розподіл вантажів на прихід.

Таблиця 4.2 – Розподіл запасів на прихід в порт Порт-Кланг

Назва	Місткість, м ³	Маса, т	Плечі, м			Моменти, тм		
			x	Y	z	Mx	My	Mz
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Моторне паливо 0,99 т/м ³								
№1 H.F.O. B.T. (S)	1510,4	48,3	70,27	3,99	10,92	3394	193	527
H.F.O. SETT.T.	249,5	242,1	-101,21	-9,36	13,11	-24503	-2266	3173
H.F.O. SERV.T.	187,1	181,6	-101,21	-12,3	13,11	-18380	-2234	2380
Всього моторного палива		472	-83,66	-9,13	-12,88	-39489	-4307	6080
Дизельне паливо 0,85 т/м ³								
M.G.O. SERV.T	202	60,4	-101,19	-21,21	14,44	-6112	-1281	872
Всього диз. палива		60,4	-101,19	-21,21	14,44	-6112	-1281	872
Мастило 0,90 т/м ³								
MAIN L.O. SUMP T.	71,2	23,6	-125,48	0	1,89	-2961	0	45
Всього мастила		23,6	-125,48	0	1,89	-2961	0	45

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Прісна вода 1,0 т/м ³								
F.W.T. (S)	337,5	130	-135,76	24,24	19,18	-18056	3224	2550
Всього прісної води		130	-135,76	24,24	19,18	-18056	3224	2550
Балласт 1,032 т/м ³								
№ 1 W.B.T.	2238,6	2310,2	139,29	0	11,33	321797	0	2618 4
No. 2 L.S.& D.B.W.B.T. (P)	802,5	368,2	117,16	-5,17	2,56	43138	-1904	943
No. 2 L.S.& D.B.W.B.T. (S)	802,5	828,2	117,16	5,17	2,56	97032	4282	2120
No. 4 D.B. W.B.T. (P)	791,2	816,5	56,24	-6,05	1,15	45921	-4940	939
No. 4 D.B. W.B.T. (S)	791,2	816,5	56,24	6,05	1,15	45921	4940	939
No. 5 D.B. W.B.T. (P)	827,3	853,8	18,95	-8,94	1,15	16179	-7633	982
No. 5 D.B. W.B.T. (S)	827,3	853,8	18,95	8,94	1,15	16179	7633	982
No. 6 D.B. W.B.T. (P)	827,5	854,0	-10,15	-8,94	1,15	-8668	-7635	982
No. 6 D.B. W.B.T. (S)	827,5	854,0	-10,15	8,94	1,15	-8668	7635	982
No. 7 D.B. W.B.T. (P)	810,2	836,1	-39,07	-8,86	1,16	-32667	-7408	970
No. 7 D.B. W.B.T. (S)	810,2	836,1	-39,07	8,86	1,16	-32667	7408	970
No. 8 D.B. W.B.T. (P)	620,4	640,3	-67,94	-7,48	1,2	-43499	- 4789	768

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
№. 8 D.B. W.B.T. (S)	620,4	640,3	-67,94	7,48	1,2	-43499	4789	768
Всього балласту		11507, 9	36,19	0,21	3,35	416499	2378	3852 9
Всього запасів		12193, 9	28,69	0,00	3,94	349881	14	4807 6

Розподіл вантажів по вантажних приміщеннях представлений в табл. 4.3.

Таблица 4.3 – Розподіл вантажів по вантажних приміщеннях

Трюм №	Бей №	Маса трюма, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			X	z	Mx	Mz
1	2	3	4	5	6	7
Трюм 1F	2	2352	155,29	32,66	365244	76814
Трюм 1A	6	3612	140,89	27,70	508899	100040
Трюм 2F	10	5320	126,41	27,67	672518	147191
Трюм 2A	14	6636	111,95	27,66	742869	183529
Трюм 3F	18	7196	97,50	26,46	701596	190426
Трюм 3A	22	7616	82,99	25,68	632032	195601
Трюм 4F	26	8008	56,70	24,85	454054	199007
Трюм 4A	30	8176	41,75	24,47	341348	200034
Трюм 5F	34	8288	27,20	24,20	225434	200570
Трюм 5A	38	8288	12,65	24,20	104843	200570
Трюм 6F	42	8736	-1,90	25,37	-16598	221606
Трюм 6A	46	8736	-16,45	25,37	-143707	221606
Трюм 7F	50	8736	-31,00	25,37	-270816	221606
Трюм 7A	54	8764	-45,55	25,44	-399200	222921
Трюм 8F	58	8120	-60,10	24,61	-488012	199841

Продовження табл. 4.3

1	2	3	4	5	6	7
Трюм 8А	62	8008	-75,03	24,89	-600844	199303
Трюм 9F	66	7728	-88,82	25,57	-686397	197590
Трюм 9А	70	4144	-104,15	34,91	-431598	144671
Трюм 10F	74	5460	-129,98	31,28	-709714	170764
Трюм 10М	78	5432	-144,52	28,77	-785024	156293
Трюм 10А	82	4480	-159,06	28,33	-712596	126911
Корма	86	1568	-173,36	33,64	-271836	52752
Вантаж всього:		145404	-5,28	26,34	-767506	3829647
Арифметична сума моментів Мх					10265179	

На рисунку 4.1 представлено бейплан судна.

Так як приймається палубний вантаж, то необхідно виконати перевірку місцевої міцності палуби (табл. 4.4). Значення допустимого навантаження на одиницю площі (допустима маса контейнерів у штабелі) приміщення приводяться в судовій документації.

Таблиця 4.4 – Перевірка місцевої міцності днища на палубі

Бей №	Вага на палубі, т	Вага на одній кришці, т	Вага одної стопки, т	Навантаження	
				Допуст.	% від допуст.
1	2	3	4	5	6
2	1428	476,0	42	90	46,7
6	1512	504,0	42	90	46,7
10	2240	746,7	56	90	62,2
14	2800	933,3	70	90	77,8
18	2800	933,3	70	90	77,8
22	2800	933,3	70	90	77,8

Продовження табл. 4.4

1	2	3	4	5	6
26	2800	933,3	70	90	77,8
30	2800	933,3	70	90	77,8
34	2800	933,3	70	90	77,8
38	2800	933,3	70	90	77,8
42	3248	1082,7	84	90	93,3
46	3248	1082,7	84	90	93,3
50	3248	1082,7	84	90	93,3
54	3276	1092,0	84	90	93,3
58	2800	933,3	70	90	77,8
62	2800	933,3	70	90	77,8
66	2800	933,3	70	90	77,8
70	2800	933,3	70	90	77,8
74	2800	933,3	70	90	77,8
78	2240	746,7	56	90	62,2
82	1680	560,0	42	90	46,7
86	1568	522,7	84	180	46,7

На основі виконаних розподілів вантажу, запасів і баласту складається табл. 4.5 зведених даних і розрахунку водотоннажності з координатами центра ваги судна на відхід.

Таблиця 4.5 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на відхід

Найменування статей навантаження	На відхід						
	Маса, т	Плечі, м			Моменти, м		
		x	y	z	M _x	M _y	M _z
1	2	3	4	5	6	7	8
Судно порожнем	42907	-17,51	0	18.63	-751302	0	799357
Константа	620	-12,64	0	26,37	-7837	0	16349
Суднові запаси	12783,4	28,21	0	4,39	360674	10	56152

Продовження табл. 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8
Вантаж	145404	-5,28	0	26,34	-767506	0	3829647
Всього водотонажність	201714,4	-5,78	0	23,31	-1165970	10	4701506

Зведені дані і розрахунок водотоннажності на прихід приведено в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на прихід

Найменування статей навантаження	На прихід						
	Маса, т	Плечі, м			Моменти, м		
		x	y	z	M _x	M _y	M _z
Судно порожнем	42907	-17,51	0	18,63	-751302	0	799357
Константа	620	-12,64	0	26,37	-7837	0	16349
Суднові запаси	12193,9	28,69	0	3,94	349881	14	48076
Вантаж	145404	-5,28	0	26,34	-767506	0	3829647
Всього водотонажність	201124,9	-5,85	0	23,34	-1176763	14	4693430

4.2. Розрахунки посадки і початкової остійності

Розрахунок посадки судна на відхід і прихід виконується по вантажній шкалі і гідростатичних кривих у вигляді табл. 4.7 [32].

Таблиця 4.7 – Розрахунки посадки судна на відхід та прихід

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	201714,4	201124,9
Абсциса центра ваги судна, м	x _g	-5,78	-5,85
Густина води, т/м ³	ρ _и	1,032	1,023

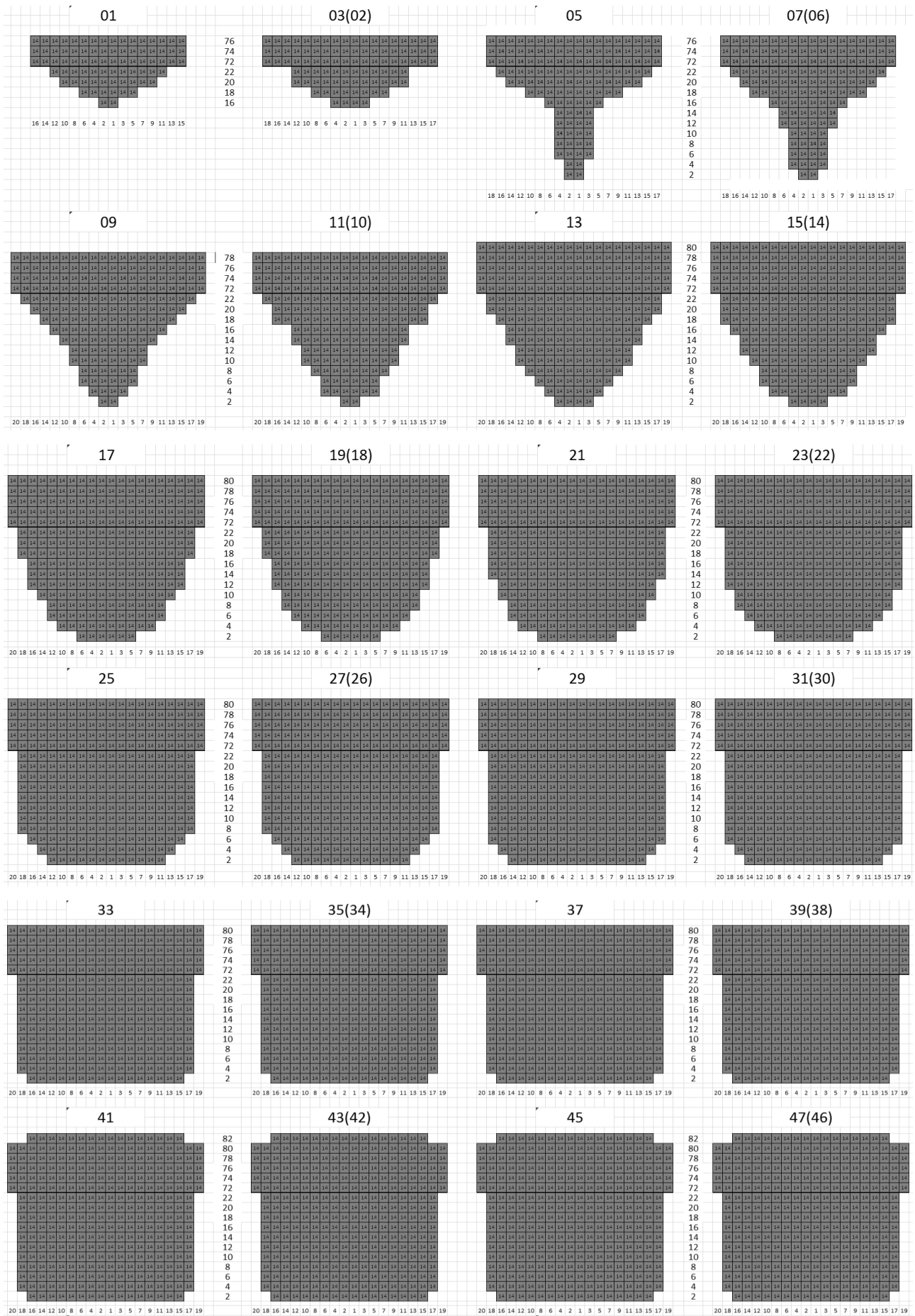


Рисунок 4.1 – Бей-план т/х «СМА CGM Amerigo Vespucci»



Продовження табл. 4.7

1	2	3	4
Водотоннажність об'ємна, м ³	$V = D / \rho_{\text{и}}$	195459,7	196603,1
Осадка судна, м	T (loading scale)	16,07	16,15
Момент диферентуючий на 1 см, тм/см	$M_{\text{см}}$ (loading scale)	3664,9	3677,5
Абсциса центра плавучості судна, м	x_c (hydrostatic table)	-5,326	-5,423
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	x_f (hydrostatic table)	-20,972	-21,023
Апліката поперечного метацентру, м	z_m (hydrostatic table)	24,39	24,372
Коефіцієнт загальної повноти	δ (hydrostatic table)	0,6824	0,6833
Диферент судна, м	$d = D \times (x_g - x_c) / (100 \times$ $\times M_{\text{см}})$	-0,25	-0,23
Осадка носом судна, м	$T_H = T + (L/2 - x_f) \times d/L$	15,93	16,02
Осадка судна кормою, м	$T_K = T_H - d$	16,18	16,25

Для виконання розрахунків і контролю остійності судна визначаємо виправлення на вплив вільної поверхні запасів до метацентричної висоти й плечей статичної остійності Δm_h за формулою 4.1:

$$\Delta m_h = \rho_{\text{ж}} * i_x, \quad (4.1)$$

де: $\rho_{\text{ж}}$ – густина рідини в цистерні, т/м³;

i_x – момент інерції вільної поверхні м⁴.

Дані виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів зведено до табл. 4.8.

Таблиця 4.8 – Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h , тм	
	Відхід	прихід
№1 H.F.O. B.T. (P)	518	0
№1 H.F.O. B.T. (S)	470	458
M.G.O. SERV.T	25	25
MAIN L.O. SUMP T.	20	65
F.W.T. (S)	23	23
No. 2 L.S. & D.B.W.B.T. (P)	500	900
$\sum \Delta m_h$	1556	1471

Розрахунок параметрів початкової остійності виконуємо в табл. 4.9.

Таблиця 4.9 – Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	201714,4	201124,9
Невиправлена апліката центра ваги судна, м	z_{g0}	23,31	23,34
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	24,39	24,372
Невиправлена метацентрична висота, м	$h_0 = z_m - z_{g0}$	1,08	1,04
Виправлення на вільні поверхні, м	$\Delta h = \sum \Delta m_h / D$	0,008	0,007
Виправлена апліката центра ваги судна, м	$z_g = z_{g0} + \Delta h$	23,32	23,35
Виправлена метацентрична висота, м	$h = h_0 - \Delta h$	1,07	1,03
Кут нахилу, °	$\Theta = 57,3 \times \sum M_y / (D \times h)$	0	0

4.3. Контроль остійності за матеріалами Інформації

Виконаємо перевірку остійності т/х «СМА CGM Amerigo Vespucci» на відхід з порту Джебел-Алі та на прихід в порт Порт-Кланг за допомогою Інформації про остійність судна по мінімальній допустимій метацентричній висоті (табл. 4.10) [33].

Таблиця 4.10 – Перевірка остійності т/х «СМА CGM Amerigo Vespucci» по допустимій метацентричній висоті

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	201714,4	201124,9
Виправлена метацентрична висота, м	H	1,07	1,03
Мінімально допустима метацентрична висота, м	$h_{\min}$	0,55	0,54

Так як умова або $h \geq h_{\min}$ виконана, то всі вимоги до остійності також виконані.

4.4. Розрахунок і побудова діаграм остійності

Розрахунок площ до 30° , до 40° та від 30° до 40° представлений з використанням коефіцієнтів Сімпсона (формули 4.2, 4.3, 4.4):

$$a_{0-30} = 3/8 \times \Delta\theta \times \sum_{30}, \quad (4.2)$$

$$a_{0-40} = 1/3 \times \Delta\theta \times \sum_{40}, \quad (4.3)$$

$$a_{30-40} = a_{0-40} - a_{0-30}, \quad (4.4)$$

Розрахунок плечей діаграми статичної остійності виконується в табличній формі 4.11 – на відхід, та 4.12 – на прихід [34].

Таблиця 4.11 – Розрахунок плечей статичної остійності на відхід

Водотоннажність масова D, т						201714,4		
Апліката центра ваги судна Z_{g0} , м						23,31		
Апліката умовного центра мас Z_m , м						24,39		
Виправлена апліката центра ваги судна, $Z_g = Z_{g0} + \Delta h$, м						23,32		
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^0 / 57,3$								
Кут крену θ°	Плече форми l_ϕ , м	Sin θ	$z_g^u * \sin\theta$	Плече статичної остійності $l = l_\phi - z_g^u * \sin\theta$	Множник	Добуток	Множник	Добуток
0	0,000	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	4,242	0,174	4,057	0,185	4	0,740	3	0,555
20	8,449	0,342	7,974	0,475	2	0,950	3	1,425
30	12,663	0,500	11,658	1,005	4	4,021	1	1,005
40	16,087	0,643	14,992	1,095	1	1,095	$\sum_{30}$	2,986
50	18,150	0,766	17,860	0,290	$\sum_{40}$	6,807	$a_{0-30} = 0,195$	
60	19,127	0,866	20,191	-1,064	$a_{0-40} = 0,396$			
70	19,262	0,940	21,917	-2,655				
						$a_{30-40} = 0,201$		

Таблиця 4.12 – Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність масова D, т							201124,9	
Апліката центра ваги судна Z_{g0} , м							23,34	
Апліката умовного центра мас Z_m , м							24,372	
Виправлена апліката центра ваги судна, $Z_g = Z_{g0} + \Delta h$, м							23,35	
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^0 / 57,3$								
Кут крену θ°	Плече форми l_ϕ , м	Sin θ	$z_g^u \cdot \sin\theta$	Плече статичної остійності $l = l_\phi - z_g^u \cdot \sin\theta$	Множник	Добуток	Множник	Добуток
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,000	0,000	0,000	0,000	1	0	1	0
10	4,240	0,174	4,062	0,178	4	0,711	3	0,533
20	8,445	0,342	7,984	0,461	2	0,921	3	1,382
30	12,658	0,500	11,673	0,985	4	3,940	1	0,985

Продовження табл. 4.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9
40	16,074	0,643	15,011	1,063	1	1,063	$\sum_{30}$	2,901
50	18,130	0,766	17,883	0,247	$\sum_{40}$	6,635	$a_{0-30} = 0,190$	
60	19,105	0,866	20,218	-1,113	$a_{0-40} = 0,386$			
70	19,241	0,940	21,945	-2,704				
					$a_{30-40} = 0,196$			

За результатами розрахунків будуюмо діаграми статичної остійності на відхід – рис. 4.3 та на прихід – рис. 4.4.

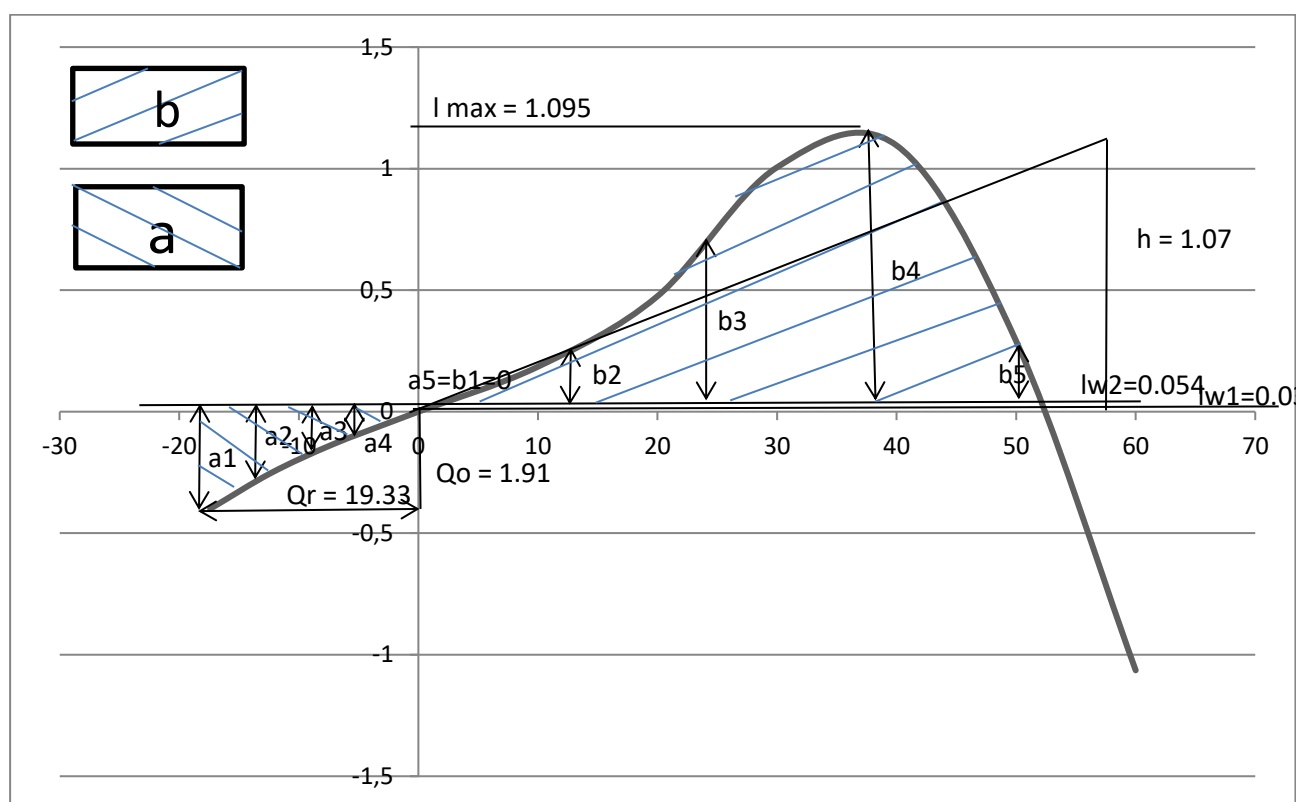


Рисунок 4.3 – Діаграма статичної остійності на відхід

4.5. Розрахунки нормованих параметрів остійності

Рекомендовані критерії остійності неушкоджених суден Міжнародною Морською Організацією (IMO) містяться в Adoption of the International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code) , Resolution MSC.267 (85) [21].

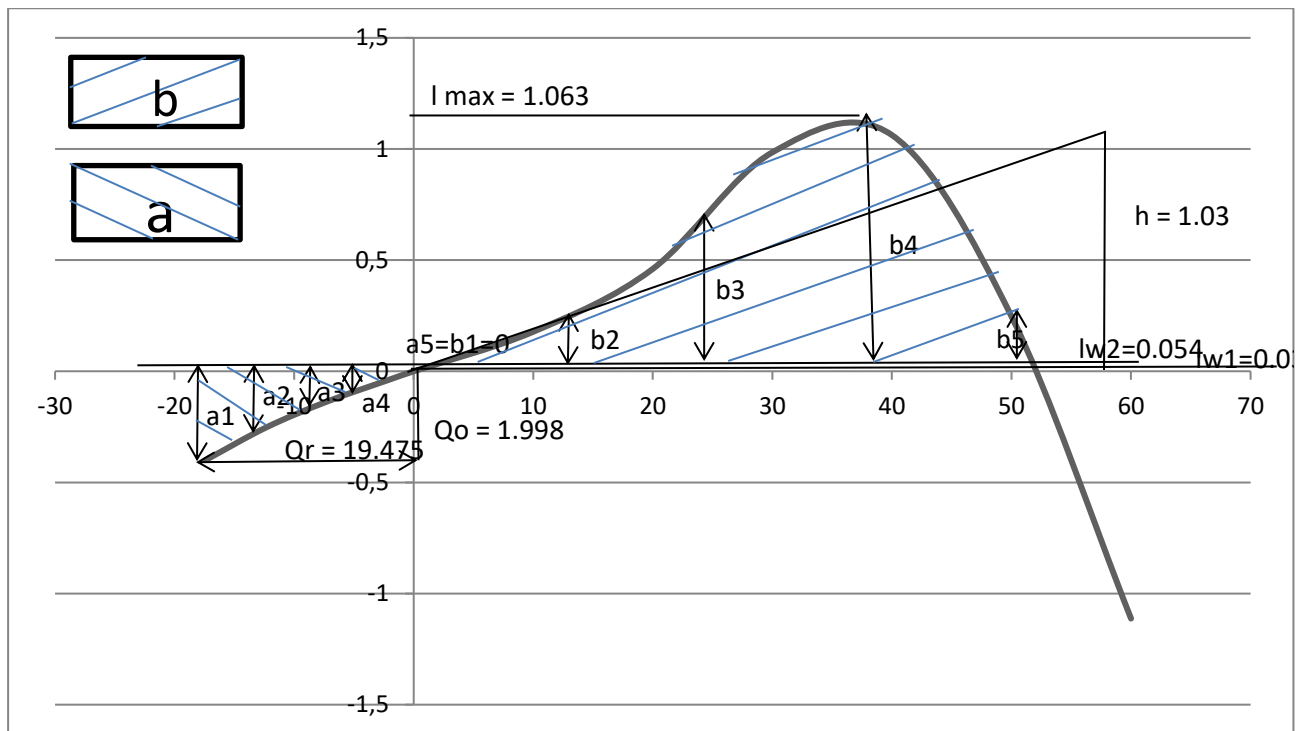


Рисунок 4.4 – Діаграма статичної остійності на прихід

Остійність судна вважається достатньою, якщо задовольняються (з урахуванням можливого зледеніння) загальні для всіх суден вимоги до критерія погоди, кута нахилу від дії постійного вітру й діаграми статичної остійності (ДСО). Зведення рекомендацій ІМО до остійності, а також необхідні для виконання розрахунків таблиці Кодексу приведені в наступному підрозділі.

Розрахунок нормованих параметрів остійності судна представлений в табл. 4.13 [34].

Таблиця 4.13 – Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення і формулі	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	201714,4	201124,9
Осадка судна, м	T	16,07	16,15
Виправлена метацентрична	h	1,07	1,03

Продовження табл. 4.13

1	2	3	4
висота, м			
Площа парусності (ЦП), м	A_v	9653	9612
Апліката центра парусності (ЦП), м	z_s	22,605	22,65
Плече парусності при постійному вітрі, м	$z_v = z_s - T/2$	14,570	14,575
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	$l_{w1} = 0,504 * A_v * z_v / (g * D)$	0,036	0,036
Плече кренувального моменту від пориву вітру, м	$l_{w2} = 1,5 * l_{w1}$	0,054	0,054
Відносна площа скулових кілів, %	$100 * A_k / (L * B)$	0,407	0,407
Коефіцієнт	k	0,992	0,992
Відносна ширина	B / T	3,174	3,158
Безрозмірний множник	X_1	0,865	0,872
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,682	0,683
Безрозмірний множник	X_2	0,985	0,986
Інерційний коефіцієнт	$c = 0,373 + 0,023 * B/T - 0,043 * L/100$	0,289	0,288
Період хитавиці, с	$T_\theta = 2 * c * B / \sqrt{h}$	28,399	29,025
Коефіцієнт	s	0,044	0,044
Коефіцієнт	$r = 0,73 + 0,6 * (z_g - T) / T$	1,001	0,997
Амплітуда хитавиці, °	$\theta_r = 109 * k * X_1 * X_2 * \sqrt{r * s}$	19,330	19,475
Кут заливання, °	θ_f	50,0	50,0

Продовження табл. 4.13

1	2	3	4
Кут входу палуби у воду, °	$\theta_d = \arctg (2*(H-T) / B)$	28,400	28,200
Кут крену від постійного вітру, °	$\theta_0 \approx 57,3 * l_{w1} / h$	1,910	1,998
Кут крену при хитавиці назустріч вітру, °	$\theta_1 = \theta_r - \theta_0$	17,420	17,477
Границя площі “b” ДСО праворуч, °	θ_b	50,0	50,0
Площа “a” ДСО, м-рад	A	0,072	0,071
Площа “b” ДСО, м-рад	b	0,475	0,458
Критерій погоди	$K = b / a$	6,580	6,480

Для визначення критерію погоди на діаграмах статичної остійності будуємо площі «a» і «b».

Для визначення величини площ «a» і «b» доцільно використовуємо правило Сімпсона. Для цього площі «a» і «b» діляться на чотири ділянки однакової довжини по куту нахилу. Безпосередній розрахунок площ виконується в табличній формі аналогічно розрахунку площі a_{0-40} . Замість множника 0,1745 приймаємо довжини ділянок $\Delta\Theta_1$ та $\Delta\Theta_2$ у радіанах. Дані розрахунків зведені до таблиць 4.14 – на відхід, та 4.15 – на прихід.

Таблиця 4.14 – Визначення площ «a» і «b» на відхід за правилом Сімпсона

$\Delta\Theta_1 = (\Theta_1 + 1,5 \times \Theta_0) / 4 = (17,42 + 1,5 \times 1,91) / 4 = 5,07^\circ = 0,0885 \text{ рад}$					
$\Delta\Theta_2 = (\Theta_b - 1,5 \times \Theta_0) / 4 = (50 - 1,5 \times 1,91) / 4 = 11,78^\circ = 0,2056 \text{ рад}$					
a_i	k_i	$a_i \times k_i$	b_i	k_i	$b_i \times k_i$
1	2	3	4	5	6
0,454	1	0,454	0	1	0
0,307	4	1,228	0,266	4	1,064
0,191	2	0,382	0,762	2	1,524

Продовження табл. 4.14

1	2	3	4	5	6
0,095	4	0,38	1,025	4	4,1
0	1	0	0,236	1	0,236
$\sum a =$		2,444	$\sum b =$		6,924
$a = \frac{1}{3} \sum a \times \Delta \Theta_1^{\text{рад}} =$		0,072	$b = \frac{1}{3} \sum b \times \Delta \Theta_2^{\text{рад}} =$		0,475

Таблиця 4.15 – Визначення площ площ «а» і «b» на прихід за правилом Сімпсона

$\Delta \Theta_1 = (\Theta_1 + 1,5 \times \Theta_0) / 4 = (17,477 + 1,5 \times 1,998) / 4 = 5,12^\circ = 0,0893 \text{ рад}$					
$\Delta \Theta_2 = (\Theta_b - 1,5 \times \Theta_0) / 4 = (50 - 1,5 \times 1,998) / 4 = 11,75^\circ = 0,2051 \text{ рад}$					
a_i	k_i	$a_i \times k_i$	b_i	k_i	$b_i \times k_i$
0,444	1	0,444	0	1	0
0,299	4	1,196	0,258	4	1,032
0,183	2	0,366	0,748	2	1,496
0,092	4	0,368	0,995	4	3,98
0	1	0	0,193	1	0,193
$\sum a =$		2,374	$\sum b =$		6,701
$a = \frac{1}{3} \sum a \times \Delta \Theta_1^{\text{рад}} =$		0,071	$b = \frac{1}{3} \sum b \times \Delta \Theta_2^{\text{рад}} =$		0,458

4.6. Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

Перевірка виконання рекомендацій ІМО з остійності морських транспортних суден виконано в табл. 4.16 [34].

Таблиця 4.16 – Перевірка виконання загальних вимог Кодексу ІМО

Найменування величин	Позначення	Значення величин			Виконання
		нормативні	відхід	прихід	
1	2	3	4	5	6
Загальні критерії					
Площа під ДСО до кута нахилу 30°, м рад	A_{30}	$\geq 0,055$	0,195	0,190	ТАК
Площа під ДСО до кута	A_{40}	$\geq 0,09$	0,396	0,386	ТАК

Продовження табл. 4.16

1	2	3	4	5	6
нахилу 40°, м рад					
Площа під ДСО між кутами нахилу 30° і 40°, м рад	A_{30-40}	$\geq 0,03$	0,201	0,196	ТАК
Плече ДСО при куті нахилу 30° або більше, м	l_{30}	$\geq 0,20$	1,005	0,985	ТАК
Кут нахилу, що відповідає максимуму ДСО, °	Θ_m	≥ 25	40	40	ТАК
Виправлена метацентрична висота, м	h	$> 0,15$	1,07	1,03	ТАК
Критерій погоди	K	≥ 1	6,58	6,48	ТАК
Кут крену від постійного вітру, °	Θ_0	$\leq 11,4$	1,91	1,998	ТАК

За результатами перевірки можна зробити висновок про достатню остійність т/х «СМА CGM Amerigo Vespusci» в рейсі Джебел-Алі – Порт-Кланг.

4.7 Контроль загальної поздовжньої міцності судна

Розрахунок і перевірка загальної міцності на відхід зведено до табл. 4.17.

Таблиця 4.17 – Розрахунок і перевірка загальної міцності на відхід з порту Джебел-Алі

Шпангоут		Перерізуюча сила			Згинальний момент			Крутний момент		
No	Відстань	Розрахунок	Ліміт	%	Розрахунок	Ліміт	%	Розрахунок	Ліміт	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	9,6	1986	4000	49,7	17334	35000	49,5	-3,1	-1660	0,2
16	22,2	5603	8200	68,3	66362	120000	55,3	5,5	-5850	-0,1
17	24,15	5420	8589	63,1	77152	137423	56,1	-5,9	-6499	0,1
21	37,75	8589	11100	77,4	166756	250000	66,7	-8,3	-10690	0,1
22	38,7	8163	11288	72,3	183132	270103	67,8	-8,7	-11339	0,1
26	51,3	10361	12500	82,9	299666	400000	74,9	-998,8	-15530	6,4
32	59,3	8524	11000	77,5	374876	490000	76,5	642,9	-18360	-3,5

Продовження табл. 4.17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
34	62,5	7821	10695	73,1	401173	520476	77,1	-443,6	-19323	2,3
35	64,55	7239	10500	68,9	416655	540000	77,2	-399,8	-19940	2,0
38	77,15	6479	9000	72,0	502560	635000	79,1	-13157	-24130	54,5
39	79,5	5142	8796	58,5	516265	648361	79,6	-13158	-24852	52,9
42	92,1	5078	7700	65,9	581450	720000	80,8	-13160	-28720	45,8
43	94,05	3882	7499	51,8	590226	728041	81,1	-13160	-28720	45,8
46	106,65	3592	6200	57,9	637896	780000	81,8	-13162	-28720	45,8
47	108,6	2335	5986	39,0	643714	784021	82,1	-13162	-28720	45,8
50	121,2	1848	4600	40,2	670511	810000	82,8	-13164	-28720	45,8
51	123,15	616	4493	13,7	672953	812680	82,8	-13165	-28720	45,8
54	135,75	980	3800	25,8	683392	830000	82,3	-13842	-28720	48,2
55	137,7	-276	-2067	13,4	684118	830000	82,4	-13842	-28720	48,2
58	151,3	-61	-2500	2,4	682316	830000	82,2	-13844	-28720	48,2
59	152,25	-1272	-2567	49,6	681054	830000	82,1	-13033	-28720	45,4
62	164,85	-739	-3000	24,6	668655	830000	80,6	-7775	-28720	27,1
63	166,8	-1954	-3201	61,0	666067	827320	80,5	-6958	-28720	24,2
66	179,4	-1403	-4500	31,2	645119	810000	79,6	-1660	-28720	5,8
67	181,35	-2575	-4688	54,9	641279	804639	79,7	-1661	-28720	5,8
70	193,95	-2160	-5900	36,6	611583	770000	79,4	-1662	-28720	5,8
71	195,9	-3313	-6074	54,5	606284	761959	79,6	-1663	-28720	5,8
74	208,5	-2732	-7200	37,9	568277	710000	80,0	-1664	-28720	5,8
75	210,45	-3826	-7307	52,4	561921	699948	80,3	-1665	-28720	5,8
78	223,05	-2954	-8000	36,9	519247	635000	81,8	-1666	-28720	5,8
79	225,4	-4177	-8126	51,4	510914	620067	82,4	-1667	-28720	5,8
82	238	-2849	-8800	32,4	466684	540000	86,4	-1668	-28720	5,8
83	240,05	-3707	-8800	42,1	459946	527601	87,2	-1200	-28720	4,2
87	245,44	-5486	-9000	61,0	435273	495000	87,9	12,9	28720	0,0
91	251,71	-7711	-9000	85,7	394453	450000	87,7	12,2	28720	0,0
95	264,31	-6641	-8500	78,1	303730	360000	84,4	10,7	28480	0,0
96	266,21	-7532	-8369	90,0	290302	348207	83,4	10,5	27851	0,0
100	278,81	-5931	-7500	79,1	204918	270000	75,9	9,2	26680	0,0
101	280,71	-6664	-7369	90,4	192988	258207	74,7	9	23048	0,0
105	293,31	-4497	-6500	69,2	122331	180000	68,0	7,7	18860	0,0
106	295,21	-5049	-6303	80,1	113297	170828	66,3	7,5	18227	0,0
110	307,81	-2947	-5000	58,9	62588	110000	56,9	6,2	14030	0,0
111	309,71	-3297	-4830	68,3	56691	103448	54,8	6	13398	0,0
115	322,31	-1627	-3700	44,0	25394	60000	42,3	4,9	9210	0,1
116	32421	-1832	-3517	52,1	22143	56069	39,5	4,7	8578	0,1
120	336,81	-556	-2300	24,2	7114	30000	23,7	1,2	4390	0,0

Епюри сил, що перерізують, і згинальних моментів показано на рис. 4.5.

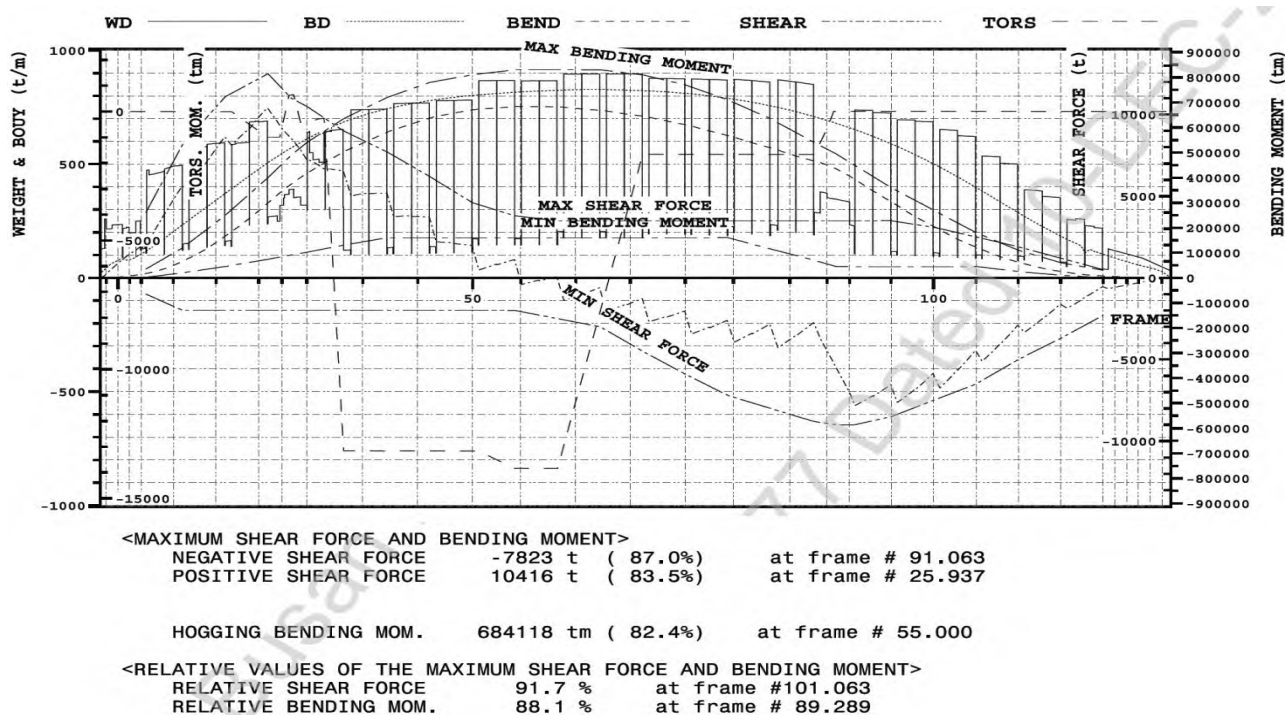


Рисунок 4.5 – Перевірка загальної міцності корпусу т/х «СМА CGM Amerigo Vespucci»

4.8. Висновок

В результаті завантаження в порту Джебел-Алі було прийнято на борт 10386 TEU контейнерів масою 145404 т, дедвейт становив 162150,9 т, включаючи 1551,5 т запасів, яких вистачить на перехід до порту Порт-Кланг, час якого складає 8,1 діб. Отримали водотоннажність 201714.4 т на відхід, що не перевищує допустиму для тропічної вантажної марки в порту Джебел-Алі, та 201124.9 т на прихід, що не перевищують максимально допустиму тропічної вантажної марки в порту Порт-Кланг. Судно на момент відходу має середню осадку 16,07 м з диферентом 25 см на корму, та на момент приходу середню осадку 16,15 с диферентом 23 см на корму.

За результатами завантаження було виконано перевірку відповідності судна загальним вимогам Кодексу ІМО та перевірку загальної та місцевої міцності корпусу судна, і в результаті встановлено, що судно відповідає всім вимогам та є безпечним для здійснення мореплавання.

РОЗДІЛ 5

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКНІС

5.1. Склад ЕКНІС та її забезпечення

Сучасна ЕКНІС (ECDIS, Electronic Chart Display & Information System) – це система яка заснована на використанні та відображенні цифрової картографічної та навігаційно-гідрографічної інформації у вигляді електронних карток. ЕКНІС – це інтегрована інформаційна система, призначена для вирішення комплексу завдань судноводіння, автоматизації роботи судноводія та підвищення навігаційної безпеки мореплавання. ЕКНІС має відповідати вимогам національного морського реєстру («Правила з обладнання морських суден») та міжнародним вимогам (ІЕС-61174 Ed.3.0-2008).

Інтегрованість електронних картографічних навігаційних систем передбачає, що вони об'єднують інформацію про місцезнаходження судна на підставі числення координат за даними лага та гірокомпасу, обсервацій за супутниковими навігаційними системами, разом з картографічною та радіолокаційною інформацією про навігаційну обстановку.

Інформаційне призначення ЕКНІС визначається її здатністю представляти судноводію параметри картографічних об'єктів таких як орієнтири, небезпеки, фарватери, глибини та інше, а також дані про умови плавання по всьому маршруту переходу.

Навігаційне призначення ЕКНІС визначається рішенням завдань навігації: числення, прокладання, введення поправок до числових координат, допомога в утриманні судна на заданому курсі. Також ЕКНІС призначена для вирішення завдань з оцінки навігаційної безпеки плавання, вироблення рекомендацій щодо безпечного маневрування, автоматизації процесів та процедур з електронними картами (ЕК) та їх використанням для мореплавання [35].

Основна концепція ECDIS полягає в тому, що точність та повнота електронних карт мають бути еквівалентними точності та повноті паперової картки.

На сучасному автоматизованому судні єдиним місцем, де людина в морі несе безперервну вахту, є навігаційний місток. Тому центр інформаційної суднової мережі має знаходитися на містку. Таким центром стає найвища за ієрархією з автоматизованих систем на судні – НІКС. В результаті для НІКС забезпечується можливість контролювати роботу всіх систем, що входять в мережу, забезпечувати узгоджену їх роботу, запитувати з пульта НІКС відомості, що характеризують стан різних систем і параметри регульованих ними процесів, а також керувати роботою цих систем безпосередньо або через штатні засоби дистанційного управління.

Розглядаючи ЕКНІС як єдиний програмно-апаратний комплекс мережного виконання необхідно виділити основні та додаткові навігаційні датчики, що забезпечують контроль безпеки судноводіння та спостереження за навколишнім оточенням. На рис. 5.1 наведено схему роботи ЕКНІС основного комплексу (Master), резервного (Back-up) та додаткових суднових станцій (Slave/Back-up 2), які можуть перебувати в мережі та бути підключені «вручну» для виконання функцій основного або резервного комплексу. Master та Back-up мають постійний інтерактивний зв'язок, автоматично інформуючи судноводія про можливі невідповідності показань навігаційних чи відмов роботи обладнання. У разі виходу з ладу Master, Back-up автоматично стає Master.

Устаткування Slave/Back-up 2 не передбачено в обов'язковому режимі функціонування ЕКНІС, але може бути використане також на судні. У разі виходу з ладу Master або Back-up, це обладнання може виконувати їх функції.

Особливо актуальним стає використання картографічного радару (Chart Radar) у комплексі ЕКНІС. Елементи електронних карток можуть виводитися на екран радару відповідно до вимог Міжнародного стандарту ІЕС 60936 Ed.1, 2002. Такі радари набувають все більшої затребуваності на флоті і є перспективними.

Як зазначалося раніше, ІМО рекомендує використовувати накладання радіолокаційної картини (Overlay) на електронну карту (ІМО SN.1/Circ.255, 2006). Це дозволяє виявити можливі помилки у системі позиціонування, особливо у разі невідомого еліпсоїда, на основі якого побудовано електронну картку [36]. Далі аналізується приклад виявлення таких невідповідностей. На рис. 5.1 представлено схему сполучення навігаційних датчиків суднової мережі, де виділено обов'язкові навігаційні датчики, інформація яких повинна відображатися в обладнанні ЕКНІС. Виділеною лінією вказано шлях доставки цієї інформації до основного, резервного та додаткового комплектів обладнання.

Незалежно від того, яка електронна картографічна система знаходиться на борту судна, судноводій повинен знати основи її роботи та вимоги до сучасної профілактики для підтримки системи у робочому стані.

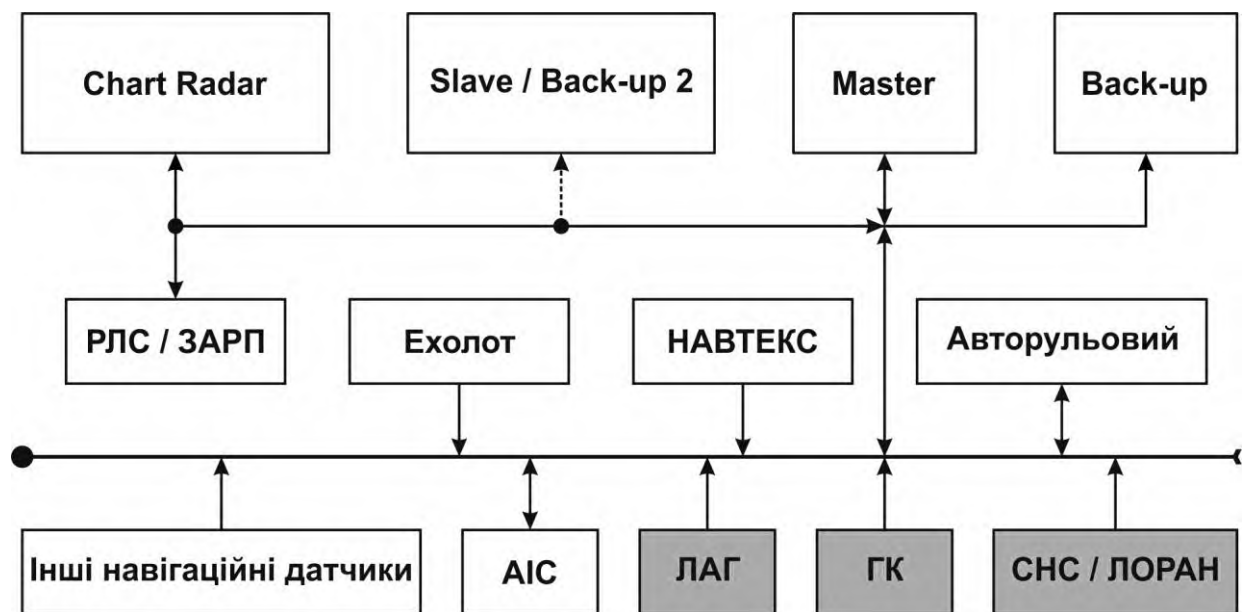


Рисунок 5.1 – Схема сполучення обладнання ЕКНІС

В ЕКНІС слід використовувати тільки офіційні картографічні дані, у тому числі й коректурні, постезить видання, підготовлені державними гідрографічними службами. Така інформація готується по стандартах (МГО) (Морська гідрографічна організація). У системі не повинне бути можливості її

зміни. Необхідно коректурні дані і інформацію зберігати в ЕКНІС окремо друг від друга. Система повинна автоматично ухвалювати коректурні дані по каналах зв'язки й уводити їх у свою пам'ять. Ручна коректура також допускається, однак її умовні знаки повинні відрізнятися від офіційної коректури, прийнятої автоматично.

Для ЕКНІС ІМО визначені наступні рівні інформації і зміст цих рівнів [38]:

- Дані електронної навігаційної карти (Electronic navigational chart data - ENCD) - це набір даних для ЕНК, підготовлених національними гідрографічними службами у форматі, прийнятному для координатора ЕНК.
- Базові дані електронної карти (Electronic navigational chart data base - ENCDB) - основні дані для виробництва й підтримки ЕНК, утворені з ENCD.
- Системна електронних навігаційних карт (СЕНК).

СЕНК - це набір цифрових даних у внутрішньому форматі системи для відображення відкоректованої навігаційної карти. Він виходить шляхом перетворення в ЕКНІС інформації основний ЕНК, коректур і даних, доданих мореплавцем. Це той інформаційний набір, який становить дисплейний файл ЕКНІС для відображення відкоректованої навігаційної карти й виконання з її допомогою навігаційних функцій.

Інформація СЕНК доступна для відображення при плануванні маршруту і виконанні прокладки повинна бути розділена на три категорії [39]:

- базове навантаження (Display base);
- стандартне навантаження (Standard Display);
- інша інформація (Other information).

Базове навантаження означає рівень даних СЕНК, який не може бути вилучений з дисплея. Вона містить найбільш важливу для безпечного мореплавання картографічну інформацію, необхідну завжди, у всіх географічних районах і при будь-яких обставинах. Це не означає, що її досить для організації безпечного судноводіння.

Базове навантаження включає: берегову рису (для повної води); обрану судноводієм безпечну ізобату; в обмеженому безпечною ізобатою районі окремі

підводні небезпеки із глибинами, меншими безпечної; усередині цього ж району окремі небезпеки, такі як мости, лінії електропередач, включаючи буї і знаки, які використовуються чи ні як засобу навігації; системи руху; масштаб; вид орієнтації карти й режим дисплея; одиниці глибин і висот.

Стандартне навантаження - це зміст карти, який повинний бути на дисплеї при першому виклику карти в ЕКНІС. Вона представляє мінімальний набір даних, що забезпечують розв'язок навігаційних завдань у процесі плавання й при плануванні шляху. Це навантаження надалі може модифікуватися судноводієм.

Стандартне навантаження складається з інформації: базової СЕНК, ліній курсу, стаціонарних і плавучих засобів навігації, границь фарватерів, каналів і т.д., примітних візуальних і радіолокаційних об'єктів, заборонних і обмежених районом, рамки карти, попереджень мореплавцям.

Уся інша інформація, відображувана на вимогу, включає: значення глибин, підводні кабелі і трубопроводи, маршрути поромів, елементи всіх окремих небезпек, деталі навігаційних засобів, зміст попереджень мореплавцям, дату видання ЕНК, горизонтальний і вертикальні геодезичні дати, географічні назви і т.д.

У сукупності зі стандартним змістом уся інша інформація утворює повне навантаження ЕНК, яка включає всі доступні дані цієї карти.

Карта в ЕКНІС повинна орієнтуватися «по Норду». Допускаються інші види орієнтації, наприклад, «за курсом».

Прокладку в системі потрібно відображати в режимі дійсного руху. Допускається режим відносного руху. У режимі дійсного руху необхідний контроль підходу символу власного судна до рамки карти з метою забезпечення своєчасного зрушення карти, після якого умовний знак судна зміщується в задану судноводієм частину екрана.

ЕК може доповнюватися радіолокаційною або іншою навігаційною інформацією, яка повинна чітко відрізнятися від СЕНК. Що накладаються дані не повинні погіршувати й спотворювати зображення карти.

Необхідно, щоб додаткова інформація була із СЕНК в одній координатній системі.

Передана в ЕКНІС інформація РЛС може містити в собі радіолокаційне зображення й дані ЗАРП. Карта й радіолокаційний образ обстановки повинні бути погоджені по масштабу і орієнтації.

Місце судна по даним РЛС і за інформацією позиційного датчика повинне відповідати однієї крапці на горизонтальній проекції корпусу судна, наприклад, положенню антени позиційного датчика.

Необхідно в ЕКНІС мати можливість вручну переміщати відображуваний на карті символ судна для сполучення радіолокаційного зображення з картою.

Радіолокаційне зображення обстановки на екрані ECDIS повинне регулюватися вручну й, при необхідності, вимикатися.

Для відображення картографічної інформації в СЕНК повинні використовуватися кольору, символи, стилі Бібліотеки презентації (стандарт МГО S52).

Крім картографічної інформації, потрібно на дисплеї ECDIS показувати наступні навігаційні елементи й параметри [40-41]:

- символ судна,
- пройдений шлях з оцінками часу,
- вектор шляхової швидкості,
- рухливий маркер дальності і електронний візир, курсор,
- зчислене місце і час,
- обсервоване місце і час, лінію положення і час,
- попередньорзрахований вектор,
- фактичний вектор течій,
- особливі небезпеки, лінії безпеки,
- шляхові точки,
- відстань по заданій лінії шляху,
- плановане місце розташування з датою і часом,
- дуги дальності відкриття/закриття вогнів.

Форма і характер відображення зазначеної інформації стандартизовані ІМО і наведені в публікації МЕК 61174.

ЕКНІС повинна дозволяти показувати всі дані, необхідні судноводію при виконанні попередньої і виконавчої прокладок, а також при розв'язку додаткових навігаційних завдань. Ефективний розмір екрана для вистави карти при виконавчій прокладці повинен бути не менш 270x270 мм.

Необхідно також забезпечити ясну видимість даних на дисплеї ЕКНІС, що дозволяє декільком спостерігачам розбирати відображувану обстановку в умовах нормальної освітленості, як днем, так і вночі.

Система повинна дозволяти простим і надійним способом планувати шлях судна. Потрібно виконувати планування основного і, при необхідності, альтернативного маршрутів. Планований шлях повинен чітко відрізнятися від інших маршрутів на карті.

При попередній прокладці в ЕКНІС слід забезпечувати нанесення прямолінійних і криволінійних ділянок планованого шляху і запис необхідних оцінок. Судноводій повинен мати можливість введення на згадку ЕКНІС припустимих меж відхилення від заданого маршруту з метою активізації автоматичної сигналізації про перевищення цих меж при виконавчій прокладці. Для попередження про ситуації планування шляхи через небезпечну ізобату та райони зі спеціальними умовами запропоновано мати в системі індикацію. При коректуванні планованого маршруту повинна бути можливість [42]:

- додавання шляхової точки;
- знищення шляхової точки;
- зміни позиції шляхової точки;
- зміни порядку точок у маршруті.

Режим відображення карти при виконавчій прокладці повинен забезпечити знаходження символу судна в межах вікна відображення для переглядів районів, де немає судна, слід мати додатковий режим. У ньому ЕКНІС повинна продовжувати враховувати переміщення судна, показувати його кінематичні параметри, виконувати функції попереджувальної сигналізації й індикації, а

також надавати операторові можливість однією дією негайно вертатися до основного режиму відображення.

Положення судна в ЕКНІС повинне визначатися за допомогою позиційної системи безупинно і з точністю, відповідної до вимог безпечного судноводіння. Де тільки можливо, необхідно використовувати для обсервації іншу незалежну позиційну систему, причому ЕКНІС повинна розрізняти визначення місця по цих системах.

Геодезичні дати позиційного датчика, що визначає поточне місце судна, і системної навігаційної карти повинні бути однаковими.

В ЕКНІС потрібно мати можливість відображення наміченого альтернативного маршруту на додаток до основного. Необхідно щоб показуваний на екрані запланований маршрут чітко відрізнявся від інших ліній на карті.

У рейсі ЕКНІС повинна дозволяти операторові виконувати модифікацію запланованого маршруту й змінювати його на альтернативний.

Необхідно, щоб ЕКНІС, як мінімум, робила наступні розрахунки: перетворювала географічні координати в екранні та назад; перераховувала дані з локальних і регіональних датумів в WGS84; знаходила дійсні дистанцію і пеленг для двох будь-яких крапок на карті; визначала географічні координати крапки по відомих координатах іншої крапки, пеленгу й дистанції; обчислювала напрямок і довжину локсодромії та ортодромії.

Крім того, при виконавчій прокладці система повинна [43]:

- показувати пройдений шлях з оцінками часу, інтервал між якими може встановлюватися від 1 до 120 хв;

- представляти вектор шляхової швидкості, особливі оцінки, наносимі судноводієм при веденні прокладки, інші символи, необхідні з навігаційною метою (зчислене місце і час, обсервоване місце і час, рухливе коло дальності, візирну лінію) і ряд інших даних.

Реєстрація. ЕКНІС повинна мати можливість відкладання в пам'яті в, при необхідності, запам'ятовування на тривалий час інформації про протікання

процесу судноводіння за останні 12 годин з інтервалом в 1 хв, і дозволяти повторно відтворити цю збережену інформацію на екрані в будь-який час. Записуватися на згадку повинні дані: про час, місце, курс і швидкості свого судна і взятих на супровід суден-цілей, про електронні карти, на яких ведеться прокладка, і про коректури до них.

Для відновлення всього плавання необхідно, щоб починаючи з моменту відходу, ЕКНІС записувала координати місця судна з інтервалом часу, що не перевищує 4 години.

Не повинне бути можливості зміни зареєстрованої інформації і маніпуляції з нею. Потрібно в ЕКНІС мати захист зареєстрованих даних від стирання і змін.

В ЕКНІС необхідно мати наступну сигналізацію і попереджувальну індикацію, де під сигналізацією розуміється повідомлення акустичними або акустичними й візуальними засобами про умови й ситуаціях, що вимагають уваги оператора; а під індикацією - візуальна вистава операторові певної інформації про події, про функціонування системи або встаткування.

Згідно з вимогами ІМО в ЕКНІС повинна бути [44]:

- *сигналізація*: про вихід за межі фарватеру, перетинанні безпечної ізобати, перевищенні заданого відхилення від маршруту, наближенні до критичної крапки (наприклад, до крапки повороту), розбіжності геодезичних датумів позиційного датчика і карти;

- *сигналізація або індикація*: про перемасштабування, проходження шляхи через райони зі спеціальними умовами, неправильному функціонуванні ЕКНІС;

- *індикація*: що є карта більшого масштабу, що інформація СЕНК і додаткова (наприклад, від РЛС) у різних координатних системах, про планування маршруту через безпечну ізобату, про планування маршруту через спеціальні район, про вихід з ладу системи визначення місця, про помилки при тестуванні системи.

У додатку до Експлуатаційних вимог ІМО до ЕКНІС відзначене, що до районів зі спеціальними умовами ставляться [45-46]:

- зона поділу руху (traffic separation zone); перетинання зон маршрутизації (traffic routing scheme crossing traffic routing scheme); зона кругового руху (traffic routing scheme roundabout traffic routing scheme); двосторонній маршрут (two way traffic route); глибоководний маршрут (deepwater route); рекомендований шлях (recommended traffic lane); зона прибережного плавання (inshore traffic zone); фарватер (fairway); зона обмеженого плавання (restricted area); зона підвищеного уваги (caution area); шельфова нафтогазова зона (offshore production area); район, який слід уникати (areas to be avoided); район навчань (military practice area); район посадки гідролітаків (seaplane landing area); транзитний шлях підводних човнів (submarine transit lane); льодовий район (ice area); канал (channel); рибний ґрунт fishing ground); район, заборонний для лову риби (fishing prohibited); водо (нафто) проведення (pipeline area); район підводного кабелю (cable area); якірна стоянка (anchorage area); район, заборонний для постановки на якір (anchorage prohibited); район смітника (dumping ground); нечистий ґрунт (spoil ground); район днопоглиблювальних робіт (dredged area); район перевантаження судів (cargo transshipment area); район спалювання сміття (incineration area); спеціальна захищена зона (specially protected areas).

Наступні об'єкти звичайно оцінюються ЕКНІС як небезпеки [47]:

- вибухові речовини (explosives);
- рибна банка (fish haven);
- нечистий ґрунт (foul);
- підводна перешкода (obstruction);
- осихаюча небезпека (obstruction, which covers and uncovers);
- бурова платформа (oil/gas production platform);
- скеля (rock);
- обмілина (shoal);
- свердловина (well);
- затонуле судно (wreck);
- затонуле судно із частинами над водою (wreck showing any portion of hull at the level of chart datum).

Потрібно, щоб точність усіх обчислень, виконуваних ЕКНІС, відповідала точності СЕНК і не залежала від характеристик вихідних пристроїв. Точність відображення на екрані пеленгів, дистанцій і інших елементів прокладки повинна бути не гірше тієї, яка забезпечується розв'язною здатністю дисплея.

Необхідно, щоб ЕКНІС мала можливість сполучення з датчиками і споживачами інформації.

ЕКНІС не повинна негативно впливати на якість роботи підключених до неї пристроїв. Відповідно, при сполученні з іншою апаратурою характеристики ЕКНІС не повинні погіршуватися.

Існують два основні види електронних навігаційних карт (ENC):

Растрові карти (RNC) – це, по суті, скановані копії паперових карти, які «прив'язані» до координатної сітки. Недоліки растрових карт [48]:

- неможливо значно змінити масштаб карти;
- неможливо розвантажити карту, прибравши з відображення деякі шари;
- неможливо переглянути інформацію про об'єкти;
- неможливо забезпечити сигналізацію про перетин або наближення до різних зон і районів, включаючи зони небезпек, небезпечних глибин, районів, закритих для плавання.

В основі векторних карт використовується електронна база даних про картографічні об'єкти. Таке уявлення дозволяє зберігати карту як сукупність окремих елементів, позбавляє недоліків растрових карт і дає багато додаткових можливостей [49-52]:

- виконувати автоматичну коректуру карт.
- судноводій може включати або вимикати на екрані відображення різних класів картографічних об'єктів, підбираючи зручну для даних умов плавання конфігурацію відображення карти;
- можна встановити стеження за будь-яким орієнтиром, встановивши на ньому спеціальний маркер, увімкнути тривожну сигналізацію при підході до небезпек тощо;

- формат дозволять поєднувати картографічну інформацію з інформацією, якої немає на самій карті, вводити нові інформаційні верстви. При цьому вміст карти не змінюється;

- накладати на карту дані про цілі, які отримують від САРП, тощо.

5.2. Порівняння сучасних зразків ЕКНІС

Для порівняння систем ЕКНІС, таких як Navy Sailor, Navmarine, Kelvin Hughes та інших, потрібно звернути увагу на ключові аспекти [53]:

1. Функціональність:

- які функції підтримуються (навігація, планування маршруту, інтеграція з іншими системами, аналітика)?

- наявність додаткових модулів (наприклад, метеопрогноз або автоматизація управління).

2. Інтерфейс користувача:

- Зручність використання, інтуїтивність.

- Підтримка різних мов.

3. Сумісність:

- Чи підтримуються стандарти ІМО та ІНО.

- Можливість інтеграції з іншими судновими системами (наприклад, радіолокаційними, АІС, двигунами).

4. Апаратна частина:

- Типи дисплеїв, процесори, енергоспоживання.

- Стійкість до умов роботи (температура, вологість, вібрації).

5. Безпека:

- Захист від кіберзагроз.

- Резервування даних.

6. Вартість:

- Початкова ціна.

- Вартість обслуговування.

5.2.1 Система Navy ECDIS

1. Navy ECDIS [54]:

Navy ECDIS (Electronic Chart Display and Information System), розроблений Northrop Grumman, є вдосконаленою навігаційною системою, призначеною для забезпечення високої точності, безпеки та кіберзахисту під час морських операцій. Вона широко використовується у флоті ВМС США і отримала сертифікацію від Operational Test and Evaluation Force (OPTEVFOR) як «операційно придатна, ефективна і кіберстійка» система.

Особливості:

- підтримує різні формати карт, включаючи Digital Nautical Charts від NGA;
- пропонує функції автоматизації маршрутів, моніторингу та аналізу безпеки;
- інтеграція з радарами для аналізу цілей та уникнення зіткнень;
- висока ступінь кіберзахисту та відповідність стандартам НАТО для інтероперабельності;

Застосування: Військові кораблі та підводні човни ВМС США.

Масштабованість:

- встановлюється на всі типи військових кораблів і підводних човнів, включаючи авіаносці класу Nimitz та десантні кораблі класу Wasp.

Тестування та сертифікація:

- проходила випробування на USS Kearsarge (LHD 3) та USS Theodore Roosevelt (CVN 71);
- підтримується Naval Surface Warfare Center у Філадельфії;

Інновації: Спрощений інтерфейс користувача для підвищення ситуаційної обізнаності та безпеки навігації.

Navy ECDIS заміщує попередню систему управління маршрутом Voyage Management System (VMS), яка вже використовувалась на багатьох кораблях флоту США, і впроваджує сучасніші рішення для підвищення точності та ефективності навігації.

Відображення інтерфейсу Navy ECDIS приведено на рис. 5.2.

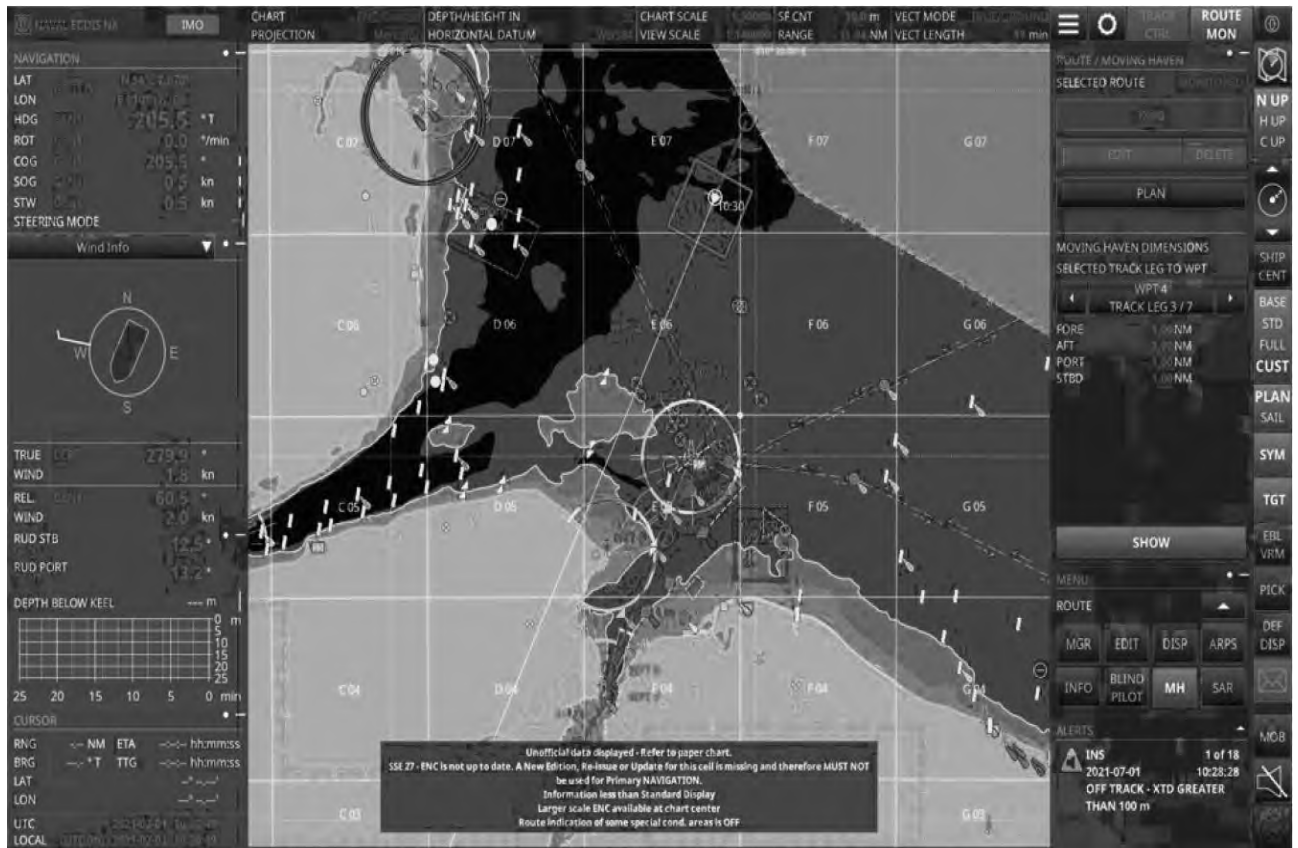


Рисунок 5.2 – Інтерфейс Navy ECDIS NX

5.2.2 Система Navmarine ECDIS

Navmarine ECDIS (Danelec Marine DM800 ECDIS) – це надійна і орієнтована на користувача електронна система відображення карт та інформації. Нижче наведені її детальні технічні характеристики та функції:
Розробник: Danelec (поширюється через російські та міжнародні канали).

Особливості:

- відповідність стандартам IEC 61174, IHO S-52, та IHO S-63;
- підтримка функцій накладання радарних зображень та розширеного моніторингу AIS-цілей;
- інтеграція з Windows-орієнтованим інтерфейсом;
- функції діагностики системи та безпекові оновлення.

Призначення: Комерційний флот.

Апаратне забезпечення:

- Основний блок: комп'ютер на базі Linux з 32 ГБ SSD. - 12 послідовних каналів (10 x IEC 61162-1, 2 x IEC 61162-2). 4 порти Ethernet (10/100BASE-T, RJ45). - 8 портів USB (2.0). Вбудований DVD-привід. Поставляється з сигнальною панеллю ECDIS і апаратним ключем USB.

Дисплей: 27" широкоформатний світлодіодний дисплей з роздільною здатністю Full HD (1920 x 1080 пікселів). Ступінь захисту IP42. - Входи DVI-I, VGA, композитне відео та S-Video.

Вимоги до живлення: 110-230 В змінного струму, 50-60 Гц.

Корпус і довговічність: система призначена для використання в морських умовах, має міцний корпус і компоненти без рухомих частин, що забезпечує високу довговічність.

Водонепроникні компоненти: пристрої введення, такі як трекболи та клавіатури, мають клас захисту IP67 і призначені для використання в морських умовах.

Відображення інтерфейсу Navmarine ECDIS приведено на рис. 5.2.

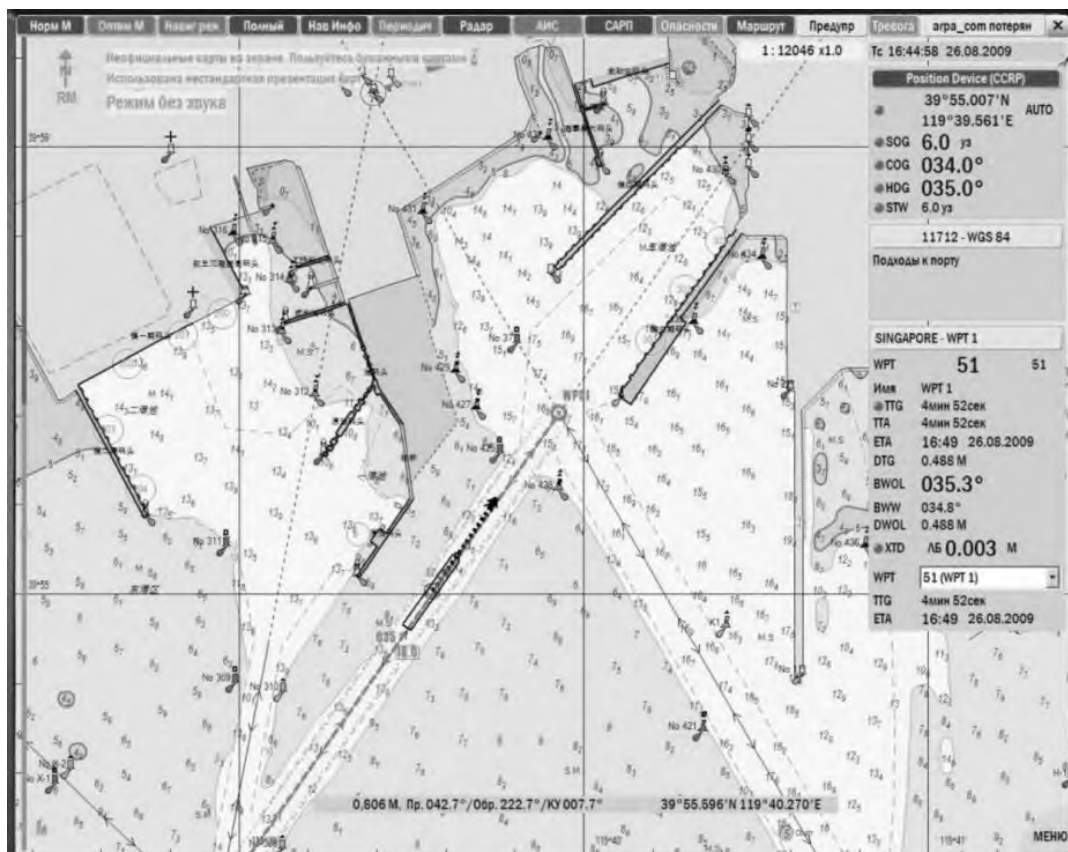


Рисунок 5.3 – Интерфейс Navmarine ECDIS

5.2.3 Система Kelvin Hughes ECDIS

Kelvin Hughes, компанія HENSOLDT, пропонує високотехнологічну електронну систему відображення карт та інформації (EKNIC), призначену для сучасних потреб навігації. Нижче наведені ключові особливості та технічні характеристики EKNIC Kelvin Hughes:

Ключові особливості:

- повністю відповідає стандарту IEC 61174 Edition 4 і підтримує формати карт S-57, S-63 і C-Map;
- дотримується останніх стандартів МГО, включаючи бібліотеку презентацій S-52, версія 4.
- високоякісний дисплей (22" і 26") з LED-технологією;
- процесор 5-го покоління з 64-бітною ОС
- інтеграція з NAVTEX, AIS та радарними шарами;
- функції для спрощення маршрутного планування, включаючи інструменти попередження про небезпеки
- дистанційна діагностика для обслуговування.

Призначення: Комерційні та військові кораблі, з можливістю модернізації мостиків.

Відображення інтерфейсу EKNIC Kelvin Hughes приведено на рис. 5.4.

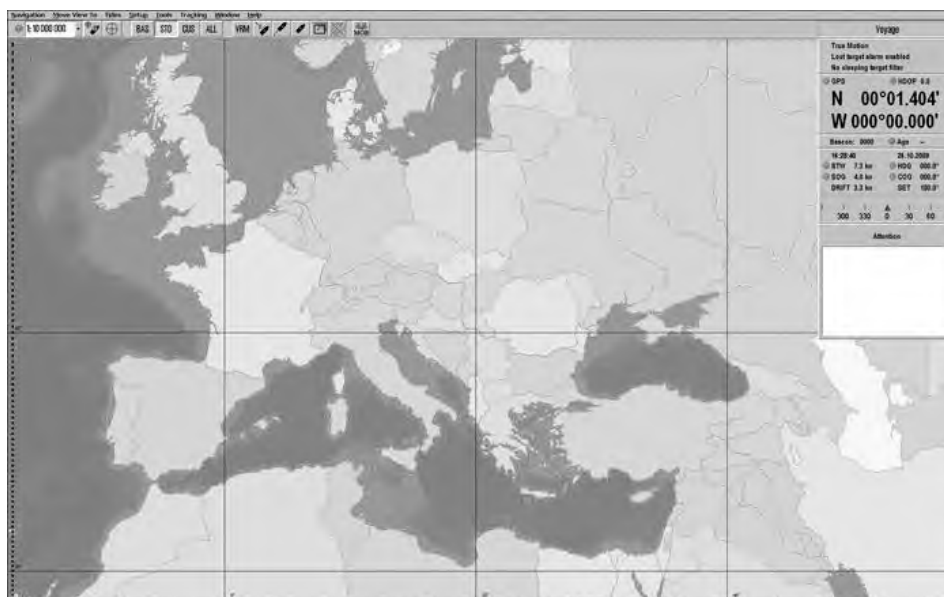


Рисунок 5.4 – Інтерфейс EKNIC Kelvin Hughes

Узагальнив данні характеристики складаємо табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Порівняльна характеристика систем ЕКНІС

ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ			
Параметр	Navy ECDIS	Navmarine	Kelvin Hughes ECDIS
1	2	3	4
Розробник	Northrop Grumman	Danelec	Hensoldt-Kelvin Hughes
Цільова аудиторія	Військові кораблі та підводні човни ВМС, комерційний флот	Комерційний флот	Комерційний флот та військові кораблі
Відповідність стандартам	ІМО, ІНО (S-52, S-63, S-101), НАТО	ІМО, ІНО (S-52, S-63)	ІМО, ІНО (S-52 Presentation Library v4)
Дисплей	Інтеграція з корабельними дисплеями	Сенсорний або класичний	22” та 26” LED-дисплеї
Процесор	64-бітний з кіберзахистом	Залежить від моделі	Вбудований 5-го покоління
ФУНКЦІОНАЛЬНІСТЬ СИСТЕМИ			
Розрахунок маршрутів	Автоматизація планування та моніторингу	Підтримка стандартних маршрутів	Інструменти для спрощення планування маршрутів
Інтеграція з радарми	Високоточна обробка даних з радарів	Часткова підтримка	Підтримка шарів радарних даних
AIS (Automatic Identification System)	Повна інтеграція з аналізом загроз	Базова інтеграція	Інтеграція з відображенням на карті
Кібербезпека	Високий рівень захисту	Базовий рівень	Можливість дистанційної діагностики
NAVTEX	Немає	Підтримується	Повна інтеграція
ТЕХНІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ			
Програмне забезпечення	Модульна архітектура для	Windows-базоване	Вбудоване ПЗ із підтримкою

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4
	оновлення		діагностики
Резервування даних	Передбачено для тривалих місій	Залежить від моделі	Автоматичне резервування
Системні вимоги	Мінімальні (оптимізація для військових задач)	Вимагає сучасного обладнання	Оптимізовано для широкого спектру обладнання
ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ			
Переваги	Підтримка стандартизованих карт НАТО, високий рівень захисту даних та інтероперабельності	Доступна ціна для комерційного флоту, простота використання, сучасний дизайн дисплеїв	Інтеграція з декількома системами, простота використання, сучасні дисплеї
Недоліки	Орієнтованість на військове застосування обмежує гнучкість	Обмежений функціонал для складних навігаційних задач	Висока вартість для початкової установки

Висновки з таблиці:

- Navy ECDIS ідеально підходить для військових кораблів, забезпечуючи кіберзахист і відповідність стандартам НАТО.
- Navmarine є вигідним вибором для комерційного флоту завдяки простоті використання та відносно низькій вартості.
- Kelvin Hughes ECDIS забезпечує сучасні функції та гнучкість, проте може бути дорогим для невеликих суден.

5.3. Функціональні можливості ЕКНІС

Перед тим, як розпочати використання ЕКНІС, необхідно здійснити наступні приготування [55]:

- при плануванні переходу, а також для безпосереднього та безперервного контролю за місцем розташування судна під час виконання рейсу необхідно ввести в ЕКНІС вихідні параметри власного судна (як правило, здійснюється фахівцями при встановленні картки на судно): довжина та ширина судна, маневрені елементи власного судна, допустимий рівень безпечної глибини тощо;

- завантажити електронні карти з бази даних на дисплей. Це можна зробити двома способами: автоматично і вручну в масштабі, необхідному судноводію, або масштабі оригіналу карт. Ручне завантаження карток може здійснюватися або за місцезнаходженням судна, або за номером картки, що вибирається з колекції карток;

- встановити навантаження карти (якщо потрібно), тому що не всі об'єкти, що відображаються на карті, можуть бути необхідні судноводію у конкретних районах плавання. Наприклад, при плаванні у відкритому морі, далеко від навігаційних небезпек, відображення глибин понад 50 метрів лише захащує карту на екрані. Крім того, об'єкти з карти великого масштабу можуть зливатися один з одним при її перегляді на дрібнішому масштабі, і читання стає скрутним;

- задати параметри контролю за навігаційною безпекою плавання. Режим контролю плавання в ЕКНІС є обов'язковим, постійним, який діє разом з іншими режимами та забезпечує безперервний контроль за місцем розташування судна щодо небезпек, а також для перевірки прокладеного маршруту на наявність навігаційних небезпек. При виході судна межі встановлених обмежень спрацьовує звукова і візуальна сигналізація. Заданими параметрами є: безпечна глибина, безпечна ізобата, параметри охоронної зони, встановлення сигналізації про наближення до небезпеки, межі безпечної ізобати, межі особливого району на задану відстань;

- відкоригувати, якщо потрібно, ЕК. Ця процедура може бути виконана такими способами: автоматично, напівавтоматично та вручну.

Автоматична коректура здійснюється тільки в тому випадку, коли в ЕКНІС використовується програмний модуль, який забезпечує прийом коректурної інформації. Напівавтоматична коректура – це коректура, коли на судно

надходить інформація на дискеті чи CD. А ручна коректура карток проводиться за допомогою спеціального графічного редактора за офіційними коректурними документами.

Процедура планування навігаційного переходу судна на ЕКНІС загалом нічим не відрізняється від її виконання без застосування цифрових технологій, але перш ніж приступати до роботи з ЕКНІС необхідно ознайомитися з її функціональними можливостями та обмеженнями.

Основні функціональні можливості ЕКНІС зводяться до багатьох можливостей. Це, перш за все, робота з електронними картами: автоматичне завантаження та зміна ЕК, зміна масштабу, виконання коректури; можливість зміни складу картографічної інформації, що відображається: отримання додаткової довідкової інформації про картографічні об'єкти; планування та виконання попереднього прокладання маршруту переходу з перевіркою наявності навігаційних небезпек у смузі заданого руху судна та проведенням розрахунків швидкості, відстаней, часу плавання та інше. По-друге, це контроль за місцем розташування судна: відображення обсервованих координат місця судна. По-третє, це автоматичне ведення числення та поточної прокладки з відображенням траєкторії судна, вимір пеленгів і дистанцій як від розташування власного судна до будь-якого об'єкта, так і від будь-якого розташування на карті до будь-якого об'єкта; відображення векторів руху судна щодо ґрунту та щодо води (за даними гірокомпасу та лага).

Найважливішим є автоматична оцінка навігаційної безпеки плавання на основі використання цифрової моделі навігаційно-гідрографічної обстановки в ЕК та сигналізації про небезпечні події; поєднання радіолокаційної та навігаційно-гідрографічної інформації; забезпечення програвання маневру для безпечного розходження з іншими судами (у разі поєднанні з САРП); введення поправок у координати місця судна за даними обсервацій, отриманими традиційними методами. За допомогою ЕКНІС судноводій має можливість автоматичного ведення суднового журналу.

В ЕКНІС реалізовано отримання інформації по портах, по припливах, за течіями; кліматичних даних; розрахунок напряму та швидкості істинного вітру; розрахунок залишкової швидкості при русі по маршруту переходу; перегляд архівних даних.

Головна перевага ЕКНІС полягає у підвищенні рівня автоматизації діяльності судноводія, його забезпечення більш надійною та достовірною безперервною інформацією про картографічну та навігаційну обстановку, місцезнаходження судна, здійснення безперервного ведення автоматичного прокладання шляху, зменшення та виключення похибок при вимірах, упізнанні та розрахунках.

Перед початком планування навігаційного переходу на ЕКНІС штурман повинен провести наступні перевірки [56]:

- покриття електронних карт для рейсу має бути достатнім, а всі відповідні карти мають бути повністю виправлені. Для територій, на які поширюється дія ENC, їх обов'язкове використання замість RNC. Якщо будуть використовуватися RNC, на борту має бути доступний набір оновлених паперових карт для цих зон;
- треба перевірити місцеві вимоги прибережних держав, які можуть вимагати використання додаткових публікацій або місцевих карт;
- необхідно переконатись, що колекція електронних карт оновлена до останньої версії та чи придбано ліцензії на дозвіл використання карт;
- слід ввести контрольні експлуатаційні параметри судна (максимальна осадка, дані повороту, мінімальний необхідний зазор під кілем тощо);
- систему позиції GPS слід встановити на дату WGS 84;
- необхідно встановити контури безпеки та підготувати доступну інформацію, що стосується погоди, течії, припливів, екологічних обмежень, осадки, повітря, просідання та загальних небезпек, таких як висока концентрація руху.

Концепція контурів безпеки є ключовою функцією, характерною для електронних карт, і вся безпека навігаційного переходу залежить від правильності цієї інформації.

5.4. Висновки за розділом

Кожен судноводій повинен усвідомлювати, що завжди існує певна ймовірність (ризик) неправильного функціонування ЕКНІС і неточності її даних. Гідрографічні дані, що відображаються, не більш надійні, ніж результати зйомки, на якій вони базуються, а електронні карти, якщо вони складені за даними паперових карт, наслідують всі похибки паперових карт. Дані навігаційних датчиків обтяжені похибками, помилки та обмеження приладів та пристроїв, що взаємодіють з ЕКНІС, впливають на якість даних всієї системи.

Штурман, крім грамотної експлуатації ЕКНІС, повинен знати недоліки та обмеження всіх частин цієї системи (апаратних засобів, програмного забезпечення, даних, датчиків інформації, дисплея), використовувати будь-яку можливість для її перевірки, включаючи візуальні визначення та застосування незалежних технічних засобів контролю руху судна, щоб виключити можливий негативний вплив обмежень ЕКНІС на безпеку судноводіння. Необхідно пам'ятати, що ЕКНІС – це лише технічний засіб, як будь-які інші навігаційні прилади. Воно не звільняє судноводія від обов'язків виконання безперервного візуального спостереження, як це потрібно СОЛАС - 74, від аналізу якості карток і інформації, що отримується, від необхідності оцінки навігаційних ситуацій, від прийняття рішень з управління судном і від відповідальності за ці рішення.

Ніколи не треба надмірно покладатися на електронні карти та інформаційні системи для безпечної навігації. Існують випадки, коли невірне використання ЕКНІС та використання електронних навігаційних карт (ENC) призводили до посадки судна на мілину або зіткнення. Агентство морської та берегової охорони Великобританії (МСА) попереджає про ризик посадки на ґрунт, якщо ЕКНІС не налаштовано належним чином, а екіпаж судна не попереджен про небезпеку ситуації.

Штурмани повинні зберігати обізнаність про ситуації, звертаючись до інших навігаційних засобів, перевіряючи положення судна та дивлячись у вікномістка. Використовуючи обладнання на мосту, таке як радари, ехолоти,

пристрої автоматичної системи ідентифікації (AIS) та інші блоки визначення позиції, офіцери не потрібні покладатися на ЕКНІС як єдиний засіб всієї навігації. Вони повинні використовувати традиційні методи наземної навігації в поєднанні з точним підрахунком счислення судна і методами оцінки позиціонування для повторної перевірки ЕКНІС.

Незважаючи на очевидні переваги від інтеграції численних навігаційних приладів, існує ризик витіснити традиційні навігаційні процедури, особливо візуальні спостереження. Помилкове враження про безпомилковість технології, пов'язане з поганою обізнаністю про ситуацію та погіршенням базових навігаційних навичок, може спричинити помилку та призвести до аварій за допомогою ЕКНІС. Вахтовий офіцер (ООВ), орієнтований на дисплей ЕКНІС, повністю покладаючись на технології, і нехтуючи візуальним спостереженням через вікно мосту, безсумнівно, є серйозною проблемою. Перехресна перевірка інформації іншими навігаційними засобами є основним заходом боротьби з надмірною довірою. Вона служить для виявлення аномалій і вважається рутинною навігаційною процедурою. Постійно перевіряючи інформацію, отриману з різних джерел, штурман має обмежені можливості, особливо в обмежених водоймах. Він не має іншого вибору, крім як покладатися на інформацію, надану ЕКНІС, завжди враховуючи обмеження обладнання. Інформація, що надається системою ЕКНІС, складається з інформації, отриманої датчиками, та картографічної інформації, наданої електронною навігаційною картою (ENC). Обидві категорії мають свої обмеження, які можуть негативно вплинути на залежність офіцерів від системи ЕКНІС.

Крім того, система вразлива до кібератак, відносно нового фактора, що впливає на безпеку навігації. Судноплавство визнає зростання ризику кібератак, однак промисловість не повністю готова до вирішення нових проблем. ЕКНІС та його типова композиція є ідеальним середовищем для загроз кібербезпеки.

Визнаючи ці обмеження, можна усунути певні недоліки та мінімізувати їх через навчальний процес. Ризик надмірної залежності від ЕКНІС та необхідність

спеціального навчання, щоб уникнути використання ЕКНІС як єдиного надійного засобу навігації, був визнаний Комітетом з безпеки на морі.

РОЗДІЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ

6.1. Рейсове завдання

Розрахунок виконаний на підставі завдання і даних, отриманих у попередніх розділах цієї дипломної роботи, взятих із суднової документації при роботі на переддипломній практиці, а також інших довідкових матеріалів, прейскурантів, тарифів та ін. В табл. 6.1 представлені початкові дані для розрахунку рейсу судна «СМА CGM Amerigo Vespusci» з порту Джебел-Алі в порт Порт-Кланг [57].

Таблиця 6.1 – Початкові дані для розрахунку рейсу

№	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	СМА CGM Amerigo Vespusci	D_w	тон	157076
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	1532,86
3	Відстань між портами	L	милі	3330
4	Загальна кількість вантажу: контейнери (всього)	Q	шт	10330
		20'	шт	10274
		40'	шт	56
5	Норма вантаження:	M_p	шт/доб	5000
6	Норма вивантаження:	M_v	шт/доб	5000
7	Експлуатаційна швидкість	$V_{\text{э}}$	екс. вузли	17,5
8	Швидкість в каналах, узостях	$V_{\text{узк}}$	кан. вузли	11
9	Добова витрата палива на ходу:			

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5
	Важке	qx	тонн/доб	94,41
	Легке	qx	тонн/доб	-
	Добова витрата палива на стоянці (легке):	qст	тонн/доб	19,2
10	Ціна 1 тонни палива:			
	Важке	Ц	дол.США/т	270
	Легке	Ц	дол.США/т	440
11	Балансова вартість судна	Сбал	дол.США	150800000
12	Річна норма амортизації	Нам	%	15
13	Час зовні експлуатації (ремонт, котлоочистка в доці)	Твэ	діб.	15
14	Чисельність екіпажа	Чэк	чол.	23
15	Час затримки в дорозі	tзад	діб	0,17
16	Додатковий час в портах стоянки	tдоп	діб	0,17
17	Заробітна платня	Рзп	дол.США/доб	2093
18	Витрати на технічне постачання	Рсн.т	дол.США/доб	400
19	Навігаційні витрати (вода, буксири, дегазація, карти, книги, допомоги і ін.)	Рнав	дол.США/доб	370
20	Портові збори	Рп.сб	дол.США	55000
21	Агентство судів	Раг	дол.США/доб	300
22	Витрати на страхування судів	Рстр	дол.США/доб	500
23	Вартість ремонту	Срем	дол.США /мр.п.	1500000
24	Вартість одного докування	Сдок	дол.США	150000

Зібрані вхідні данні дозволяють провести наступні розрахунки розділу.

6.2 Розрахунок кількісних експлуатаційно-економічних показників роботи судна в рейсі

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

$$D_{\text{ч}} = D_{\text{w}} - G_{\text{зап}} \quad (6.1)$$

$$D_{\text{ч}} = 157076 - 1532,86 = 155543,14 \text{ (т)}$$

де $G_{\text{зап}}$ – сума рейсових запасів на відхід.

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

$$T_{\text{екс}} = T_{\text{к}} - T_{\text{вс}} \quad (6.2)$$

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

де: $T_{\text{к}}$ – календарний період, приймаємо 365 діб;

$T_{\text{вс}}$ – позаексплуатаційний період.

3. Розраховуємо час рейсу:

а) ходовий час:

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

$$t_{\text{х}} = \frac{3331,9}{17,5 \cdot 24} + 0,17 = 8,1 \text{ (діб)}$$

б) стоянковий час:

$$t_{\text{ст}} = t_{\text{ст}}^{\text{н}} + t_{\text{ст}}^{\text{в}} = \left(\frac{Q_1}{M_{\text{н1}}} \right) + \left(\frac{Q_1}{M_{\text{в1}}} \right) + t_{\text{доп}} \quad (6.4)$$

$$t_{\text{ст}} = \left(\frac{10330}{5000} \right) + \left(\frac{10330}{5000} \right) + 0,17 = 4,3 \text{ (діб)}$$

в) час рейсу складе:

$$t_{\text{р}} = t_{\text{х}} + t_{\text{ст}} \quad (6.5)$$

$$t_{\text{р}} = 8,1 + 4,3 = 12,4 \text{ (діб)}$$

4. Розраховуємо провізну спроможність судна:

а) зроблено тонно-миль:

$$\sum Q \times L = 10330 \times 3330 = 34398900 \text{ шт-миль/рейс} \quad (6.6)$$

б) зроблено тоннаже-миль:

$$\sum D_{\text{ч}} \times L = 155543,14 \times 3330 = 517958656,2 \text{ тоннаже-миль/рейс} \quad (6.7)$$

5. Розраховуємо доходи судна за рейс (дол.США/рейс):

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = \Sigma Q_{20} f_{20} + \Sigma Q_{40} f_{40} \quad (6.8)$$

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = 10274 \times 260 + 56 \times 330 = 2689720 \text{ (дол.США)},$$

де: f_{20} – фрахтова ставка (ціна перевезення) за 1шт 20-футового контейнеру;

f_{40} – фрахтова ставка (ціна перевезення) за 1шт 40-футового контейнеру.

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

1) Постійні експлуатаційні витрати судна за добу за формулою:

$$R_{\text{екс.}} = R_{\text{зп}} + R_{\text{пит}} + R_{\text{рем}} + R_{\text{ам}} + R_{\text{сн}} + R_{\text{т.пос}} + R_{\text{нав}} + R_{\text{п/тр}} + R_{\text{аг}} + R_{\text{стр}}, \quad (6.9)$$

$$R_{\text{екс.}} = 2093 + 184 + 943 + 64629 + 8617 + 400 + 370 + 55000/12,4 + 300 + 500 = 82471 \text{ (дол.США/добу)}$$

де: $R_{\text{зп}}$ – витрати на заробітну платню, дол.США/добу;

$R_{\text{пит}}$ – витрати на харчування екіпажу розраховуємо за формулою:

$$R_{\text{пит}} = \text{Чек} \times \text{п}_{\text{пит}}, \quad (6.10)$$

$$R_{\text{пит}} = 23 \times 8 = 184 \text{ (дол.США/добу)}$$

де $\text{п}_{\text{пит}}$ – норма харчування на одного члена екіпажу дол.США /доб на 1 особу.

$R_{\text{рем}}$ – витрати на ремонт, розраховуємо за формулою:

$$R_{\text{рем}}^{\text{дiб}} = \frac{(\text{пдок} \times \text{Сдок} + \text{Срем}) / \text{тмп}}{\text{Текс}}, \quad (6.11)$$

$$R_{\text{рем}}^{\text{дiб}} = \frac{(1 \times 150\,000 + 1\,500\,000) / 5}{350} = 943 \text{ (дол.США/добу)}$$

$R_{\text{ам}}$ – витрати на амортизацію розраховуємо за формулою:

$$R_{\text{ам}} = \frac{\text{Сбал} \times \text{На}}{\text{Тек} \times 100}, \quad (6.12)$$

$$R_{\text{ам}} = \frac{150800000 \times 15}{350 \times 100} = 64629 \text{ (дол.США/добу)}$$

$R_{\text{сн}}$ – витрати на загальносуднове постачання розраховуємо за формулою:

$$R_{\text{сн}} = \frac{\text{Сбал} \times \text{Нсн}}{\text{Тек} \times 100}, \quad (6.13)$$

$$R_{\text{ам}} = \frac{150800000 \times 2}{350 \times 100} = 8617 \text{ (дол.США/добу)},$$

де: $R_{\text{т.пос}}$ – витрати на технічне постачання, дол.США/добу;

$R_{\text{нав}}$ – навігаційні витрати, дол.США/добу;

$R_{п}$ – портові збори, дол.США/рейс;

$R_{аг}$ – витрати з агентування, дол.США/добу;

$R_{стр}$ – витрати на страхування, дол.США/добу.

2) Розрахуємо непрямі (адміністративно-управлінські) за формулою:

$$R_{кос} = R_{екс} \times \text{кад} , \quad (6.14)$$

$$R_{кос} = 82471 \times 0,02 = 1649 \text{ (дол.США/добу)}$$

де кад – коефіцієнт на адміністративно-управлінський апарат (від суми постійних експлуатаційних витрат судна), приймаємо 2%.

3) Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу за формулою:

$$R_{общ} = R_{екс} + R_{кос} , \quad (6.15)$$

$$R_{общ} = 82471 + 1649 = 84120 \text{ (дол.США/добу)}$$

4) Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс за формулою:

$$\sum R_{общ. \text{ екс}} = R_{общ} \times t_p , \quad (6.16)$$

$$\sum R_{общ. \text{ екс}} = 84120 \times 12,4 = 1043088 \text{ (дол.США/рейс)}$$

5) Розраховуємо змінні витрати судна за добу і за рейс:

а) витрати на паливо і мастильні матеріали на ходу і на стоянці за добу експлуатації:

$$R_x^T = k_{см} \times q_x \times \Pi_T , \quad (6.17)$$

$$R_x^T = 1,1 \times 94,41 \times 270 = 28040 \text{ (дол.США/добу)}$$

$$R_{ст}^T = k_{см} \times q_{ст} \times \Pi_{л} , \quad (6.18)$$

$$R_{ст}^T = 1,1 \times 19,2 \times 440 = 9293 \text{ (дол.США/добу)}$$

б) змінні витрати за рейс знаходимо за формулою:

$$\sum R_{пер} = (R_x^T \times t_x) + (R_{ст}^T \times t_{ст}) , \quad (6.19)$$

$$\sum R_{пер} = (28040 \times 8,1) + (9293 \times 4,3) = 267084 \text{ (дол.США/рейс)}$$

6) Знаходимо загальні витрати судна за рейс за формулою:

$$\sum R_{рейс} = \sum R_{общ. \text{ екс}} + \sum R_{пер} , \quad (6.20)$$

$$\sum R_{рейс} = 1043088 + 267084 = 1310172 \text{ (дол.США/рейс)}$$

7) Знаходимо прибуток судна за рейс за формулою:

$$\begin{aligned}\sum \text{Прейс} &= \sum F_{\text{рейс}} - \sum R_{\text{рейс}}, \\ \sum \text{Прейс} &= 2689720 - 1310172 = 1379548 \text{ (дол.США/рейс)}.\end{aligned}\tag{6.21}$$

6.3 Розрахунок якісних експлуатаційно-економічних показників роботи судна в рейсі

1. Знаходимо коефіцієнт використання календарного періоду за формулою:

$$\begin{aligned}K_e &= \frac{T_{\text{екс}}}{T_k}, \\ K_e &= 350/365 = 0,959\end{aligned}\tag{6.22}$$

2. Знаходимо коефіцієнт завантаження судна за формулою:

$$\begin{aligned}\alpha_z &= \frac{\sum Q}{\sum D_q}, \\ \alpha_z &= 145404 / 155543,14 = 0,935\end{aligned}\tag{6.23}$$

3. Знаходимо середньодобову експлуатаційну швидкість за формулою:

$$\begin{aligned}V_{\text{ср.}} &= \frac{L}{t_x}, \\ V_{\text{ср.}} &= 3330 / 8,1 = 411,1 \text{ милі/добу}\end{aligned}\tag{6.24}$$

4. Коефіцієнт ходового часу знаходимо за формулою:

$$\begin{aligned}\epsilon_x &= \frac{t_x}{t_p}, \\ \epsilon_x &= 8,1 / 12,4 = 0,653\end{aligned}\tag{6.25}$$

5. Продуктивність однієї тонни вантажопідйомності судна за добу експлуатації знаходимо за формулою:

$$\begin{aligned}M_B &= \alpha_z \times V_{\text{ср.}} \times \epsilon_x, \\ M_B &= 0,935 \times 411,1 \times 0,653 = 251\end{aligned}\tag{6.26}$$

6. Валова прибутковість одних судоднів знаходимо за формулою:

$$\begin{aligned}M &= \sum F_{\text{рейс}} / t_p, \\ M &= 2689720 / 12,4 = 216913 \text{ (дол.США/добу)}\end{aligned}\tag{6.27}$$

7. Рівень дохідності являє відношення доходів до витрат:

$$РД = \sum F_{\text{рейс}} / \sum R_{\text{рейс}} , \quad (6.28)$$

$$РД = 2689720 / 1310172 = 2,05$$

$РД > 1$ – рейс прибутковий

8. Собівартість перевезення одного контейнеру в рейсі знаходимо за формулою:

$$S_T = \sum R_{\text{рейс}} / \sum Q, \quad (6.30)$$

$$S_T = 1310172 / 10330 = 126,83 \text{ (дол.США/шт.)}$$

9. Собівартість 1 шт-милі в рейсі знаходимо за формулою:

$$S_{T-M} = \sum R_{\text{рейс}} / \sum Q \times L, \quad (6.31)$$

$$S_{T-M} = 1310172 / (10330 \times 3330) = 0,038 \text{ дол.США}$$

10. Собівартість утримання судна в добу експлуатації знаходимо за формулою:

$$S_{c-c} = \sum R_{\text{рейс}} / t_p , \quad (6.32)$$

$$S_{c-c} = 1310172 / 12,4 = 105659 \text{ дол.США/добу. екс.}$$

6.4 Прогнозування роботи судна за експлуатаційний період

1. Число рейсів за експлуатаційний період за формулою:

$$\text{Ч}_p = T_{\text{екс}} / t_p , \quad (6.33)$$

$$\text{Ч}_p = 350 / 12,4 = 28,2 \text{ рейсів}$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період знаходимо за формулою:

$$\sum Q_{\text{екс}} = \sum Q \times \text{Ч}_p , \quad (6.34)$$

$$\sum Q_{\text{екс}} = 10330 \times 28,2 = 291306 \text{ шт}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний період знаходимо за формулою 6.35:

$$\sum Q_{\text{лекс}} = \sum Q \times L \times \text{Ч}_p , \quad (6.35)$$

$$\sum Q_{\text{лекс}} = 10330 \times 3330 \times 28,2 = 970048980$$

4. Дохід за експлуатаційний період знаходимо за формулою:

$$\sum F_{\text{екс}} = \sum F_{\text{рейс}} \times Ч_{\text{р}} , \quad (6.36)$$

$$\sum F_{\text{екс}} = 2689720 \times 28,2 = 75850104 \text{ дол.США}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період знаходимо за формулою:

$$\sum R_{\text{екс}} = R_{\text{рейс}} \times Ч_{\text{р}} , \quad (6.37)$$

$$\sum R_{\text{екс}} = 1310172 \times 28,2 = 36946850 \text{ дол.США}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період знаходимо за формулою:

$$\sum \Pi = \Pi_{\text{р}} \times Ч_{\text{р}} , \quad (6.38)$$

$$\sum \Pi = 1379548 \times 28,2 = 38903254 \text{ дол.США}$$

7. Рівень прибутковості роботи судна за експлуатаційний період знаходимо за формулою:

$$\sum РД = \sum F_{\text{екс}} / \sum R_{\text{екс}} , \quad (6.39)$$

$$\sum РД = 75850104 / 36946850 = 2,05$$

6.5 Оцінка ефективності виконаного рейсу і роботи судна за експлуатаційний період

Усі розраховані показники зведено до табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Кількісні і якісні показники виконаного рейсу

№	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Експлуатаційний період	T_e	Діб	350
2	Відстань пройдена судном в рейсі	L, l	милі	3330
3	Перевезено вантажів	$\sum Q$	шт	10330

Продовження табл. 6.2

1	2	3	4	5
4	Судно-діб в рейсі на ходу на стоянці	tp tx tcm	діб діб діб	12,4 8,1 4,3
5	Валовий дохід	F	дол.США	75850104
6	Затрати загальні	R	дол.США	36946850
7	Прибуток	P	дол.США	38903254
8	Коефіцієнт ходового часу	ε_x		0,653
9	Середньодобова експлуатаційна швидк.	V_{cp}	милі/доб	411,1
10	Дохідність судна	$M'v$	дол.США/доб	216913
11	Рівень дохідності	PF		2,05
12	Собівартість перевезення 1 шт вантажу	Sum	дол.США/шт	126,83
13	Собівартість 1 шт-милі	$Sum-m$	дол.США/шт- м	0,038
14	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	$SC-C$	дол.США/доб.	105659

За результатами підрахунків, можна зробити висновок, що даний рейс є прибутковим та ефективним з економічної точки зору.

Економічний ефект впровадження використання ЗПГ на судах залежить від нижчої вартості цього палива у порівнянні з легким і тяжким паливами.

Враховуючи отримані результати, можна зробити висновок, що масове впровадження використання зрідженого природного газу ЗПГ в якості палива на судах позитивним чином вплине на екологію та економічну складову судноплавства в цілому.

РОЗДІЛ 7

ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ

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

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

Танкер «JOHANN JACOB» стоїть в порту Гуанта (Венесуела) біля причалу № 6 спеціалізованого перевантажувального комплексу для хімічних рідких наливних вантажів. Отримано повідомлення про вибух на території берегового сховища зрідженого газу. Внаслідок терористичного акту відбулося руйнування ємності зі зрідженим газом, що призвело до розливу зрідженого аміаку. Кількість аміаку, що розлився, який є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР), – 550 т. Характер розливу – «в піддон». Висота піддону – 0,5 м. На території порту оголошена терористична загроза. Метеорологічні умови на момент аварії: час доби – день, 16.00, температура повітря 20°, швидкість вітру 0,5 м/с, вітер – зустрічний, суцільна хмарність. Відстань від судна до місця аварії – 2 км. Характер місцевості – промислова забудова середньої щільності і територія порту. Виконати оперативний прогноз хімічної обстановки на час через 1 годину після аварії. Запропонувати заходи по зменшенню можливих втрат серед екіпажу судна. Визначити заходи контролю обробки вантажу та доставки суднових запасів і постачання для забезпечення охорони судна.

7.1.2. Оцінка масштабів хімічного зараження території

Виконання розрахунків ведеться за допомогою формул і таблиць, наведених у Методиці прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах морського транспорту (Додаток 1 до Методичних вказівок по

виконанню розділу «Охоронні заходи і цивільна оборона на судні» дипломних робіт) [58].

1. Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря.

За заданими метеорологічними умовами (час доби - день, швидкість вітру - 0,5 м/с, суцільна хмарність) за допомогою табл. 7.1 визначаємо: на момент виникнення надзвичайної ситуації ступінь вертикальної стійкості повітря – ізотермія.

Таблиця 7.1 – Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

Швидкість вітру, м/с	Час доби					
	День			Ніч		
	Наявність хмарності					
	відсутня	середня	Суцільна	відсутня	середня	Суцільна
0,5	конвекція	конвекція	Ізотермія	інверсія	інверсія	Ізотермія
0,6-2,0	конвекція	конвекція	Ізотермія	інверсія	інверсія	Ізотермія
2,1 – 4,0	конвекція	ізотермія	Ізотермія	ізотермія	ізотермія	Ізотермія
> 4,0	ізотермія	ізотермія	Ізотермія	ізотермія	ізотермія	Ізотермія

2. Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі.

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

Еквівалентна кількість $Q_{\text{э1}}$ (т) речовини у первинній хмарі розраховуємо за формулою:

$$Q_{\text{э1}} = K_1 \times K_3 \times K_5 \times K_7^I \times Q_0 \quad (7.1)$$

$$Q_{\text{э1}} = 0,01 \times 0,04 \times 0,23 \times 1 \times 550 = 0,05 \text{ (т)}$$

де: $K_1 = 0,01$ – коефіцієнт, залежний від умов зберігання СДОР (табл. 7.2);

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

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

$K_7^I = 1$ – коефіцієнт, враховуючий вплив температури повітря на швидкість виникнення первинної хмари (табл. 7.2).

Таблиця 7.2 – Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найменування СДОР	Щільність СДОР, т/м³		Температура кипіння, °С	Порогова токсодоза, мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів				
	Газ	Рідина			K ₁	K ₂	K ₃	K ₇ для температури повітря 20 °С	
								Первинна хмара	Вторинна хмара
Аміак	-	0,681	- 33,4	15	0,01	0,025	0,04	1	1

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

Площа розливу S_p (м²) аміаку знаходимо за формулою:

$$S_p = \frac{V_p}{h} = \frac{Q_0/\rho}{H-0,2} = \frac{550/0,681}{0,3} = 2692 \text{ (м}^2\text{)} \quad (7.2)$$

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

$Q_0 = 550$ т – кількість аміаку, що розлився при аварії;

$\rho = 0,964$ т/м³ – щільність аміаку (табл. 7.2);

$h = H - 0,2$ – товщина шару аміаку (для характеру розливу – «в піддон»), м;

$H = 0,5$ м – висота піддона.

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

Розраховуємо тривалість вражаючої дії T (год.) аміаку за формулою:

$$T = \frac{h \cdot \rho}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7} + \frac{1}{K_M \cdot V_{\Pi}} = \frac{0,3 \cdot 0,681}{0,025 \cdot 1 \cdot 1} + \frac{1}{0,2 \cdot 6} = 8,17 + 0,83 = 9 \text{ (год.)} \quad (7.3)$$

де: $K_2 = 0,025$ – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей аміаку (табл. 7.2);

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

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

$K_M = 0,2$ – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари аміаку (табл. 7.4);

$v_{\Pi} = 6$ км/год – швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря (табл. 7.5).

Таблиця 7.3 – Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

Швидкість вітру(u), м/с	1≤	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 та забудови	Вертикальна стійкість повітря		
	Конвекція	Ізотермія	Інверсія
Міська (промислова) забудова	0,2	0,2	0,3
Територія порту	0,2	0,2	0,3

Таблиця 7.5 – Швидкість (км/год.) перенесення v_{Π} переднього фронту хмари зараженого повітря залежно від швидкості вітру

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

Розраховуємо еквіваленту кількість аміаку $Q_{э2}$ (т) у вторинній хмарі за формулою:

$$Q_{э2} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{\text{II}} \cdot \frac{Q_0}{h \cdot \rho} \quad (7.4)$$

$$Q_{э2} = (1 - 0,01) \cdot 0,025 \cdot 0,04 \cdot 1 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{550}{0,3 \cdot 0,681} = 0,613 \text{ (т)}$$

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

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

$K_5 = 0,23$ – коефіцієнт, який враховує ступень вертикальної стійкості повітря для ізотермії (для інверсії приймається рівним 1, для ізотермії – 0,23, для конвекції – 0,08);

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

4. Визначення глибини і площі зони зараження.

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

Таблиця 7.6 – Глибина (км) зони зараження

Швидкість вітру, м/с	Еквівалентна кількість СДОР, т								
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20
1 и менше	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56

Для $Q_{э1} = 0,05$ т та швидкості вітру $u = 0,5$ м/с визначаємо глибину зони зараження первинною хмарою аміаку: $\Gamma_1 = 0,85$ км.

Для $Q_{э2} = 0,613$ т та швидкості вітру $u = 0,5$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою аміаку: $\Gamma_2 = 3,52$ км.

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \times \Gamma'' = 3,52 + 0,5 \times 0,85 = 3,945 \text{ (км)} \quad (7.5)$$

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

Визначаємо гранично можливе значення глибини перенесення повітряних мас Γ_{Π} за формулою:

$$\Gamma_{\Pi} = N \times v_{\Pi} = 1 \times 6 = 6 \text{ (км)} \quad (7.6)$$

де N – час від початку аварії, дорівнює 1 год. за умовою завдання.

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

$$\Gamma = \min (\Gamma_{\Sigma} | \Gamma_{\Pi}) = 3,945 \text{ (км)} \quad (7.7)$$

Визначаємо площу зони можливого зараження за формулою:

$$S_B = \pi \times \Gamma^2 \times \varphi / 360^\circ \quad (7.8)$$

$$S_B = 3,14 \times 3,945^2 \times 360 / 360 = 48,89 \text{ (км}^2\text{)}$$

де: $\Gamma = 3,945$ – розрахункова глибина зон зараження;

$\varphi = 360^\circ$ – кутовий розмір зони зараження, табл. 7.7.

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

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

Визначаємо площу зони фактичного зараження S_{Φ} за формулою:

$$S_{\Phi} = K_8 \times \Gamma^2 \times N^{0,2} \quad (7.9)$$

$$S_{\Phi} = 0,133 \times 3,945^2 \times 1^{0,2} = 2,07 \text{ (км}^2\text{)}$$

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

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

можливого хімічного зараження представляє собою сектор, що має кутовий розмір $\varphi = 360^\circ$ (табл. 7.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 3,945$ км. Центр сектора співпадає з джерелом зараження – місцем розливу аміаку.

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

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ_l за формулою (7.10):

$$\Gamma_l = \lambda \cdot K_m \cdot \left(\frac{Q_{\Sigma}}{D_l} \right)^{\Psi} = 3,73 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{0,663}{6} \right)^{0,606} = 0,196 \text{ (км)} \quad (7.10)$$

де: $\lambda = 3,73$; $\Psi = 0,537$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (табл. 7.8).

$$Q_{\Sigma} = Q_{\Sigma 1} + Q_{\Sigma 2} = 0,05 + 0,613 = 0,663 \text{ (т)} \quad (7.11)$$

де: Q_{Σ} – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару;

D_l – за умовою завдання приймаємо 6 мг.хв/л – летальна токсодоза для хлору.

Таблиця 7.8 – Коефіцієнт λ і Ψ , що залежать від швидкості вітру

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

Розраховуємо глибину зони важких уражень $\Gamma_{0,4l}$ за формулою 7.12:

$$\Gamma_{0,4l} = \lambda \cdot K_m \cdot \left(\frac{Q_{\Sigma}}{D_{0,4l}} \right)^{\Psi} = 3,73 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{0,663}{2,4} \right)^{0,606} = 0,342 \text{ (км)} \quad (7.12)$$

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

Розраховуємо уражень середньої важкості $\Gamma_{0,2l}$ за формулою 7.13:

$$\Gamma_{0,2l} = \lambda \cdot K_m \cdot \left(\frac{Q_{\Sigma}}{D_{0,2l}} \right)^{\Psi} = 3,73 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{0,663}{1,2} \right)^{0,606} = 0,521 \text{ (км)} \quad (7.13)$$

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

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 3,71$ км.

6. Визначення часу підходу зараженого повітря до надбудови судна.

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

$$t = \frac{x}{K_M \cdot V_{\Pi}} = \frac{2}{0,2 \cdot 6} = 1,67 \text{ (год.)} = 1 \text{ (год.) } 40 \text{ (хв.)} \quad (7.14)$$

де: $x = 2$ км – відстань від джерела зараження до заданого об'єкту.

7.1.3. Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження території в результаті розливу зрідженого аміаку внаслідок терористичного акту в порту Гуанта (Венесуела) показала, що хмара зараженого повітря досягне танкеру «JOHANN JASOB», на якому знаходиться екіпаж, через 1 год. 40 хв. Судно знаходиться в межах легких уражень, через що можна зробити висновок, що воно знаходиться на недостатньо безпечній відстані. За підрахунками тривалість вражаючої дії аміаку $T = 9$ год. Слабка сила вітру (0,5 м/с) забезпечує збереження вражаючих концентрацій на глибині до 3,945 км.

Для зменшення людських втрат пропонується виконати наступні заходи:

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

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

Заходи з охорони, що стосуються до обробки вантажу, повинні бути спрямовані на запобігання незаконних дій з вантажем та запобігання прийому й зберігання на судні вантажу, перевезення якого не передбачається. Заходи з охорони, деякі з яких, можливо, потрібно буде вживати за взаємодії з портовим засобом, повинні включати процедури інвентарного контролю в місцях доступу на судно. Як тільки вантаж опиниться на судні, повинна бути можливість установлення того, що його завантаження на судно було схвалено. Крім того, повинні бути розроблені заходи з охорони, що виключають незаконні дії з вантажем після його завантаження на судно [59].

Для рівня охорони 1 в плані охорони судна повинні бути встановлені заходи з охорони, що підлягають застосуванню під час обробки вантажу, і які можуть включати:

- звичайну перевірку вантажу, вантажних транспортних одиниць і вантажних приміщень до та під час операцій з обробки вантажу;
- перевірки вантажу, що завантажується, на відповідність вантажним документам;
- забезпечення, за взаємодії з портовим засобом огляду транспортних засобів, що підлягають завантаженню на судна для перевезення автомобілів, судна ро-ро та пасажирські судна, перед завантаженням з періодичністю, що вимагається планом охорони судна;
- перевірку пломб або інших засобів, що використовуються, для запобігання незаконним діям з вантажем.

Для рівня охорони 2 в плані охорони судна повинні бути встановлені додаткові заходи з охорони, що підлягають застосуванню під час оброблення вантажу, які можуть включати:

- ретельну перевірку вантажу, вантажних транспортних одиниць і вантажних приміщень;

- посилені перевірки для забезпечення завантаження лише призначеного для перевезення вантажу;
- посилений огляд транспортних засобів, що підлягають завантаженню на судна для перевезення автомобілів, судна ро-ро й пасажирські судна;
- частішу й ретельнішу перевірку пломб або інших засобів, що використовуються для запобігання незаконним діям з вантажем.

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

- припинення завантаження або вивантаження вантажу;
- перевірку опису небезпечних вантажів і шкідливих речовин, що перевозяться на судні, якщо такі є, і їхнього розміщення.

Заходи з охорони, що стосуються доставки суднових запасів, повинні забезпечувати перевірку цілісності суднових запасів і їхньої упаковки, запобігати прийому суднових запасів без перевірки, запобігати незаконним діям із запасами, а також запобігати прийому суднових запасів, які не замовлялися. Стосовно суден, що регулярно використовують портовий засіб, може виявитися доцільним установити процедури для судна, постачальників суднових запасів і для портового засобу, що передбачають повідомлення про доставку, розклади доставки та їхнє документування. Завжди слід передбачати певний спосіб підтвердження того, що представлені до доставки запаси супроводжуються доказом того, що судно їх замовляло.

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

- перевірку того, що запаси відповідають замовленню, яка проводиться до завантаження запасів на судно;

- забезпечення негайного безпечного розміщення суднових запасів.

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

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

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

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі виконано комплексну проробку рейсу з порту Джебел-Алі в порт Порт-Кланг для контейнеровозу «СМА CGM Amerigo Vespucci».

Для перевезення представлено вантаж у контейнерах кількістю 10330 контейнерів (10386 TEU) масою 145404 т, судно завантажено з використанням повної вантажопідйомності, виконано розрахунок вантажного плану судна та перевірка остійності та міцності корпусу судна згідно вимог ІМО. Протяжність переходу склала 3331,9 миль. Тривалість рейсу разом із стоянкою в портах складає 12,2 діб.

Маршрут обрано таким чином, щоб уникнути райони зустрічних течій для економії палива. Ретельно спланований навігаційний перехід, що враховує усю навігаційну та гідрометеорологічну інформацію забезпечує безпеку мореплавства. Аналіз роботи судна за результатами виконання рейсу довів прибутковість таких перевезень, оскільки рівень дохідності склав 2,05.

Чистий прибуток за експлуатаційний період (1 рік) склав 38903254 дол.США.

В роботі піднято питання ефективності ЕКДІС, для чого були розглянуті його функціональні можливості, сучасне застосування та проведено аналіз трьох систем: Navy ECDIS, Navmarine та Kelvin Hughes ECDIS. Кожен з них має свої переваги та недоліки. Тому кожен судноводій повинен усвідомлювати, що завжди існує певна ймовірність (ризик) неправильного функціонування ЕКНІС і неточності її даних. Дані навігаційних датчиків обтяжені похибками, помилки та обмеження приладів та пристроїв, що взаємодіють з ЕКНІС, впливають на якість даних всієї системи.

Ніколи не треба надмірно покладатися на електронні карти та інформаційні системи для безпечної навігації. Існують випадки, коли невірне використання ЕКНІС та використання електронних навігаційних карт (ENC) призводили до посадки судна на мілину або зіткнення. Агентство морської та берегової охорони

Великобританії (МСА) попереджає про ризик посадки на ґрунт, якщо ЕКНІС не налаштовано належним чином, а екіпаж судна не попереджен про небезпеку ситуації.

Штурмани повинні зберігати обізнаність про ситуації, звертаючись до інших навігаційних засобів, перевіряючи положення судна та дивлячись у вікномістка. Використовуючи обладнання на мосту, таке як радари, ехолоти, пристрої автоматичної системи ідентифікації (AIS) та інші блоки визначення позиції, офіцери не потрібні покладатися на ЕКНІС як єдиний засіб всієї навігації. Вони повинні використовувати традиційні методи наземної навігації в поєднанні з точним підрахунком счислення судна і методами оцінки позиціонування для повторної перевірки ЕКНІС.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ворохобін І.І., Цимбал М.М., Бурмака І.О., Ніколаєва Л.Л та інші. Методичні вказівки для виконання магістерської роботи // І.І. Ворохобін, М.М. Цимбал, І.О. Бурмака, Л.Л. Ніколаєва та ін. – Одеса: НУ «ОМА», 2023. – 96 с.
2. Суднова документація контейнеровозу «СМА CGM Amerigo Vespucci», South Korea. – 2010.
3. Міжнародна конвенція по охороні людського життя на морі (SOLAS-74). Лондон: – ІМО, 2008.
4. International Convention on Standards of Training, Certification and Watch keeping for Seafarers, 1978/95 (STCW-78/95) + Amendment 2010.
5. Резолюція ІМО А.893(21) «Посібник із планування рейсу», 1999.
6. Рекомендации по организации штурманской службы на морских судах Украины (РІШСУ-98) – Одесса, ЮжНИИМФ, 1998. – 112 с.
7. Bridge Procedures Guide, 5th Edition. – 2016.
8. Bridge Team Management, 2nd Edition. – 2004.
9. Алексішин В.Г., Долгочуб В.Т. Практичне судноводіння / В.Г. Алексішин, В.Т. Долгочуб. – 3 Вид. випр. і доп. – Одеса: Фенікс, 2008. – 376 с.
10. Алексішин В.Г., Козир Л.А. Методика виконання курсової роботи з навігації «Навігаційне планування переходу». – Одеса: Латстар, 2001. – 72 с.
11. Міжнародна конвенція по запобіганню забрудненню з суден 1973 року змінена Протоколом 1978, International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto (MARPOL-73/78) з поправками.
12. Catalogue Admiralty Charts and Publications. – London: UKHO, 2020.
13. Admiralty List of Radio Signals (ALRS) (NPs 281-288). – London: UKHO, 2020/
14. International Safety Net Manual, 2010. – 75 с.
15. Atlas of the Oceans. – London: UKHO, 2015.

16. Admiralty Sailing Directions NP63: Persian Gulf Pilot, 16th edition / The United Kingdom Hydrographic Office / 2013.
17. Admiralty Sailing Directions NP38: West Coast of India Pilot, 17th edition / The United Kingdom Hydrographic Office / 2013.
18. Admiralty Sailing Directions NP44: Malacca Strait and West Coast of Sumatera Pilot, 9th edition / The United Kingdom Hydrographic Office / 2019.
19. Pilot Chart, інтернет ресурс гідрометеорологічних умов. URL: Sailing Weather - Marine Weather Forecasts for Sailors and Adventurers - PassageWeather.
20. Guide to Port Entry. – London, 2019.
21. Admiralty List of Lights and Fog Signals. – London: International Maritime Organization, 2020.
22. Морехідні таблиці МТ-75.
23. The Mariner's Handbook. NP100. London: UKHO, 2019.
24. Ocean Passages for the World. NP136. London: UKHO, 2019.
25. Brown's Nautical Almanac. – London: 2025. – 1130 p.
26. Admiralty Tidal Handbook №. 2 Datums for Hydrographic Surveys NP 122(2). – London: UKHO, 2018.
27. International Convention for Safe Containers, 1972, (CSC-72).
28. International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code), Vol. 1, 2 and Supplement. – London: International Maritime Organization, 2015.
29. Ніколаєва Л.Л. Комерційна експлуатація судна: підручник. Одеса: НУ «ОМА», 2020. – 550 с.
30. The International Convention on Load Lines 1966 - International Maritime Organization. Лондон: Міжнародна морська організація, 1966 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.riigiteataja.ee.
31. Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing (CSS Code). - London: International Maritime Organization, 2011.
32. Теорія і будова судна: навчальний посібник / І.П. Давидов, Ю.П. Кучер, В.Ф. Сіряченко, О.І. Бурмака – Одеса: НУ «ОМА», 2019. – 110 с.

33. Правила класифікації та побудови морських суден. В 5-ти т. Том 2. – Київ: Регістр судноплавства України, 2020.
34. Резолюція MSC. 267 (85) 09.12.2008. «Code on Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments» (ISC).
35. International Convention for the Safety of Life at Sea, International Maritime Organisation, London, 2014
36. IMO 2009b. Development of an e-navigation strategy implementation plan - Results of a worldwide e-navigation user needs survey. Submitted by Germany to the 55th session of the IMO Sub-Committee on Safety of Navigation. NAV
37. UKHO NP232, Admiralty Guide to ECDIS Implementation. Policy and Procedures, 1 st Edition, United Kingdom Hydrographic Office, Taunton, 2014.
38. The American Practical Navigator, National Imagery and Mapping Agency, Bethesda, Maryland, 2002.
39. Weintrit A., Radar Image Overlay in ECDIS Display Versus Electronic Navigational Chart Overlay on Radar Screen, PraceWydziałuNawigacyjnego, nr 22, Gdynia, 2008.
40. Weintrit A., The Electronic Chart Display and Information System (ECDIS). An Operational Handbook, A Balkema Book, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton – London – New York – Leiden, 2009.
41. INF.9. London: International Maritime Organization.
42. Hecht H., Berking B., Büttgenbach G., Jonas M., Alexander L., *The Electronic Chart. Functions, Potential and Limitations of a new Marine Navigation System*, Second Edition. GITC bv, Lemmer, The Netherlands, 2006.
43. IMO. Resolution MSC.192 (79) adopted on 6 December 2004, *Adoption of revised performance standards for radar equipment*, Annex 34 „Revised recommendation on performance standards for radar equipment, International Maritime Organization, London, 2004.
44. IMO MSC.232(82), *Adoption of the revised Performance Standards for Electronic Chart Display and Information Systems (ECDIS)*, International Maritime Organization, London, 8 December 2006.

45. Weintrit A., *ECDIS Handbook on Operational Use of ECDIS*, Manuscript, The Nautical Institute, London 2007.
46. ECDIS JRC JAN-901B Instruction Manual, Japan Radio Company Ltd., 2013.
47. Fadeev V., Radar Overlay to improve ECDIS [<http://www.maritime-executive.com/article/Radar-Overlay-to-Improve-ECDIS-Navigation-2014-09-12>], The Maritime Executive, 2014.
48. Instone M., *ECDIS Procedures Guide*, Wither by Publishing Group Ltd, Edinburgh 2012.
49. Marine Guidance Note 379 (MGN 379), Use of Electronic Navigation Aids, Maritime and Coastguard Agency(MCA), Southampton, 2008.
50. IMO 2009a. Development of an e-navigation strategy implementation plan - Results of a worldwide e-navigation user needs survey. Submitted by Germany to the 55th session of the IMO Sub-Committee on Safety of Navigation. NAV 55/11/3. London: International Maritime Organization.
51. IMO 2009b. Development of an e-navigation strategy implementation plan - Results of a worldwide e-navigation user needs survey. Submitted by Germany to the 55th session of the IMO Sub-Committee on Safety of Navigation. NAV 55/INF.9. London: International Maritime Organization.
52. IMO 2009c. Development of an e-navigation strategy implementation plan - Mariner needs for e-navigation. Submitted by the International Federation of Shipmasters' Associations (IFSMA) to the 55th session of the IMO Sub Committee on Safety of Navigation. NAV 55/INF.8. London: International Maritime Organization.
53. Rasmussen, J. 1985. The Role of Hierarchical Knowledge Representation in Decision making and System Management. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*. SMC-15 (2): 234-243.
54. Vicente, K.J. & Rasmussen, J. 1992: Interface Design: Theoretical Foundations. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 22 (4): pp. 589-606.

55. Baldauf, M., Benedict, K., Gluch, M., Kirchhoff, M., Schröder, J.-U. (2010). Enhanced simulation technologies to support maritime operational risk management onboard ships. *Journal of Marine Technology and Environment*, 3(1): pp. 25-38

56. Weintrit, A. 2003. Voyage recording in ECDIS. Shipborne simplified version of Voyage Data Recorders (VDRs) for existing cargo ships based on potential of ECDIS, 11th IAIN World Congress 'Smart Navigation – Systems and Services, Berlin, 21-24 October

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

58. Терновський В.Б. Методичні вказівки по виконанню розділу дипломної роботи «Охоронні заходи і цивільна оборона на судні». – Одеса: ОНМА, 2015. – 72 с.

59. Торский В.Г. Управление безопасностью в судоходстве. – Одесса: Астропринт, 2005. – 180 с.