

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра Управління судном

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА

Спеціальність 271 Морський та внутрішній водний транспорт

Спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

Петрук Богдан Олександрович

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи: **Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Alberta» за маршрутом Джебел Алі – Сінгапур**

Підпис магістранта _____

Завідувач кафедри _____ Петриченко О.О.

Керівник _____ Бурмака І.О.

Рецензент _____

Нормоконтроль _____ Петриченко О.О.

м. Одеса

2025 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут навігації

кафедра Управління судном

спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Завідувач кафедри

"___" _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

по дипломній роботі магістранта

Петрук Богдан Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: **Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Alberta» за маршрутом Джебел Алі – Сінгапур**

затверджена наказом по НУОМА від "___" __ грудня 2025__ р. № _____

2. Строк здачі курсантом закінченої роботи __ " 15 " __ грудня _____ 2025__ року
3. Вхідні дані до роботи:

Методичні вказівки для виконання магістерської роботи

Тактико-технічні данні судна

Міжнародні конвенції та кодекси

Національні законодавчі документи

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):

Характеристики судна, Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу, Обробка та розміщення вантажів, Оцінка морехідних якостей судна, Дослідницький розділ, Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі, Охоронні заходи та цивільна оборона на судні

5. Перелік графічного матеріалу:

План судна, вантажна шкала, Wheelhouse poster, плани портів, план переходу, графіки приливів, вантажний план судна, ДСО на відхід і прихід

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

Розділ	ПІБ консультанта	Підпис і дата
1. Характеристики судна	Бурмака І.О.	
2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	Бурмака І.О.	
3. Обробка та розміщення вантажів	Бурмака І.О.	
4. Оцінка морехідних якостей судна	Бурмака І.О.	
5. Дослідження аспектів автономних суден	Бурмака І.О.	
6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі (кафедра «Менеджменту і економіки морського транспорту»)	Бурмака І.О.	
7. Охоронні заходи та цивільна оборона на судні (кафедра «Судноводіння»)	Бурмака І.О.	

7. Календарний план дипломної роботи магістранта

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Характеристики судна	01.10.2025	Виконано
2.	Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	20.10.2025	Виконано
3.	Обробка та розміщення вантажів	04.11.2025	Виконано
4.	Оцінка морехідних якостей судна	16.11.2025	Виконано
5.	Дослідження аспектів автономних суден	01.12.2025	Виконано
6.	Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі	01.12.2025	Виконано
7.	Охоронні заходи та цивільна оборона на судні	05.12.2025	Виконано

Дата видачі завдання _____

Керівник _____ Завдання до виконання прийняв _____

АННОТАЦІЯ

Тема дипломної роботи: «Комплексна проробка рейсу судна «Alberta» по маршруту Джебель Алі – Сінгапур».

Відстань між портами: 3490,1 миля.

Вантаж – сира нафта вагою 143713,3 т.

Тема дослідницької частини: Дослідження аспектів автономних суден.

Розрахунки виконувались за допомогою програми MS Excel на персональному комп'ютері. Розрахунки по завантаженню судна виконувались за допомогою програми Seacos MACS3 1.1.

THE SUMMARY

The theme of gradate work is « Complex study and research of stages of the voyage of the ship «Alberta» on the route Jebel Ali – Singapore»

Total distance: 3490,1 nautical miles.

Cargo – crude oil with 143713,3 t.

Theme of research topic: Research into aspects of autonomous vessels.

Calculations were performed using MS Excel on a PC. Calculations of vessel's loading condition were performed using Seacos MACS3 1.1.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА.....	9
1.1. Загальні відомості і головні розміри судна.....	9
1.2. Транспортно-експлуатаційні характеристики судна.....	10
1.3. Маневрові характеристики.....	10
1.4. Навігаційне обладнання.....	14
1.5. Забезпечення непотоплюваності.....	15
2. АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ ...	17
2.1. Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу.....	17
2.2.Оцінка запланованого переходу.....	18
2.2.1. Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході.....	26
2.2.2. Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації.....	32
2.2.3. Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні.....	33
2.3. Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання.....	40
2.3.1. Розрахунок ортодромії.....	40
2.3.2. Складання маршрутних листів	41
2.3.3. Графічний план переходу.....	41
2.3.4.Розрахунок природної освітленості.....	42
2.3.5. Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів.....	43
2.4. Висновки.....	45
3. ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ.....	46
3.1. Транспортні характеристики вантажів.....	46
3.2. Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та документальне оформлення морського перевезення.....	47
3.3. Розрахунок чистої вантажопідйомності судна	59
3.4. Складання вантажного плану.....	63
3.5. Характеристика експлуатаційних умов рейсу.....	65

4. ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА.....	67
4.1. Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна.....	67
4.2. Розрахунки посадки і початкової остійності.....	72
4.3. Контроль остійності за матеріалами Інформації.....	75
4.4. Розрахунок і побудова діаграм остійності.....	76
4.5. Розрахунок нормованих параметрів остійності.....	79
4.6. Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності.....	80
4.7. Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу.....	81
5. ДОСЛІДЖЕННЯ АСПЕКТІВ АВТОНОМНИХ СУДЕН	83
5.1. Історія формування концепції безпілотних суден	83
5.2. Провідні розробки компанії «Rolls-Royce» у галузі автоматизації судноплавства.....	84
5.3. Загальні положення та принципи технології MUNIN	86
5.4. Концепція судна ReVolt	89
5.5. «Yara Birkeland» перше у світі повністю електричне судно	91
5.6. Аналіз та результати діяльності проекту AAWA(Advanced Autonomous Waterborne Applications).....	92
5.7. Аналіз рівнів автономії суден.....	98
5.8. Технічні виклики перед безпілотними суднами.....	102
5.9 Технічні рішення запропоновані для використання на безпілотних Суднах.....	105
5.10 Технічні досягнення та випробовування у галузі автономного судноплавства.....	108
5.11. Висновки.....	110
6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ.....	112
6.1. Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі.....	112
6.2. Розрахунок якісних показників роботи судна в рейсі.....	116
6.3. Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу.....	118
7. ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ.....	121

7.1. Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту.....	121
7.1.1. Вихідні дані (сценарій виникнення надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту).....	121
7.1.2. Оцінка масштабів хімічного зараження території.....	121
7.1.3. Висновки та рекомендовані заходи для зменшення людських втрат.....	127
7.2. Міри контролю обробки вантажу і доставки судових запасів і постачання для забезпечення охорони судна.....	128
ВИСНОВОК.....	131
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	132

Вступ

Найважливіша проблема на флоті - підвищення безпеки мореплавання. Щорічне збільшення кількості і тоннажу суден призводить до суттєвого ускладнення навігації. Збільшення розмірів, швидкостей і щільності руху суден, ведення суднової документації та скорочення стоянки загострює дефіцит часу у судноводія.

Загальноприйняті правила, розроблені Міжнародною морською організацією (ІМО) повинні неухильно дотримуватися. Найважливішими нормативними документами, що містять такі правила, є конвенції. Зміст цих конвенцій розроблено ІМО і прийнято усіма країнами-учасниками цих конвенцій, а також багатьма іншими країнами.

Найбільш відомими і найбільш важливими з цих конвенцій є Міжнародна Конвенція про охорону людського життя на морі (SOLAS - 74); Міжнародна Конвенція про підготовку, дипломування моряків та несення вахти (STCW - 95/78); Міжнародні Правила Запобігання Зіткнень Суден (COLREG - 72); Міжнародний Кодекс Управління Безпекою (ISM Code).

Грунтуючись на вказаних документах, судноплавні компанії розробляють додаткові правила, вимоги та рекомендації до екіпажів суден.

Планування переходу полягає в тому, щоб підготувати судно так, щоб перехід від причалу до причалу був виконаний належним чином. При цьому першим критерієм, який потрібно враховувати, є безпека судна і усіх, що перебувають на ньому людей. За допомогою планування переходу ризик навігаційних помилок зводиться до мінімуму.

Дана дипломна робота є комплексним опрацюванням рейсу, виконаного на т/х «Alberta» з порту Джебель Алі в порт Сінгапур.

1. ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1. Загальні відомості і головні розміри.

В даному підрозділі приведені основні відомості про судно у вигляді таблиці 1.1.

Архітектурно-конструктивний тип: одногвинтове, однопалубне з надмірним надводним бортом, з 12 вантажними танками, розташованими в ніс від машинного відділення, баком, бульбовидним носом і транцевою кормою.

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

1.	Назва судна	Alberta
2.	Тип судна	Crude oil tanker
3.	Позивний сигнал судна	C6YO3
4.	ІМО №	9486922
5.	MMSI №	31103990
6.	Рік і місце будівництва	2010 South Korea
7.	Клас реєстру	LLOYD'S SHIPPING REGISTER
8.	Порт приписки	Nassau
9.	Судновласник:	Sumida Shipping Inc.
10.	Менеджмент:	Sumida Shipping Inc.
11.	Довжина найбільша,(L):	274,26
12.	Довжина між перпендикулярами, (L _{пп}): (м):	264,00
13.	Ширина найбільша,(B):	48,00
14.	Висота борту до верхньої палуби, (H):	23,00
15.	Найбільша осадка (T):	17,01
16.	Осадка (T) в повному вантажу і порожнем:	17,01 6,80
17.	Водотоннажність: в повному вантажу Δ : порожньому Δ_0 :	182657 23757
18.	Повна вантажопідйомність Δw :	158957
19.	Головний двигун: тип: потужність: частота обертання:	Hyundai B&W 7S60MC 7S60MC 25320 HP 91
20.	Режим роботи головного двигуна:	Реверсивний
21.	Швидкість судна:	15,0

Продовження таблиці 1.1

22.	Гребний гвинт: кількість лопастей: діаметр:	ВФШ 4 8,2 м
23.	Тип руля:	напівбаланси́рний
24.	Тип стернової машини: підрулюючий пристрій:	гідравлічна -
25.	Суднова радіостанція: Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району А3 та включає в себе:	VHF Furuno FM-8900S MF/HF Furuno FS-2575 INMARSAT-C Furuno Felcom-18
26.	Валова реєстрова місткість (GRT):	81347
27.	Чиста реєстрова місткість (NRT):	52198
28.	Добова витрата палива: на ходу: Важке паливо (HFO) на стоянці: Дизельне паливо (DO)	47,0 4,5

1.2. Транспортно-експлуатаційні характеристики судна.

Схематичний план бокового вигляду судна з розташуванням приміщень для вантажів і запасів, план верхньої палуби судна (вид зверху) та вантажна шкала приведені на рис. 1.1 та рис. 1.2.

1.3. Маневрені характеристики

Маневрені характеристики представлені на рисунках 1.3 та 1.4.

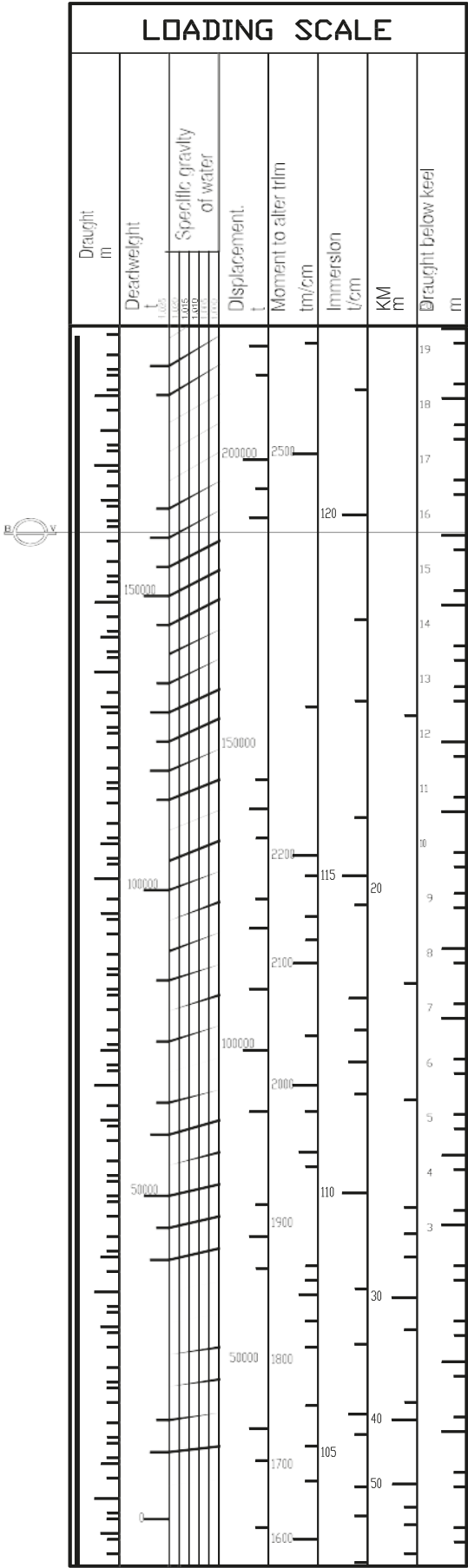
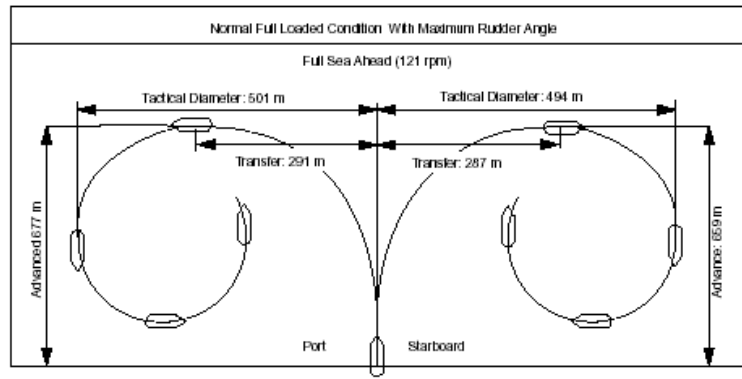
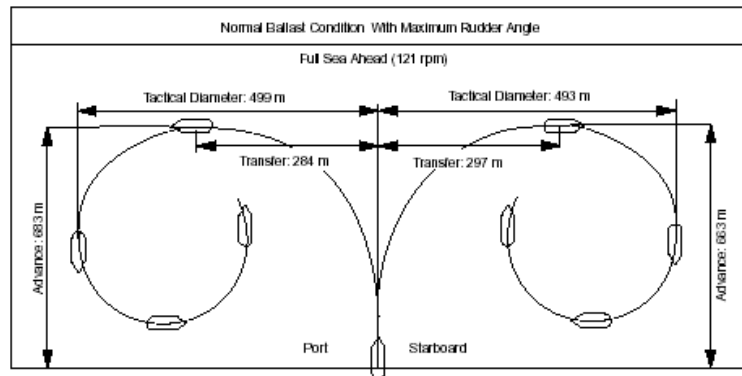


Рисунок 1.2 – Вантажна шкала судна



Судно з вантажем



Судно в баласті

Рисунок 1.3 – Маневрені характеристики судна

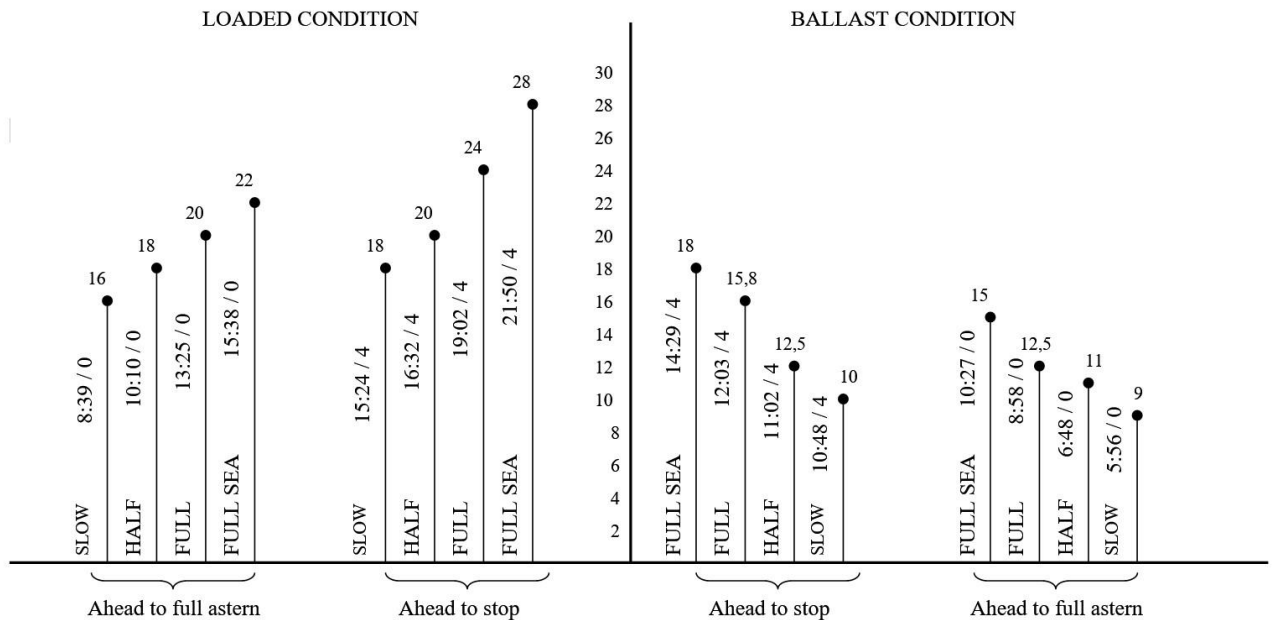


Рисунок 1.4 – Гальмівні характеристики судна

Точнісні характеристики ТЗН представлені в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Точнісні характеристики технічних засобів навігації

Тип, марка ТЗН	Вимірювані навігаційні параметри	Середня квадратична похибка одного вимірювання
1	3	4
Гірокомпас Anschutz Standard 22	Курс / пеленг	1,0°
Радіолокатор Radar Pilot 1100	Пеленг Дистанція Дистанція	1,0° 0.5% от Д 0.5% от Д
Эхолот DEBEG 4360	Глибина Глибина Глибина Глибина	0,1 м 0,2 м 0,2 м 1% от глибини
Лаз SAM 4682 Doppler Log	Швидкість	0,2 вузла
Saab R4 DGPS	Координати	До 25 м

1.5. Забезпечення непотоплюваності

З метою забезпечення водонепроникності судно розділене на 10 відсіків за допомогою 9 водонепроникних переборок.

На судні у наявності «Damage Stability Booklet» та аварійні плани.

Осушувальна система

Осушувальну і водовідливну систему забезпечують стаціонарні баластно-осушувальні насоси. Крім цього на судні є водовідливний переносний насос.

Баластна система призначена для баластування судна. Система управління - централізована, з ЦПУ машинного відділення..

Осушувальна система призначена для видалення з приміщень води, що скупчилася в результаті пропусків з'єднань труб, запотівання, обмивання приміщень та інших причин.

Осушувальна система обслуговується:

- а) одним відцентровим насосом, встановленим в машинному відділенні;
- б) одним поршневым насосом, встановленим в машинному відділенні.

Система виконана зі сталевих труб, оцинкованих всередині і зовні гарячим способом. З'єднання труб фланцеве.

Баластна система

Призначена для зміни осадки, крену і диференту судна шляхом прийому води через борт в баластні відсіки і цистерни, звільнення від палива і видалення баласту з них за борт. Клапана баластної системи контролюються дистанційно і доступні з палуби.

Судно обладнане двома баластними насосами. Потужність кожного з них – 2000 м³/год.

2. АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1. Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

В параграфі описується планування переходу на підставі документів або спираючись на вимоги документів Кодекс ПДНВ, РШСУ-98. Планування переходу починається зі збору інформації та на її основі виробляється оцінка майбутнього плавання. Для безпеки плавання аналізуються всі необхідні джерела - карти, керівництва і посібники.

Планування переходу та його виконання включає чотири послідовні фази:

- оцінка (appraisal). Підготовка інформації про судно (кількість прийнятого вантажу, осадка, потужність ГД і експлуатаційна швидкість, максимальна висота, ширина, довжина)

- планування (planning). Виконання підйому карт, літератури, при недостатчі потрібною необхідно її замовити. Підготовка інформації про точки доповідей, системи розділення, точки прийому/здачі лоцмана, вузкостях.

- виконання (execution). Збір отриманої з посібників інформації воедино, якщо необхідне внесення її до штурманського бюлетеня, нанесення попередньої прокладки, а так само необхідних відміток на карту – необхідні відмітки на небезпеках, ділянках використання parallel index.

- управління і моніторинг (monitoring).

При цьому весь перехід розбивається на ділянки:

- від причалу порту Джебель Алі до точки до точки здачі лоцмана (початок морської ділянки переходу);

- морська ділянка переходу: Джебель Алі – Сінгапур;

- від точки прийому лоцмана до причалу порту Сінгапур.

При плануванні цього переходу вибираємо шлях з урахуванням оцінки майбутніх гідрометеорологічних умов та фактичної погоди і прогнозу.

Плавання в обмежених водах вимагає особливої уваги. Тому необхідно ознайомитися з лоціями і місцевими правилами плавання.

Правильне і ретельне планування переходу забезпечує надійне плавання судна, якщо план переходу не виконується або неналежним образом, то рішення виниклих при цьому навігаційних проблем приводить к великим затратам.

Загальні вимоги та рекомендації відносно планування переходу відображені в таких документах:

- Резолюція ІМО А.893 (21) – 1999 «Керівництво по плануванню рейсу»;
- Конвенція та кодекс по підготовці та дипломуванню моряків та несенню вахти (ПДМНВ – 78/95) – International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW – 78/95);
- Рекомендації по організації штурманської служби на морських судах України (РШСУ – 98);
- Bridge Procedures Guide, ICS, 1998 (BPG);
- Bridge Team Management, ІМО, 1993 (BTM).

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

2.2. Оцінка запланованого переходу

План переходу складається з трьох секцій:

від причалу порту відходу до початку морської ділянки переходу, крапки здачі останнього лоцмана;

морська ділянка переходу;

від закінчення морської ділянки переходу до причалу порту заходу.

Оцінка.

Якщо звернутися до публікації "Bridge Team Management" Секція 2. Це – процес збору разом всієї інформації, доречної до розглянутого переходу. Збір інформації буде зв'язаний з навігаційною інформацією зазначеною на картах і в інших виданнях, таких як "Sailing directions", "Light lists", "Current atlas", "Tidal atlas", "Tide tables", "Notices to Mariners", схеми систем поділу руху і

навігаційні попередження, одержувані по радіо. Посилання повинні також бути зроблені до кліматичних даних і іншій відповідній метеорологічній інформації, що може мати відношення і придатність до використання в поточному переході, а також мати вплив на використання різних засобів забезпечення судноводіння, у районах з обмеженою видимістю.

The Passage Plan Check list повинний використовуватися і бути заповнений навігаційним помічником, щоб допомогти йому зібрати інформацію, необхідну для оцінки обставин переходу, з урахуванням інформації:

- “Notices to Mariners” і існуючих радіонавігаційних попереджень, відносно гідрометеорологічних явищ і небезпек,
- Рад і рекомендацій з “Sailing directions”.
- Засобів навігаційного огороження (характеристики, діапазон, дальність видимості);
- Схем поділу руху;
- Навігаційних приладів та систем (працездатність, охоплення і ступінь точності);
- Кліматичних даних, що впливають на область переходу;
- Маневрених характеристик судна.

Повна оцінка майбутнього переходу повинна бути зроблена під керівництвом капітана навігаційним помічником. Ця оцінка дозволить їм позначити всі небезпечні зони, де для безпечного проходу судна треба враховувати осадку судна і кліренс. Усі повинні враховувати стан судна, устаткування і розуміти межі безпеки в різних частинах переходу.

Планування.

Детальний план охоплює цілий перехід, від причалу до причалу, і включати усі води, де лоцман буде на борту.

Формування плану спричиняє виконання наступних задач.

Оцінка маршруту.

Підготовка майбутнього переходу включає нанесення на карти всіх областей небезпеки і майбутнього шляху, приймаючи в увагу межі припустимої помилки. Запланований шлях повинний бути прокладений так, щоб він був на безпечній відстані від навігаційних небезпек, яку дозволяють обставини. Можливість форс мажорних явищ в критичний момент не повинна бути недооцінені.

Необхідно нанести курс на картах для планованого переходу;

Виділити на картах помітні для радара об'єкти (мети) для визначення місця судна.

Нанести на карту необхідні позначки (пеленга, дистанції, обмежуючі лінії), які можуть бути зручними для використання на переході.

Вибирають головні елементи навігаційного плану, які враховують: безпечну швидкість, що має відношення до маневрових характеристик судна, особливо, коли воно обмежено своєю осадкою чи її зміною через просідання, зміни швидкості, необхідні для досягнення бажаного ЕТА у шляху, наприклад там, де можуть бути обмеження на вечірній (нічний) прохід, приливні - відливні обмеження;

місця розташування, де потрібна зміна в статусі машини;

пункти зміни курсу, з перекладкою керма, де на відповідних картах великого масштабу приймається в увагу діаметр циркуляції судна при запланованій швидкості і вплив будь-якого приливне - відливного плину, діючого на рух судна протягом повороту;

мінімальні глибини, необхідні під колом у критичних областях (наявність достатньої висоти припливу);

крапки, де точність визначення місця судна критична, також повинні бути зазначені основні і резервні способи визначення місця судна для максимальної надійності;

план, на випадок непередбачених додаткових обставин, для альтернативних дій, по напрямку судна до глибокої води, чи по проходженню до якірної стоянки в випадку аварійної ситуації по залишенню судна.

Концепція позначення областей, куди судно не може йти, має наступні вигоди: це змушує поглибити розгляд факторів, що впливають на простір під кілем, що виявляє собою високий елемент ризику;

Повні деталі плану переходу повинні потім бути внесені у форми плану переходу. План переходу повинний бути цілком зрозумілий усіма палубними офіцерами перед виконанням, і повинний бути підписаний і датований для підтвердження цього факту.

Виконання.

У публікації "Bridge Team Management" завершивши план переходу, і як тільки розрахунок очікуваного часу прибуття може бути виконаний з розумною точністю, повинна бути обрана тактика, яку потрібно використовувати у виконанні плану.

Фактори, що будуть прийняті до уваги будуть містити в собі:

надійність і стан навігаційного устаткування судна;

очікувані часи прибуття в критичні пункти (крапки) для висот припливів і відливів;

метеорологічні умови, особливо в областях, підданих впливу частих періодів низької видимості;

денний час проти проходження небезпечних крапок у нічний час, і будь-якого ефекту який може мати вплив на точність визначення місця судна;

Контроль.

Точний і безупинний контроль руху судна по перед-запланованому шляху вагоме для безпечного переходу. Якщо вахтовий помічник коли-небудь, сумнівається що до місця положення судна, чи манери, у який перехід відбувається, він повинний негайно викликати капітана і, якщо необхідно, почати дії, що вважає за необхідними для безпеки судна.

Робота навігаційного устаткування повинна бути перевірена до початку плавання, що передує входу в обмежені чи небезпечні води й у інтервалах часу протягом переходу.

Необхідно використовувати всі переваги навігаційного устаткування, яким судно постачене для контролю місця положення, маючи у виді наступні пункти:

візуальні пеленги - звичайно найбільш точні засоби установки місця положення;

шляхові оцінки, пеленга і дистанції можуть бути допомогою;

при перевірці, використовуйте системи, що базуються на різних даних;

місця положення, отримані навігаційними приладами, повинні бути перевірені, де можливо, за допомогою візуальних засобів;

i) ехолот;

g) буї можуть використовуватися для керівництва коли берегові знаки важко розрізнити візуально; у цих обставинах місця положення їх повинні спочатку бути перевірені іншими засобами;

h) функціонування і правильне розуміння використовуваних інструментів повинне бути перевірено;

i) рішення, засноване на отриманій інформації заздалегідь щодо частоти, з який місце положення повинне бути встановлене, повинне бути зроблене для кожної частини переходу.

РЛС може використовуватися в контролі місця положення судна за допомогою методу рівнобіжної індексації.

Рівнобіжна індексація, з простим і найбільш ефективним способом для контролю руху судна в обмежених водах за допомогою навігаційних посібників.

Підібрані на весь перехід керівництва і посібники для плавання укладаються у штурманській рубці.

Карти на перехід приведені у таблиці 2.1.

Книги та посібники приведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.1 – Перелік карт на перехід

Тип карти	Cell No.	Назва карти	Дата випуску
1	2	3	4
Генеральні карти	4071	General Chart Indian Ocean – North Part	2011
	4052	North Pacific Ocean, South – Western Part	2012
	2858	Gulf of Oman to Shatt al 'Arab	2012
	707	Mumbai (Bombay) to Mascat (Masqat)	2008
	4706	Bay of Bengal	2002
	708	Cape Comorin to Mumbai (Bombay)	2015
	827	Bay of Bengal Southern Part	1994
	830	Andaman Sea	1994
Путьові карти	3176	Ajman to Sir Abu Nu'ayr	2011
	3175	Jazirat Al Hamra' Jazireh-ye Sirri	2012
	3174	Western Apprs to Strait of Hormuz	2012
	3172	Strait of Hormuz	2014
	3171	Southern Apprs to Strait of Hormuz	2012
	2851	Masirah to the Strait of Hormuz	2015
	1566	Cape Comorin to Cochin	2016
	1587	Colombo to Cape Comorin	2017
	3700	Weligama to Colombo	2016
	3265	Weligama to Little Basses Reef	2012
	840	Little Andaman to Great Nicobar	2011
	842	Chowra to Great Nicobar	2011
	2777	Indira Point to Teluk Aru and Ujung Kareueng	2010
	1363	Tanjung Jamboayae to Permatang Sedepa	1997

		(One Fathom Bank)	
	1358	Permatang Sedepa (One Fathom Bank) to Singapore strait	1998
	3919	Kruenggeukueh and Blanglancang to Ujung Peureulak	1992
	3920	Ujung Peureulak to Teluk Aru	1994
	3921	Teluk Aru to Kualatanjung	1993
	3945	Kepulauan Sembilan to Port Kelang incl. Pandang and Pulau-Pulau Aruah	1996
	3946	Port Klang to Melaka	2010
	3947	Melaka to Singapore strait	2012
	3833	Singapore strait and Western Approaches	2015
	2598	Main Strait and Selat Phillip	2014
	4035	W Anchorages Jong Fairway	2018
	4037	Keppel Harbour Tanjong Pagar Term	2017
Частні карти та плани	3739	Jebel Ali (Mina' Jabal `Ali) & Appr	2008
	4034	E Jurong Channel & W Keppel	2008
Non – Navigational Charts	4015	Planning Chart for the Indian Ocean	1993
	B6968	Meteorological Chart Indian Ocean	1941
	5375	Magnetic variation, 2010 - and Annual rates of Change - Indian Ocean	2011
	5006	The World Time Zone Chart	1999

Таблиця 2.2 – Перелік публікацій на перехід

Номер	Назва посібника	Дата випуску
1	2	3
	Admiralty Tide Tables	
203	Admiralty Tide Tables Vol 3 - Indian Ocean & South China Sea	2023
204	Admiralty Tide Tables Vol 4, Pacific Ocean (including Tidal Stream Tables)	2023

Продовження табл. 2.2

1	2	3
	Sailing Direction (Pilots)	
63	Persian Gulf	2024
38	West Coast of India	2025
21	Bay of Bengal Pilot	2024
44	Malacca Strait and West Coast of Sumatra	2024
	Admiralty List of Lights and Fog Signals	
79	Admiralty List of Lights & Fog Signals Volume F. Bay of Bengal and Pacific Ocean, north of the Equator.	2024
	Admiralty List of Radio Signals (ALRS)	
281(1)	Volume 1- Part 1. Coast Radio - Stations; Stations Europe, Africa and Asia Europe, excluding the Far East).	2024
281(2)	Volume 1 – Part 2. Coast Radio - Stations; Stations Oceania, the Americas and the Oceania, Far East.	2024
282	Volume 2. Radio Aids to Navigation, Satellite Navigation Systems, Radio Legal Time, Radio Time Signals and Electronic Position Fixing Systems.	2024
283(1)	Volume 3 - Part 1. Maritime Safety Information Services; Europe, Africa and Asia (excluding the Far East).	2024
283(2)	Volume 3 - Part 2. Maritime Safety Information Services; Oceania, the Americas and the Far East.	2024
284	Volume 4. List of Meteorological Observation Stations.	2024
285	Volume 5. Global Maritime Distress and Safety System	2024
286(2)	Volume 6 – Part 2. Pilot Services, Vessel Traffic, Services and Port Operations (Europe, Arctic and Baltic coasts, including Iceland and Faeroe Islands).	2024
286(1)	Volume 6 – Part 1. Pilot Services, Vessel Traffic, Services and Port Operations (United Kingdom and Ireland - including European Channel Ports).	2024
	Distance Tables	
350(2)	Admiralty Distance Tables - Indian Ocean. Covers the Indian Ocean, the South Atlantic Ocean, north west Europe, the Mediterranean, the Caribbean and the Gulf of Mexico.	
	Astronomical Publication	
314	The Nautical Almanac	2024
	Miscellaneous Publications	
131	Catalogue of Admiralty Charts and Publications	
100	The Mariners Handbook (Editions 2016)	
136	Oceans Passages for the World	

Продовження табл. 2.2

1	2	3
735	IALA Maritime Buoyage System	
294	How to correct your charts. The admiralty way	
5011	Symbols and Abbreviations used on Admiralty Charts	
	Software	
	Fairplay 2043 – World Shipping Encyclopedia	
	Ports Guide 2023	
	Collision Regulations 1972 (1990 NE) IMO	
	STCW 95 Code With Amendment 1 & 2	
	Bridge Procedures Guide	
	Watch keeping safety and Cargo management in port	
	International Code of Signals (IMO TYPE)	
	International Code for Fire Safety System (FSS Code)	
	International Convention on Load Lines 1966 - Consolidated Edition	
	International Conference on Tonnage Measurement of Ships 1969	
	Trim & Stability Booklet	
	Search and Rescue Manual IMO	
	International Medical Guide for Ships 2nd Edition	
	MARPOL 73/78 Consolidated Edition 1991	
	Buoyage System IALA	
	SOLAS Consolidated Edition	
	International Code of Signals – 69 with amendments	

2.2.1. Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

Інформація з безпеки на морі (ІБМ, MSI - Maritime Safety Information) включає навігаційні і метеорологічні попередження, метеорологічні прогнози й інші термінові повідомлення, які відносяться до безпеки і є обов'язковою для прийому на всіх судах поза залежністю від району плавання.

У ГМЗЛБ ці функції покладені на службу інформації з безпеки на морі, що є міжнародною координіруємою радіомережею для передач, що включають навігаційні попередження; метеорологічну інформацію та інформацію при пошуку і рятуванні.

Збір і поширення інформації з навігаційних попереджень забезпечується Всесвітньою службою навігаційних попереджень (ВСНП WWNWS - World Wide Navigational Warning Service на основі функціонального керівництва Міжнародною гідрографічною організацією ІНО - International Hydrographic Organization). Метеорологічна інформація забезпечується відповідно до технічних правил і рекомендацій Всесвітньої метеорологічної організації (WMO - World Meteorological Organization). Інформація з пошуку і рятування забезпечується владою, відповідальною за координацію пошуково-рятувальних операцій на морі, рятувально-координаційними центрами (RCC, MRCC), у відповідності зі стандартами і процедурами, установленими Міжнародною морською організацією. Всесвітня служба навігаційних попереджень є міжнародною координованою для поширення навігаційних попереджень (Резолюція ІМО А.706(17)).

У рамках Всесвітньої служби радіонавігаційних попереджень (ВСНП) передаються три види попереджень: Районні попередження НАВАРЕА; Прибережні попередження; Місцеві попередження.

Районні попередження НАВАРЕА являють собою радіонавігаційні попередження далекого радіуса, і передані через могутню радіостанцію.

Увесь світовий океан розділений на 21 морський район, названий НАВАРЕА (МЕТАРЕА) і позначаються римськими цифрами. У кожного з районів мається країна-координатор, відповідальна за збір, аналіз і передачу інформації.

Прибережні попередження (COASTAL WARNINGS) – наступна після району ступінь ВСНП. Деякі райони розбиваються на регіони по числу прибережних країн. Таким чином, регіон - це частина району чи підрайону, у якому одна держава прийняла на себе відповідальність за передачу прибережних повідомлень (ПРП).

Місцеві попередження (LOCAL WARNINGS) – передбачені ВСНП попередження, що відносяться до району, що знаходиться в межах юрисдикції портової влади. Розклад передач кожного району ВСНП ведеться у

встановлений час і повторюється відразу ж після первісної передачі. Передача випереджається сигналом навігаційного попередження і сигналом безпеки “TTT” чи “SECURITE”.

Система НАВТЕКС - міжнародна автоматизована система передачі в режимі вузькополосного літеро печатання навігаційної, метеорологічної й іншої термінової інформації, що відноситься до прибережних вод у радіусі до 400 миль від станції. НАВТЕКС забезпечує передачу метеорологічних прогнозів і всіх штормових попереджень. Служба НАВТЕКС використовує спеціально виділену для цих цілей частоту 518 кГц, на якій берегові станції передають інформацію англійською мовою, розподіливши час роботи кожної станції за розкладом.

У ВСНП весь Світовий океан розділений на 21 район, у кожному з яких мається країна, відповідальна за збір, аналіз і передачу навігаційної інформації.

Формат повідомлень НАВТЕКС: пізнавальний знак передавача (B1) – це спеціальний знак (буква від А до Z), привласнений береговому передавачу, що обслуговує район. Він використовується для впізнання передач, що підлягають прийому. Передавач забезпечує дальність прийому передач судновими приймачами НАВТЕКС до 250-400 миль. Щоб уникнути помилкового прийому передач двох берегових станцій, що мають той самий знак B1, у системі передбачене значне географічне видалення таких станцій друг від друга. Для зменшення перешкод між передавальними станціями розкладу передач враховують відносне географічне положення всіх берегових станцій НАВТЕКС у районі. Передачі розносяться за часом відповідно до матриці передач.

Інформація, передана в системі НАВТЕКС, групується по видах. Кожен вид має спеціально відведений знак B2, що вказує на тип повідомлення, що підлягає передачі. Знак B2 використовується також для виключення з друку тих типів повідомлень, що судну не вимагаються. Знаки B2, використовувані в даний час у системі:

А - Навігаційні попередження

- В - Метеорологічні попередження
- С - Льодові зведення
- Д - Інформація з пошуку і спасіння і піратських нападів
- Е - Метеорологічні прогнози
- І - Повідомлення лоцманської служби
- J - Повідомлення супутникової навігаційної системи
- К - Повідомлення інших радіонавігаційних служб
- Л - Навігаційні попередження (додатково до букви А)
- V, W, X, Y - Спеціальні служби (спробний розподіл)
- Z - Відсутність повідомлень.

Повідомлення зі знаками А, В, D, L не можуть бути виключені з друку.

Кожному повідомленню HAVTEKC у групі інформації одного виду привласнюється порядковий номер від 01 до 99. Цей номер не обов'язково відноситься до порядкової нумерації в інших системах радіонавігаційних попереджень. По досягненні номера 99 нумерація відновляється з 01, але порядкові номери ще діючих повідомлень не використовуються. Номер 00 використовується тільки для життєво важливих повідомлень, таких як первісне повідомлення про нещастя. Повідомлення з цим номером будуть завжди роздруковуватися, якщо передача, що містить такі повідомлення, ідентифікована приймачем як підлягаючому прийому.

Розклад передач HAVTEKC приведено в: ITU List of Radio determination and Special Service Stations, Sect.11, Annex 2; ALRS vol. 3: FLRS vol. 5 (GMDSS).

Таблиця 2.3 – Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

№№ п/п	Радіостан ція	Позначення і межа карти	Зміст передачі	Час передачі
1	2	3	4	5
1	Chennai (Madras)	23°N 80°E 23°N95° E 05°N 80°E 05°N95° E	Surface water temp., Mean monthly climatic conditions, surface pressure analysis, sea surface temp.	02:30, 06:30, 10:30, 14:30, 18:30, 22:30
2	Bangkok		Surface water temp., Mean monthly climatic conditions, surface pressure analysis	00:50, 04:50, 08:50, 12:50, 16:50, 20:50
3	Penang		Surface water temp., Mean monthly climatic conditions, surface pressure analysis, sea surface temp	3:20, 07:20, 11:20, 15:20, 19:20, 23:20
4	Singapore		Surface water temp., Mean monthly climatic conditions, surface pressure analysis, sea surface temp	00:20, 04:20, 08:20, 12:20, 16:20, 20:20

Таблиця 2.4 – Райони NAVAREA, станції NAVTEX на переході

№	Ділянка переходу	Район NAVAREA	NAVTEX	NAVAREA
1	Strait of Hormuz	VIII	Shardja	India
2	India Ocean	VIII	Chennai (Madras [P])	India
3	Malacca strait	XI	Penang [U]	Japan
4	Singapore	XI	Port Singapore [C]	Japan

Таблиця 2.5 – Зв'язок на переході

№	Станція	Спосіб зв'язку	Канали, частоти	Примітки
1	Pilot station Jebel Ali	VHF	16, 9,12,13	Reporting System
2	Belawan	VHF	1,2,18,22	Reporting system area
3	Port Klang	VHF	16, 11	Reporting System,
4	Singapore	VHF	16, 11	Reporting System
5	Pilot station Port Singapore	VHF	1,2 9,13 12,18	Reporting System, Pilot Boarding, Berthing,

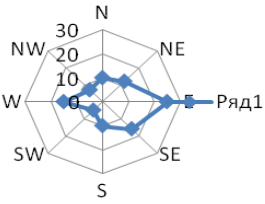
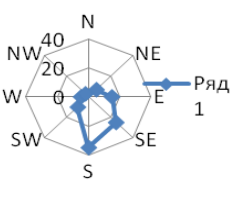
Таблиця 2.6 – СУРС по маршруту переходу

№№	Traffic separation scheme	Station	VHF	Reporting point description
1	2	3	4	5
1	Strait of Hormuz VTS	Bandar Abbas	10,12,16	When entering / leaving VTS area
2	Dondra VTS	Dontra	16	When entering / leaving area
Sector1	Malacca strait Leg 1	Port Klang VTS	66	When entering area
Sector2	Malacca strait Leg 2.3 OFB	VTS Jugra	88	When entering area
Sector3	Malacca strait Leg 4	VTS Cape Rachado	84	When leaving area
Sector4	Malacca strait Leg 5	VTS Undan	61	When entering area
Sector5	Malacca strait Leg 6	VTS Segending	88	When entering area
Sector6	Malacca strait Leg 7	VTS Piai	88	When entering area
Sector7	Singapore strait Leg 8.9	VTS Singapore	73	When entering area
Sector8	Singapore strait Leg 10.11.12.13	VTS Singapore	14	When leaving area

На підставі аналізу навігаційної інформації робимо висновок про достатність інформаційного забезпечення для безпечного плавання на переході.

2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

Таблиця 2.7 - Атмосферний тиск і розшифровка «роз вітрів»

Характеристики за ділянками	Індійський океан			Малакська та Сінгапурська протоки		
Атмосферний тиск, гПа	1008			1009		
Вітер	Роза вітрів № 1			Роза вітрів № 2		
Направлення вітру	Повторюваність вітру, %			Повторюваність вітру, %		
	Сумарна	11-15м/с	>16м/с	Сумарна	11-15м/с	>16м/с
N	10					
NE	12			7		
E	25	4	1	15		
SE	16			25	6	2
S	10			35		
SW	5			10		
W	15			5		
NW	7			3		
Результуючий вітер	направлення, у румбах		ESE	направлення, у румбах		ESE
	швидкість, м/с		15	швидкість, м/с		11
Максимальна швидкість вітру, м/с	спостережена		14	спостережена		10
	розрахункова		16	розрахункова		13
Повторюваність штилів, %	50			60		
Схема «рози вітрів»						

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

Характеристики за ділянками		Індійський океан	Малаккська та Сінгапурська протоки
1		2	3
Температура повітря, °C		30	29-30
Температура води, °C		27	26
Відносна вологість, %		80	60-70
Повторюваність туманів, %		1	1
Видимість менше 2 міль			
Хмарність, бали		4-6	6
Солоність води, ‰		34	33
Щільність води, г/см ³ (або кг/м ³)		1,023	1,02
Постійні течії	назва	Мусоне	
	термодинамічна характеристика		
	направлення	N, NE	NW
	швидкість, вузл.	1	0,5
	стійкість	50-75	50-75
1		2	3
Швидкість припливних течій, вузл.		1-2	1
Висота хвиль, м	середня	1-2	0.5
	максимальна	6	1
Період хвиль, с		16	18

2.2.3. Збір та аналіз навігаційної інформації при прибрежному плаванні

Порт Джебел Алі розташований на узбережжі Перської затоки близько 37 км до SW від порту Дубай. Порт складається із зовнішньої та внутрішньої гавані. Зовнішня гавань має довжину близько 2.3 км завдовжки та 600 метрів завширшки з глибиною 14 метрів. Внутрішній басейн має довжину 3.7 км, 425 метрів завширшки з глибиною 13 метрів. Порт працює 24 години на добу і здатний приймати всі види суден.

Зв'язок. Черговий канал порту VHF Ch 16, допоміжний канал Ch 18. За підходом до порту необхідно зв'язуватися по УКХ з портом "Jebel Ali Port Control" та уточнювати час прибуття до місця прийому лоцмана.

Вільна практика надається по радіо чи телексу. У порту потрібно пред'являти сертифікат дератизації.

Кордони порту Джебел Алі виходять на 5 миль у Перську затоку. Вхідний портовий канал починається за 8 миль від берега і обмежений червоним і білим буями, розташованими в координатах 25°06'N 054°33'E. Глибина вхідного каналу 15 метрів, ширина зменшується від 280 до 235 метрів і знову збільшується до 300 метрів біля входу в порт.

Лоцманська служба порту працює 24 години на добу. Лоцманське проведення обов'язкове для всіх суден, канал зв'язку VHF Ch 16. Лоцман замовляється мінімум за 2 години до приходу в порт і за 1 годину до виходу. Місце висадки-посадки лоцмана знаходиться на північ від вхідного каналу в порт.

Кордони якірної стоянки позначені на картах. Слід зазначити, що ґрунт тримає погано і необхідно витравлювати більше якірного ланцюга, ніж належить. Також слід звертати увагу на трубопроводи та кабелі поблизу берега та якірної стоянки, оскільки їх становище та кількість постійно змінюється. Постановка на якір поблизу кабелів та трубопроводів заборонена.

Приливна хвиля у порту Джебел Алі близько 1.14 метра.

Навігаційні засоби: маяк Jebel Ali Lightfloat (25 ° 10 ' N 054 ° 52' E) з Расон знаходиться в 13 милях NW від входу в порт. Також добре помітні 2 технічні станції з високими трубами біло-червоного кольору на узбережжі за 5 миль до NE від маяка Mina Jebel Ali . Радіомачта висотою 91 метр добре видніється до NE з південного боку гавані від No 1 Tanker Berth . Маяк Mina Jebel Ali знаходиться заввишки 50 метрів, розташований на SW частині порту.

У порту є 3 потужні буксири.

Для оформлення судна в порту необхідні наступні документи

- 2 Crew Lists on arrival, 2 on departure;
- 2 Crew Effects Declarations (FAL Form 4);
- 3 General Declarations;
- 2 Passenger Lists;
- Stores List (FAL Form 3);
- 1 Stowaway List.

- 1 Bill of Lading;
- 1 Cargo List, manifest or certificate;
- 1 Cargo Record Book;
- 1 Cargo Ship Safety Certificate;
- 1 Cargo Ship Safety Construction Certificate;
- 1 Cargo Ship Safety Equipment Certificate;
- 1 Cargo Ship Safety Radio Certificate;
- 1 Cargo Ship Safety Radiotelegraphy Certificate;
- 1 Cargo Ship Safety Radiotelephony Certificate;
- 1 Crew List;
- 1 Dangerous Cargo List (if applicable);
- 1 Exemption Certificate;
- 1 Gas Free Certificate (if applicable);
- 1 International Load Line (Exemption) Certificate (1966);
- 1 International Oil Pollution Prevention Certificate;
- 1 International Tonnage Certificate (1996);
- 1 ISSC;
- 1 Log Book;
- 1 Medical Certificates of ILO Convention No. 73;
- 1 Medical Examination of Seafarers;
- 1 Minimum Safe Manning Document, Certificates of Competency;
- 1 Oil Record Book I and II;
- 1 Passenger Ship Safety Certificate;
- 1 Ship Oil Pollution Emergency Plan (SOPEP), applicable from 3 April 1995;
- 1 Ship's Register or Certificate of Registry;
- 1 Stability Information;
- 1 Stores List.

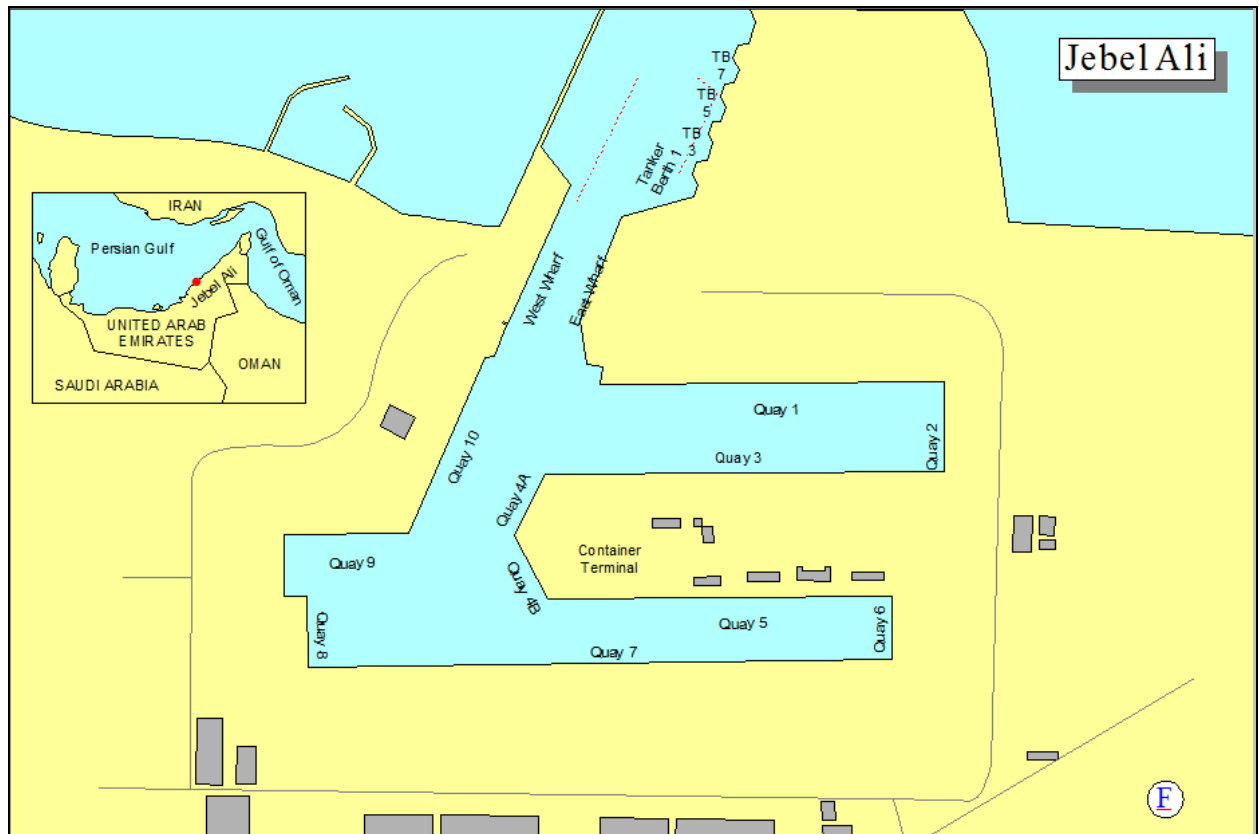


Рисунок 2.1 – План порту Джебель Алі

Порт Сінгапур (Сінгапур).

Загальний огляд. Сінгапурський морський порт є одним з найбільших портів Азії і світу і розташований на площі майже в шістсот гектарів. Щороку в морський порт заходять понад 140 тисяч судів, а контейнерний вантажообіг сінгапурського порту становить понад 26 мільйонів вантажних контейнерів. Сінгапурський порт обладнаний причалами для суден різного типу, обслуговує 250 регулярних ліній і щодоби приймає близько 150 суден.

The Maritime and Port Authority of Singapore (MPA) видали Port Marine Circular. Капітанам, екіпажам, власникам суден та іншим зацікавленим особам слід ознайомитися з даним документом на сайті: www.mpa.gov.sg

Максимальні розмір. Draught 24.5 m.

Лоцманська провідка. Обов'язкова для усіх LPG та Chemical танкерів та інших суден валовою місткістю 300 GT і більше (А район).

Якірні стоянки. Існує 33 місця для якірної стоянки в залежності від типу судна, вантажу, довжини та осадки судна.

Буксирне забезпечення. Конкретних місць чи координат для прийняття буксирів немає, буксири замовляються лоцманом на підході до причалу. Буксири доступні цілодобово.

Повідомлення про прибуття. Процедури повідомлення застосовуються до пасажирських суден та суден 300 GT або більше.

Власник, агент, капітан або особа, відповідальна за це судно, повинен повідомити капітана порту:

- принаймні за 12 годин до прибуття судна в Сінгапур;
- як тільки судно відправляється, якщо воно прибуває з іншого порту з менш ніж 12-годинним часом переходу в Сінгапур; або
- принаймні за 24 години, якщо судно несе небезпечні і шкідливі речовини навалом.

Повідомлення має містити відомості про таких вантажах відповідно до Морського циркуляру порту № 15 від 2018 року.

Повідомлення про прибуття повинне включати в себе:

- a) назву судна
- b) позивний судна
- c) MMSI
- d) IMO номер
- e) Draft
- f) Air draft
- g) ім'я агента
- h) ETA
- i) напрямок руху судна (звідки)
- j) останній порт
- k) slop / sludge (y / n)
- l) CLC92 (y / n)
- m) remarks (defects, thrusters, fire hazards, hazardous cargo, damage, assistance required)

Копії наступних документів повинні бути підготовані до прибуття в Сінгапур:

Bunker Convention Certificate

Certificate of Fitness (Liquid Bulk Dangerous Substances (including liquefied gases))

Certificate of Insurance or other Financial Security in respect of Civil Liability for Oil Pollution

Damage (CLC) Certificate for vessel carrying in bulk a cargo of more than 2,000 tons of persistent oil

Certificate of Insurance for passenger vessel1- Certificate of Registry

Crew Lists

Document of Compliance

General Declarations for Departure, duly completed

International Air Pollution Prevention Certificate

International Sewerage Pollution Prevention Certificate

International Ship Security Certificate

International Oil Pollution Prevention (IOPP)

Certificate with approved Shipboard Oil Pollution

Emergency Plan (SOPEP) and if applicable, compliance with Regulation 13G of Annex 1 of MARPOL 73/78

International Load Line Certificate

Passenger Lists (if applicable)

Passenger Ship Safety Certificate (passenger vessels only)

Safety Management Certificate

Safety Certificate (alternative to the 3 certificates referred to immediately above)

Ship Safety Construction Certificate

Ship Safety Equipment Certificate

Ship Safety Radio Certificate.

Схематичний загальний план порту Сінгапур наведено на рис. 2.2.

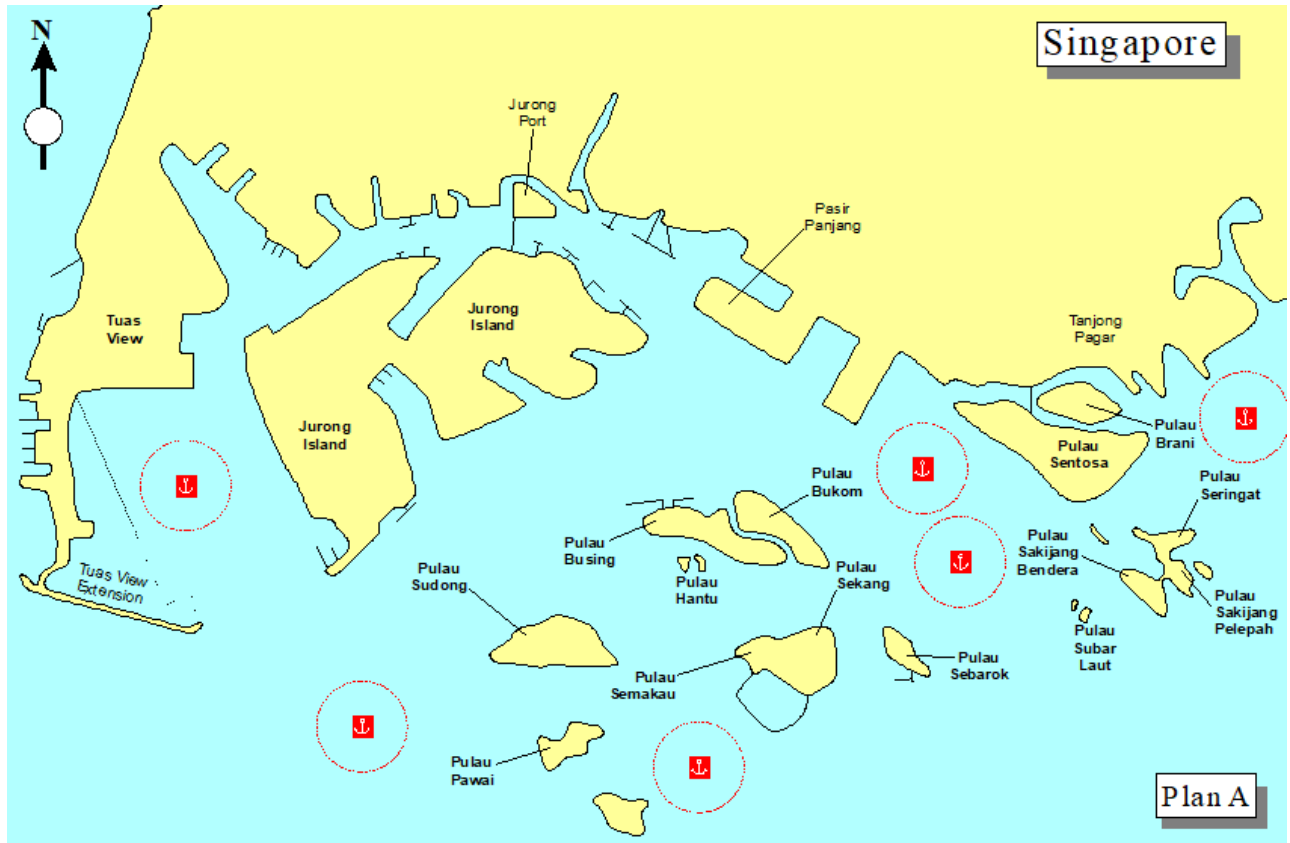


Рисунок 2.2 - План порту Сінгапур

Таблиця 2.9 – Засоби навігаційного обладнання

№	Name	Position		Characteristics	Range, nm
		φ	λ		
1	Duffer in	26°27.1'N	056°33.1'E	Fl(2)W*6s	14
2	Dondra	06°17.7'N	080°33.6'E	Fl(3)W*15s	10
3	Pulau Jarak	03°58.6'N	100°05.7'E	Fl(2)W*15s	20
4	Blenhe in Shoal	03°00.3'N	101°51.8'E	FlW*3s	14
5	Sandwaves	02°49.3'N	100°56.2'E	Q(6)+LFlW*15s	11
6	Sepat	02°34.1'N	101°23.3'E	QW*1s	15
7	G.Raleigh	02°06.8'N	101°53.0'E	Q(2)W*5s	15
8	Rob Roy Bank	01°54.5'N	102°03.0'E	Fl(2)W*10s	14
9	Mudan Utara	01°37.2'N	102°57.1'E	Fl(2)W*6s	15
10	Tg Piai	01°15.5'N	103°30.6'E	FlW*3s	15
11	Takong Kecil	01°06.0'N	103°43.1'E	Fl(2)W*10s	12
12	Batu Berhanti	01°10.8'N	103°53.1'E	FlW*8s	13
13	Batu Berhanti	01°10.8'N	103°53.1'E	FlW*8s	13

2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1 Розрахунок ортодромії

Розрахунок локсодромії і ортодромії виконаємо аналітичним способом для найдовшої ділянки переходу. Задаємося відповідними координатами:

$$\begin{array}{ll} \varphi_{\text{Н}} = 11^{\circ} 07' \text{ N} & \varphi_{\text{К}} = 07^{\circ} 50' \text{ N} \\ \lambda_{\text{Н}} = 80^{\circ} 23' \text{ E} & \lambda_{\text{К}} = 93^{\circ} 20' \text{ E} \end{array}$$

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

$$\begin{array}{ll} \varphi_{\text{К}} & 07^{\circ} 50' \\ -\varphi_{\text{Н}} & 13^{\circ} 07' \\ \Delta\varphi & 5^{\circ},28 \text{ (до N)} \end{array}$$

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

$$\begin{array}{ll} \lambda_{\text{К}} & + 93^{\circ} 20' \\ -\lambda_{\text{Н}} & - 80^{\circ} 23' \\ \Delta\lambda & 12^{\circ},95 \text{ (до E)} \end{array}$$

3. Знаходимо різницю меридіональних частин (m):

$$m = 3437,75 * \ln [\operatorname{tg} (45 + \varphi_{\text{К}} / 2) / \operatorname{tg} (45 + \varphi_{\text{Н}} / 2)]$$

$$m = 322,495.$$

4. Визначаємо локсодромічний курс по формулі:

$$K_{\text{Л}} = 360^{\circ} * \arccos (m / \sqrt{m^2 + \Delta\lambda^2})$$

$$K_{\text{Л}} = 112,5^{\circ}.$$

5. Розраховуємо локсодромічну відстань:

$$S_{\text{Л}} = \Delta\varphi / \cos K_{\text{Л}} = 826,93 \text{ милі.}$$

6. Розраховуємо довжину ортодромії за формулою:

$$D = \arccos (\sin \varphi_{\text{Н}} \sin \varphi_{\text{К}} + \cos \lambda_{\text{Н}} \cos \lambda_{\text{К}} \cos \Delta\lambda).$$

$$D = 826,88 \text{ милі.}$$

7. Визначаємо доцільність плавання по ортодромії:

$$\Delta D = S_{\text{Л}} - D.$$

$$\Delta D = 826,93 - 826,88 = 0,05 \text{ милі.}$$

В даному випадку не доцільно виконувати плавання по ортодромії.

2.3.2 Складання маршрутних листів

Відповідно до рекомендацій ІМО, при плануванні рейсу були складені маршрутні листи, які знаходяться на штурманському столі. Протягом рейсу в маршрутні листи (рис. 2.3) можуть вносити необхідні зміни.

2.3.3 Графічний план переходу

Результати навігаційного планування переходу оформляють у вигляді графічного плану переходу.

WP	Lat	Lon	RL/GC	Distance	Course	Total Distance	Port XTE	Stb. XTE
0	25° 07.800' N	054° 47.700' E	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
1	25° 23.700' N	054° 49.400' E	RL	15,93 nm	005,6 °	15,93 nm	0,10 nm	0,10 nm
2	26° 25.600' N	056° 08.900' E	RL	94,59 nm	049,3 °	110,51 nm	0,10 nm	0,10 nm
3	26° 33.300' N	056° 27.900' E	RL	18,70 nm	065,8 °	129,21 nm	0,10 nm	0,10 nm
4	26° 33.300' N	056° 33.400' E	RL	4,93 nm	090,0 °	134,14 nm	0,10 nm	0,10 nm
5	25° 29.800' N	057° 02.800' E	RL	68,63 nm	157,3 °	202,77 nm	0,10 nm	0,10 nm
6	08° 00.000' N	077° 06.000' E	RL	1553,71 nm	132,3 °	1756,48 nm	0,10 nm	0,10 nm
7	06° 02.000' N	079° 52.000' E	RL	202,57 nm	125,4 °	1959,05 nm	0,10 nm	0,10 nm
8	05° 43.000' N	080° 30.000' E	RL	42,33 nm	116,5 °	2001,38 nm	0,10 nm	0,10 nm
9	06° 18.000' N	095° 15.000' E	RL	882,43 nm	087,7 °	2883,81 nm	0,10 nm	0,10 nm
10	05° 33.000' N	097° 30.000' E	RL	141,78 nm	108,4 °	3025,59 nm	0,10 nm	0,10 nm
11	04° 00.000' N	099° 35.000' E	RL	155,36 nm	126,6 °	3180,96 nm	0,10 nm	0,10 nm
12	03° 00.000' N	100° 47.000' E	RL	93,53 nm	129,7 °	3274,49 nm	0,10 nm	0,10 nm
13	02° 55.200' N	100° 52.200' E	RL	7,06 nm	132,6 °	3281,55 nm	0,10 nm	0,10 nm
14	02° 47.800' N	101° 00.000' E	RL	10,73 nm	133,3 °	3292,28 nm	0,10 nm	0,10 nm
15	02° 34.500' N	101° 25.000' E	RL	28,30 nm	117,9 °	3320,58 nm	0,10 nm	0,10 nm
16	02° 06.900' N	102° 00.000' E	RL	44,52 nm	128,1 °	3365,10 nm	0,10 nm	0,10 nm
17	01° 53.900' N	102° 14.000' E	RL	19,07 nm	132,7 °	3384,17 nm	0,10 nm	0,10 nm
18	01° 38.300' N	102° 47.400' E	RL	36,87 nm	114,9 °	3421,04 nm	0,10 nm	0,10 nm
19	01° 23.700' N	103° 10.500' E	RL	27,32 nm	122,1 °	3448,36 nm	0,10 nm	0,10 nm
20	01° 12.700' N	103° 23.000' E	RL	16,63 nm	131,2 °	3464,99 nm	0,10 nm	0,10 nm
21	01° 10.000' N	103° 27.500' E	RL	5,25 nm	120,8 °	3470,24 nm	0,10 nm	0,10 nm
22	01° 10.300' N	103° 34.200' E	RL	6,72 nm	087,5 °	3476,96 nm	0,10 nm	0,10 nm
23	01° 12.600' N	103° 36.000' E	RL	2,91 nm	038,2 °	3479,87 nm	0,10 nm	0,10 nm
24	01° 12.300' N	103° 39.700' E	RL	3,72 nm	094,6 °	3483,59 nm	0,10 nm	0,10 nm
25	01° 13.700' N	103° 42.600' E	RL	3,22 nm	064,4 °	3486,81 nm	0,10 nm	0,10 nm
26	01° 14.500' N	103° 44.600' E	RL	2,16 nm	068,3 °	3488,96 nm	0,10 nm	0,10 nm
27	01° 15.000' N	103° 46.200' E	RL	1,68 nm	072,8 °	3490,64 nm	0,10 nm	0,10 nm

Рисунок 2.3 - Маршрутні листи

На графічному плані (рисунок 2.4) наноситься наступна інформація: курс судна, назви портів відходу і заходу, основні течії, рози вітрів та інша інформація.

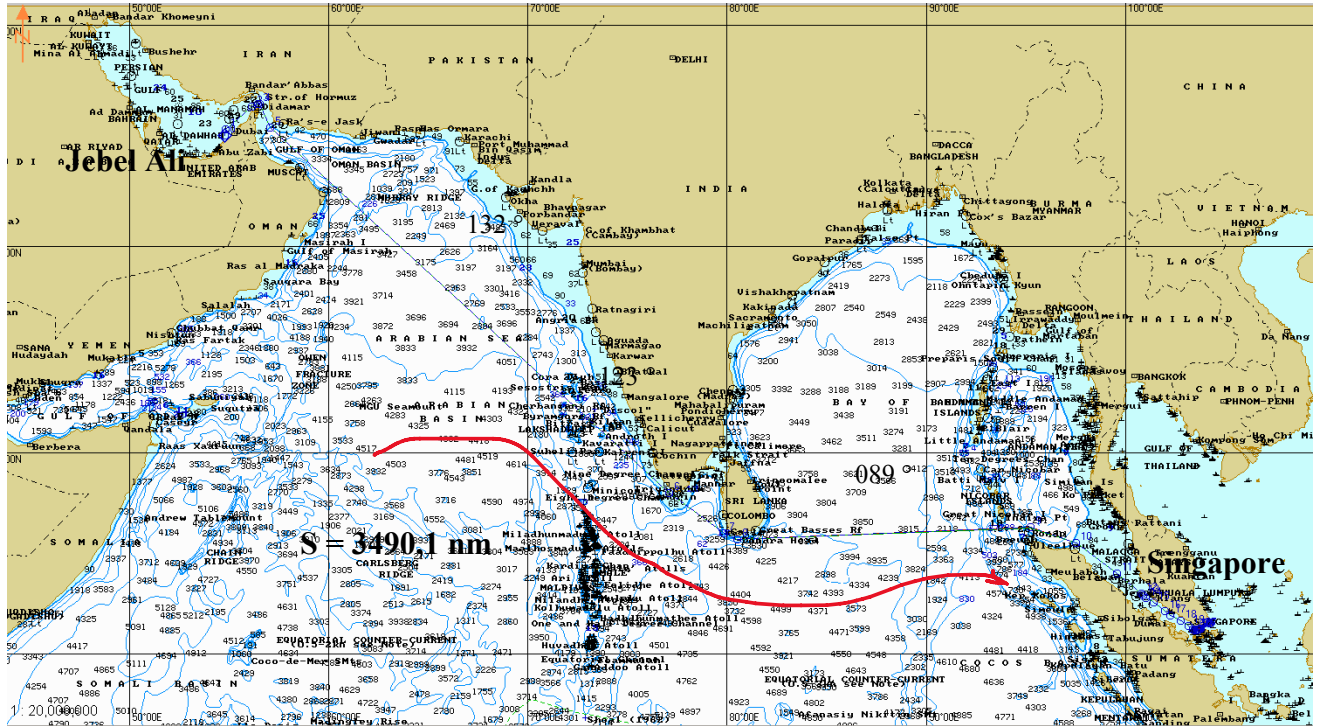


Рисунок 2.4 – План переходу

2.3.4 Розрахунок природної освітленості

Розрахунки освітленості виконують двома послідовними наближеннями:

- за широтою φ і датою запланованого плавання виберемо з Nautical Almanac без інтерполяції моменти місцевого середнього часу (LMT) сходу і заходу Сонця і Місяця.
- по довготі λ передбачуваного місця на полудень кожної доби переводять моменти в судновий час (ZT) та на кожний такий момент знаходять прокладенням наперед координати φ і λ місця судна. Далі розраховуються по Nautical Almanac моменти (ZT) явищ, які характеризують освітленість (користуючись для інтерполяції таблицями: "Conversion of ARC to Time" і "Tables for Interpolating Sunrise, Moonrise, etc". Результати вносять в таблицю.

По широті місця судна φ і схиленню Сонця δ на моменти його сходу і заходу по формулі $\text{tg } A$ розрахуємо азимути Сонця (Z) при сході і заході, які також внесемо до таблиці 2.11.

$$\text{tg}(A) = \cos(d) * \sin(t) / (\cos(d) * \sin(\varphi_k) * \cos(t) - \sin(d) * \cos(\varphi_k)), \quad (2.1)$$

де: A - азимут (від точки півдня по часовій стрілці)

d - склоненіє світила

φ_k - широта місцевості

t - часовий кут.

Для отримання місцевого часу явища (Correct LMT) треба у табличний час ввести дві поправки:

$$\text{Correct LMT} = \text{LMT for Lat} + \text{Lat correction} + \text{Long correction}.$$

Місцевий час явища переводять у Грінвічний:

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

Грінвічний час явища переводять в судновий:

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

У таблиці 2.11 приведено елементи освітленості на початок, середину та кінець рейсу.

Таблиця 2.11 - Елементи освітленості на початок, середину та кінець рейсу.

Date	Twilight	SUN				Twilight	MOON		
		Sun-rise ZT	Z	Sun-set ZT	Z		Moon-rise ZT	Age	Moon set ZT
02.07	04:57	05:48	67°	18:41	248°	19:31	10:36	14	22:51
06.07	05:17	06:06	68°	18:16	249°	19:06	14:20	18	01:45
09.07	04:30	05:24	67°	18:35	249°	19:42	19:45	21	06:34

2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

Розрахунок приливних явищ та побудову графіків приливів здійснюємо для портів відходу та приходу.

Таблиця 2.12 – Приливні явища в порту Джебель Алі

02.07.2025		
D	Time	Height
High	4:36	1,6 m
	18:11	1,6 m
Low	11:23	0,6 m
	23:37	1,0 m

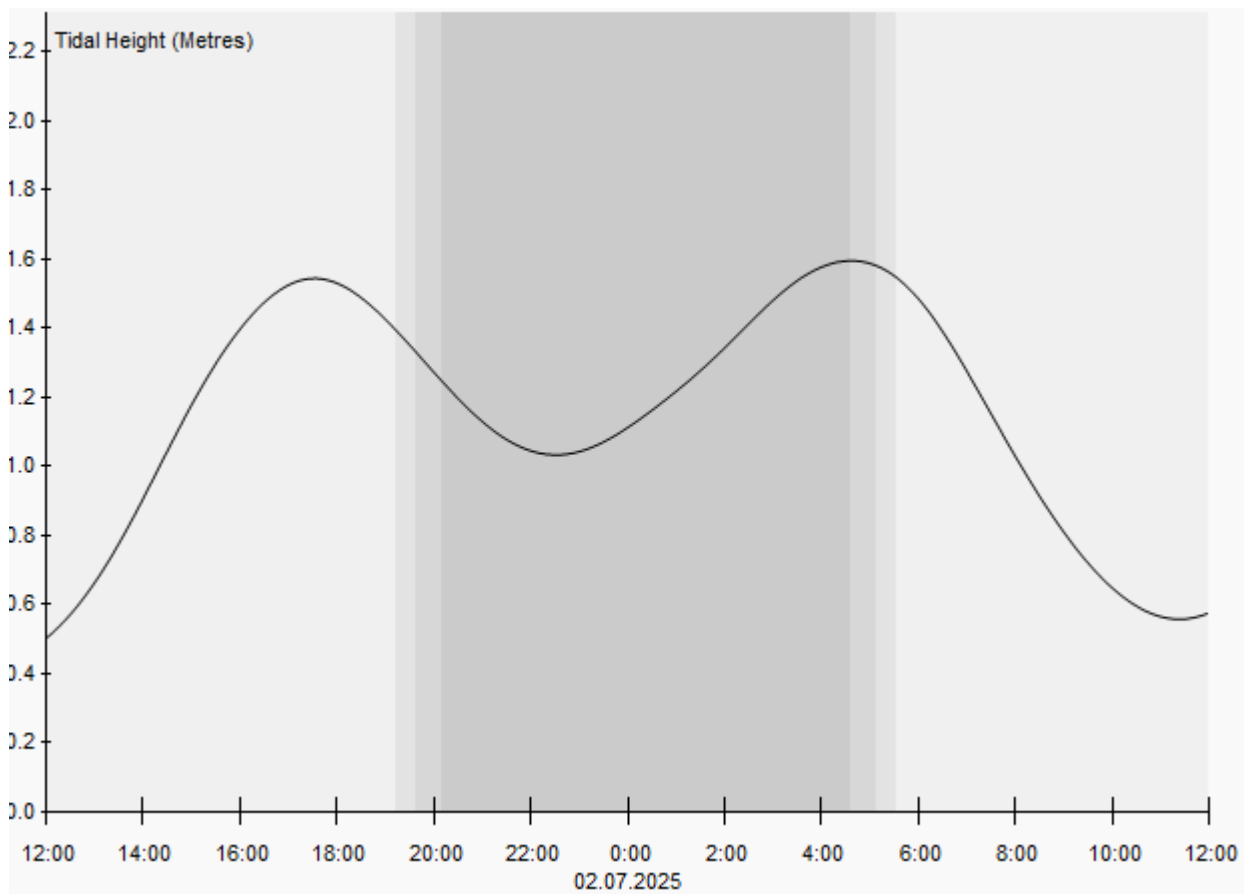


Рисунок 2.5 – Графік приливів у порту Джебель Алі

Таблиця 2.13 – Приливні явища в порту Сінгапур

08.07.2025		
	Time	Height
High	11:00	2,0 m
	21:23	2,4 m
Low	3:46	0,4 m
	15:35	1,4 m

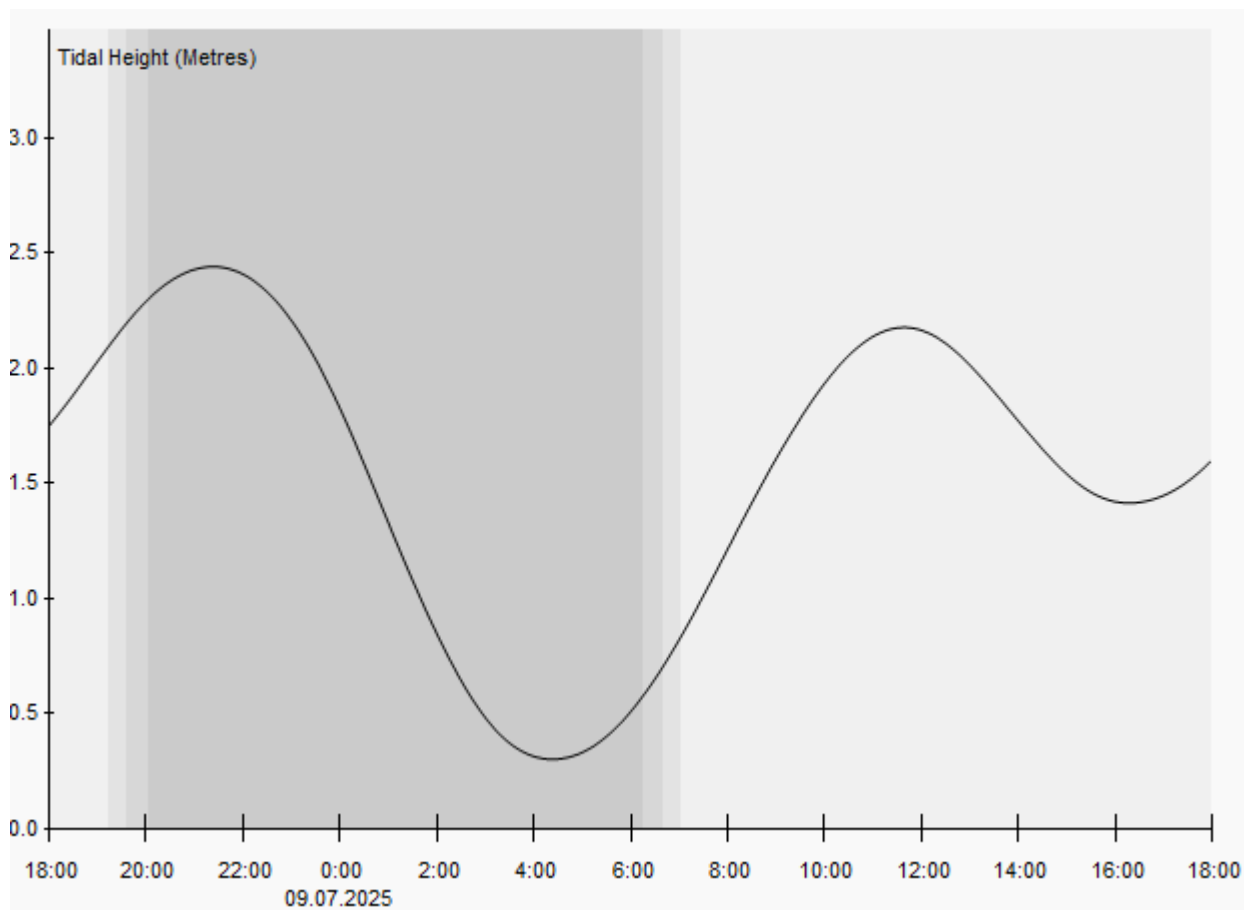


Рисунок 2.6 – Графік приливів у порту Сінгапур

2.4 Висновки

Аналіз показників навігаційного переходу показує його безпечність протягом всього переходу.

3. ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ

3.1. Транспортні характеристики вантажів.

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

До перевезення представлена сира нафта.

Сира нафта (crude oil) – горюча масляна рідина зі специфічним запахом, яка розповсюджена в оболонці Землі.

Утворюється разом з газоподібними вуглеводнями на глибині понад 1,2 - 2 км . Поблизу земної поверхні перетворюється в напівтвердий асфальт (гірська смола - суміш бітумів з мінеральними речовинами: вапняк, піщаник). Нафта є основною сумішшю граничних і ненасичених вуглеводнів з різною молекулярною масою і наявністю кисневих, сірчистих і азотних сполук. Зміст вуглеводнів в нафті коливається в межах 95-98%. Вуглеводневий склад нафти і процентний вміст бензинових і гасових фракцій (дистиляти) залежить від родовища.

У світовій практиці прийнято класифікувати сиру нафту за вмістом у ній сірки і щільності. За вмістом сірки нафти поділяються на малосірчисті (до 0,5% S), сірчисті (0,5-2% S) і високосірчисті (понад 2% S). За щільністю нафти поділяються на три групи: на частку легкій нафті ($\rho = 0,8500 - 0,8700$) припадає близько 60% світового видобутку, на долю середніх ($\rho = 0,8710 - 0,9100$) до 31%, на частку важких (ρ більш 0,9100) - близько 10%. Компоненти важкої нафти складаються в основному з тяжких мастил, смол і парафінів, які спільно з механічними домішками (глина, пісок, іржа) складають «мертві залишки» в вантажних танках. Нафта іменуються за місцем їх видобутку. Змішання двох сортів нафти неприпустимо. В'язкість сирої нафти змінюється в широких межах і залежить від хімічного і фракційного складу і вмісту асфальтосмолистих речовин. Залежно від фракційного складу і тиску насичених парів температура спалаху коливається від -35°C до $+28^{\circ}\text{C}$, тобто сира нафта є дуже небезпечним вантажем, тому її транспортування

здійснюється під шаром інертного газу. Використовуючи властивості сирої нафти розчиняти смолисті і парафіно-асфальтові відкладення, її застосовують для миття танків. Нафта в воді при звичайних умовах практично нерозчинна, але може утворювати з нею стійкі емульсії. Нафта не акумулює статичну електрику. Сира нафта є сировиною для виробництва нафтопродуктів: палива, мастильних матеріалів, розчинників, дорожніх покриттів, нафтохімічної сировини і для інших цілей. Для отримання палива використовується процес прямої перегонки нафти - поділ нафти на складові частини (фракції), що википають в певному інтервалі температур, з метою отримання бензину, лігроїна, гасу, мазуту, мастил та ін. Крім перегонки використовуються крекінг (розщеплення) - переробка нафти або її фракцій для отримання головним чином моторних палив і сировини для хімічної промисловості.

Характеристики сирої нафти.

Щільність вантажу - 0,8771 г/см³ при $t = 15^{\circ}$, відноситься до категорії легких нафт.

В'язкість - 1,0-35 мм²/сек.

Тиск парів (RVP) - 0,70 кг/см²

Токсичність - ГДК = 0,4

Температура спалаху - 58°

Температура вантажу - 20°

Не акумулює статичну електрику

Перевозиться наливом під шаром інертного газу

Перевезення наливних вантажів морем регламентуються міжнародними документами:

- International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 74/78), Chapters VI, VII;
- International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78);
- International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code);

- International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk (IBC Code);

- Code of Federal Regulations, Title 46, Part 150 (CFR 46, 150);

44

- International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (IGC Code);

- International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals (ISGOTT).

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

У вантажних документах вказують рід, кількість і особливі властивості вантажу, порти навантаження, вивантаження і перевалки, найменування відправника, перевізника та одержувача вантажу і т.п. Після підписання вантажних документів перевізником на нього покладається матеріальна відповідальність за те, що кількість і стан вантажу в порту призначення буде повністю відповідати зазначеним в документах.

Склад вантажних документів, їх призначення, реквізити і порядок оформлення трохи різняться, в залежності від виду плавання і форми організації доставки вантажу - міжпортове морське сполучення або прямого змішаного залізнично-водне сполучення.

Вантажний список.

Рішення задач завантаження судна і можливості відправки різних вантажів на одному судні починають зі складання вантажного списку, тобто списку всіх партій вантажу, які повинні бути завантажені на судно. Вантажний список необхідний для будь-якого виду перевозок, оскільки він дозволяє визначити варіанти раціональної завантаження вантажних приміщень і можливість спільного перевезення різних вантажів.

Доручення на відвантаження експортного вантажу.

При відвантаженні експортних товарів первинним документом для оформлення окремої партії вантажу є доручення на відвантаження

експортного вантажу. Його виписує вантажовідправник і спільно з вантажними списками передає в транспортно-експедиторську контору порту (ТЕК) за 48 год до подачі судна під навантаження. Доручення повинно бути завізована митницею і має супроводжуватися необхідними свідоцтвами та іншими документи, які сліднують разом з вантажем. Доручення складають в п'яти примірниках, з яких один залишається в ТЕК порту, другий - на складі, третій - в експедиторській групі причалу, який здійснює відвантаження.

Два примірника доручення з усіма додатками вручають судовій адміністрації. У дорученні вказують: порт навантаження і вивантаження, найменування судна, кінцевий пункт призначення, рід і кількість вантажу, його особливі властивості. Крім того, доручення містить вказівки з оформлення основного документа – коносамент (на чие ім'я має бути виписаний коносамент, кількість оригіналів та копій, умови перевезення, приналежність вантажу до групи МОПОГ, порядок оплати фрахту і т.п.). Вантажний помічник перевіряє правильність заповнення доручення, наявність всіх необхідних відомостей про вантаж, після чого дає дозвіл на навантаження. Візуючи документ, він одночасно вказує номер вантажного приміщення, де повинна бути розміщена дана партія. Вся партія вантажу, що відправляється по одному дорученням, повинна розміщуватися в одному місці, що полегшує рахунок вантажу і його своєчасну здачу одержувачу.

Штурманська розписка.

Після закінчення навантаження всієї партії вантажу на судно вантажний помічник капітана дає розписку в прийнятті вантажу на обох примірниках доручення. Ця розписка вантажного помічника в прийнятті вантажу називається штурманською розпискою і є доказом того, що вантаж переданий на судно. У тому випадку, якщо виявлено розходження місць, а перевірка неможлива, в штурманській розписці роблять оговорку: «стільки-то місць у супереччі» і складають акт на розбіжність у рахунку між портом і судном. Один примірник розписки, оформлений належним чином, передають порту і

на підставі її виписують коносамент на вантаж, а другий примірник залишають на судні.

В іноземних портах здача вантажу на судно проводиться по документу, аналогічного дорученням, який зазвичай називають «Shipping order». Найменування і склад передавальних документів дещо різняться в залежності від країни і порту навантаження, але їх призначення і роль в оформленні передачі вантажу в цілому аналогічні функціям доручення.

Коносамент.

Коносамент відноситься до числа найважливіших вантажних документів і використовується як при каботажних перевозах, так і в закордонному плаванні. Основні умови коносамента сформульовані в типових проформах, рекомендованих міжнародними організаціями БІМКО і Федерацією транспортно-експедиторської асоціації (ФІАТА). Більшість великих судноплавних компаній використовують ці умови, включаючи в коносаменти спеціальні статті (additional conditions), що відображають специфіку даної конкретної лінії. Коносамент виконує 3 функції: є розпискою судна (перевізника) в прийнятті вантажу, товаророзпорядчим документом, а також служить доказом наявності і змісту договору морського перевезення або сам виступає в якості такого (наприклад, в лінійному судноплаванні). Згідно з вимогами КТМ, в коносаменті повинно бути зазначено назву судна, найменування перевізника і відправника, найменування одержувача або вказівка, що коносамент видано на пред'явника, відомості про фрахт і платежі, належних перевізнику, порт навантаження і пункт призначення вантажу, найменування вантажу, його маса, кількість місць і маркування, місце і дата видачі коносамента, число оригіналів та копій.

Коносамент виписують на кожну партію вантажу, прийняту на судно по кожному окремому дорученню, його складають не менше ніж у двох примірниках; один підписаний капітаном судна, видають відправнику, а другий слідує при вантажу. За бажанням відправника йому видають кілька оригіналів коносамента, причому передбачено, що після видачі вантажу по

одному з них інші втрачають силу. Крім оригіналів, при оформленні кожного перевезення виписують певну кількість копій коносаментів, які направляють в комерційну службу, агентам в портах відправлення і призначення, митницю і т.п.

На відміну від оригіналу копії не можуть використовуватися як товаророзпорядчий документ, як свідоцтво на право отримання вантажу від перевізника і на них наноситься відповідний штамп (copy, not negotiable).

Кількість складених і підписаних примірників оригіналу і копій вказують на лицьовій стороні коносаментів.

Залежно від часу підписання розрізняють два види коносаментів-на вантаж, прийнятий до відправки, і коносаменти на вантаж, вже навантажений на судно. Першу форму застосовують в лінійному судноплавстві і каботажі, причому коносамент підписує пароплавство або його агент (порт), в другому випадку факт прийняття вантажу на судно підтверджує своїм підписом капітан.

Коносамент, підписаний пере візником (капітаном) в терміни, передбачені договором купівлі-продажу товару і без будь-яких застережень в частині кількості та стану вантажу, є доказом належного виконання продавцем своїх зобов'язань по торговій угоді.

Підписаний капітаном оригінал коносаментів продавець направляє покупцеві вантажу. Останній після отримання коносаментів стає юридичним власником вантажу.

При підписанні коносаментів ретельно перевіряють, перенесені чи в нього все застереження про стан вантажу (тари) і про розбіжності в рахунку місць, які були зроблені в штурманських розписках, так як з моменту підписання коносаментів вся відповідальність за вантаж покладається на судно (перевізника).

Не допускається підписання коносаментів до повного закінчення навантаження даної партії, так як в подальшому може виявитися недостача або неякісний стан вантажу (тари). Нарешті, не можна підписувати

коносаменти заднім числом, п про наскільки ку це є порушенням зобов'язань перевізника по відношенню до одержувача вантажу.

До підписання коносамента повинні бути врегульовані всі питання, пов'язані з оплатою фрахту, авансу фрахту чи інших платежів в порту відправлення, відповідно до порядку взаєморозрахунків, який передбачається по даній перевезення та вказано в коносаменті.

У портах коносаменти оформляються агентами.

Маніфест.

Маніфест - список вантажів, прийнятих н а судно, який складають окремо для кожного порту призначення на основі відомостей, зазначених у коносаментах. По кожній партії вантажу в маніфесті наводять такі дані: номер коносамента, маркування та кількість вантажних місць, рід вантажу, його масу і об'єм, найменування відправника і одержувача, загальну суму нарахованого фрахту і фрахт, сплачений відправником ..

Маніфести становить агент (порт) в необхідній кількості примірників- для пароплавства, судна, агента в порту призначення, митниці і т. П. Їх використовують для контролю за правильністю приймання-здачі вантажу та оплати фрахту Митниця на основі маніфестів перевіряє вантажі і проводить розрахунок мит і зборів, а також веде статистику експортно-імпортного вантажообігу.

Вантажний помічник капітана зобов'язаний ретельно звірити дані, зазначені в маніфестах, з судновим комплектом штурманських розписок.).

Виконавчий вантажний план.

Виконавчий вантажний план складається за результатами навантаження судна і містить загальний розподіл вантажу по вантажним приміщенням і на верхній палубі. Виконавчий вантажно виття план і люкові записки входять до складу обов'язкових документів, які повинні бути вручені в порту призначення агенту судна.

Люкові записки.

Люкові записки складаються окремо по кожному трюму і містять перелік всіх коносаментних партій, розміщених в даному відсіку в порядку черговості їх вивантаження. Їх виписує вантажний помічник капітана на основі виконавчого вантажного плану і коносаментів. По кожній партії вантажу вказують номер коносамента, кількість місць і масу, а для машин і устаткування-марку, знаки і т. п.

Здачу імпортованих вантажів в порту оформляють генеральним актом, в якому зазначають кількість місць, яке значиться за документами, і кількість місць, фактично прийняте з судна, а також номери і загальна кількість складених за результатами вивантаження актів-повідомлень про недостачу чи псування вантажу. Як генеральний акт, так і акти-повідомлення підписують капітан судна, представники порту і митниці.

Перед прийомом / здачею вантажу в першу чергу необхідно перевірити і узгодити всю необхідну документацію. Перед завантаженням обов'язкова наявність Voyage orders (узгоджених з Shipperom), MSDS , Quality Sertificate.

З береговим представником узгодити і підписати Ship Shore Safety Check List .

Документи, необхідні під час навантаження:

Notice of Readiness, Tank inspection Certificate, Receiving Log, Ship Shore Safety Check List, Ullage Report.

Якщо є необхідність видати листи протести:

Slow loading rate, Cargo Discrepancy, Deadfreight.

Документи необхідні під час вивантаження:

Notice of Readiness, Ullage Report (після навантаження і перед вивантаженням), Sample Receipt, Document's receipt.

Якщо є необхідність видати листи - протести : Slow loading rate, Cargo Discrepancy, Deadfreight.

Перед завантаженням представник навантажувального терміналу і незалежний сюрвеєр повинні упевнитися в повній готовності судна до вантажних операцій. Вантажні танки повинні бути підготовлені відповідно до

вимог, зазначених в чартері. Шланговка починається після узгодження всіх робочих моментів і наявності всіх документів за вказівкою Loading Master. Перед надходженням вантажу в танки, необхідно взяти проби на маніфолді, під час навантаження 1st foot і після закінчення вантажних операцій. Перед відшланговкою необхідно дренувати або продути лінію нітрогену або повітрям. Під час вантажних операцій необхідно регулярно перевіряти вливання (частота перевірок вказана в Chief Officer's Orders), на топпинг - постійний моніторинг і контроль старшого помічника з використанням даних вантажного радара і UTI.

Після закінчення навантаження кількість вантажу звіряється або по вантажним таблиць або по радару (якщо він сертифікований і Class approved).

Процедура оформлення документів перед і під час вивантаження - аналогічна.

Якщо судно завантажено понад 95%, вивантаження необхідно починати з мінімальною швидкістю . Після того, як переконалися, що вантаж досяг берега і немає ніяких протікань на палубі, можна збільшувати до максимуму. Після закінчення вивантаження проводиться stripping. Необхідна умова для CPP - менше 70 літрів на танк.

Мийка танків - це видалення з танків всіх залишків нафтопродуктів, залишків механічних домішок, а також іржі, яка утворюється в танках на внутрішніх поверхнях перегородок, днища і бортів танкера.

Дегазація і мийка танків тісно пов'язані між собою і представляють собою трудомісткий технологічний процес, який виконується в наступних випадках:

- при зміні сорту вантажу, що перевозиться;
- перед постановкою танкера в ремонт;
- з метою приходу в порт навантаження з чистим баластом;
- для періодичного видалення в танках іржі і твердих залишків вантажу.

Сучасні танкери оснащені спеціальними системами механізованої і хіміко-механізованої мийки, що дозволяє швидко і якісно, з мінімальними витратами ручної праці здійснювати цю роботу в період баластних переходів без скидання забруднюючої мийної води в море.

Механізована мийка танків. Всі сучасні танкери забезпечені обладнанням для механізованого миття танків, яка виробляється за допомогою спеціальних мийних машинок. Мийна машинка має автоматично обертальні навколо вертикальної і горизонтальної осей сопла, які обмивають всі поверхні танка струменями під тиском. Час роботи машинки в кожному положенні повинно бути кратним циклу машинки, тобто часу, за яке сопла мийної машинки описують повну сферу. Тиск мийної води в машинці повинен бути від 8 до 16 кгс/см², температура 70 - 90° С.

Мийні машини опускають в танки через спеціальні палубні горловини. Для подачі води до машинок застосовують резино-тканеві шланги з внутрішнім діаметром 50 і 38 мм, що мають спеціальні швидкокорозійні з'єднання. Для уникнення зламів шлангів на крайках горловин і комінгсів застосовують спеціальні кронштейни. Для більш повного охоплення струменями води набору танків машинки слід опускати в наступні положення по висоті:

- на половину відстані між палубою і верхнім горизонтальним стрингером;
- послідовно на половину відстані між кожною парою сусідніх горизонтальних стрингерів;
- на 1/3 відстані між нижнім стрингером і рівнем змієвиків обігріву, рахуючи від змієвиків, для кращого відмивання нижній частині вантажного трубопроводу.

В процесі миття танка необхідно весь час відкачувати промивочну воду. Брудну промивальну воду в залежності від конкретних умов збирають в відстійний танк.

Після закінчення миття кришки всіх горловин слід тримати відкритими для швидкого провітрювання танків. При митті після темних сортів

нафтопродуктів деякі місця танків промиваються машинкою недостатньо чисто. В цьому випадку їх додатково миють вручну. Для прибирання залишків іржі і води використовують переносні водоструминні ежектори.

Недолік механізованого способу - велика витрата енергії та води, а також необхідність відкачування промивальної води, забрудненої нафтопродуктами.

Хіміко - механізована мийка танків проводиться тими ж засобами, що і механізована, але замість води використовуються розчини миючих препаратів. Їх застосування покращує якість відмивання, скорочує час і дозволяє зібрати відмитий нафтопродукт.

В якості миючих препаратів застосовують спеціально приготовлені продукти переробки нафти або синтетичні речовини.

Кількість миючого розчину має бути не менше потроєною годинної продуктивності одночасно працюючих мийних машинок. Розчин готують в одному з вантажних танків або в спеціальному відстійному танку, перед миттям виробляють перемішування шляхом перекачування розчину за схемою танк - насос-танк. Розчин препарату подають насосом з танка через підігрівач на мийні машинки. В результаті мийки утворюється емульсія, яку безперервно відкачує зачистний насос в верхню частину відстійного танка. Відмитий нафтопродукт спливає і накопичується на поверхні розчину в відстійному танку. Така система мийки називається однокаскадною по замкнутому циклу. Температура миючого розчину, що подається до мийних машинок, повина бути 75-85° С під тиском 8 кгс/см². Найкраще відмивання досягається при температурі 80 ° С.

Після закінчення миття всіх танків розчин з відстійного танка після відстоювання зливають за борт або здають на берегові очисні споруди. Відмиті нафтопродукти залишаються в відстійному танку до приходу в порт, де їх здають на берег або залишають на борту.

Двокаскадна система забезпечує мийку танків під чистий баласт по замкнутому циклу підігрітою забортною водою без миючих препаратів.

Миття танків також можна зробити за розімкненим циклом при двокаскадній системі гарячою водою без застосування миючих препаратів. В цьому випадку насос бере воду з-за борту і через підігрівач подає її на мийні машинки.

Зачистний насос відкачує забруднену промивну воду з танка і зливає її в перший відстійний танк, з нижньої частини якого відстояна промивочна вода перетікає в другий відстійний танк (другий каскад), потім виливається за борт самопливом або за допомогою зачистного насоса. Після закінчення миття всіх танків відстояну промивочну воду з відстійних танків скидають за борт, а відмиті нафтопродукти збирають в першому відстойнику для здачі на берег або іншого використання. У багатьох морських портах є берегові або плавучі зачисні станції, які використовують для мийки танків на танкерах і інших суден. Зачисні станції обладнані насосами для подачі миючого розчину, сепараторами для очистки емульсії і підігрівниками. Система каскадних відстійників дозволяє добре очистити розчин від нафтопродуктів. По шлангах зачисної станції в будь-який танк судна подається мийний розчин, гаряча вода, пар, а також проводиться відкачка промивної води. Застосування зачисних станцій дозволяє виробляти мийку танків без використання судових засобів, що особливо важливо для танкерів, які працюють на перевезеннях нафтопродуктів на коротких лініях, а також для суховантажних суден, що виробляють мийку бункерних ємкостей перед постановкою в ремонт.

Стаціонарні системи мийки танків. Великі танкери перевозять найчастіше один сорт вантажу і тому піддаються мийці танків в основному тільки під чистий баласт. Така мийка не вимагає особливої уваги і може виконуватися моїчними машинками без ручної домивки.

Робота переносними мийними машинками і шлангами-трудомісткий процес, який забирає багато часу. Тому сучасні великотоннажні танкери оснащують стаціонарними мийними машинками - гідромоніторами. Мийка в цьому випадку здійснюється одним з перерахованих вище способів з

обов'язковим збором відмитих залишків нафти в відстійному танку. Перевага цього способу полягає в тому, що зводиться до мінімуму ручну працю, створюється ряд експлуатаційних зручностей: можливість працювати в нічний час і при хитавиці.

Дегазація танкера - це процес штучного зниження концентрації газів нафтопродуктів в танках і інших відсіках після вивантаження вантажу нижче нижньої межі вибуховості.

Роботи по дегазації танкера починають з ретельного миття всіх відсіків (танків, насосних приміщень, трубопроводів та ін.). Мийка може здійснюватися будь-яким способом. Після закінчення миття всі дегазуємі приміщення не повинні мати залишків нафто продуктів. Після мийки відкривають все кришки горловин танків і включають штучну вентиляцію до повної дегазації приміщень.

Ретельність дегазації залежить від планованих робіт на танкері. Тому роботи по дегазації поділяють на роботи для:

- баластного переходу;
- постановки в ремонт без робіт в вантажних танках;
- постановки в ремонт з вогневими роботами в танках;
- перевезення зерна і харчових жирів;
- ручної домивки танків і ручного прибирання іржі і бруду.

Дегазацію танків для баластного переходу виконують після перевезення нафтопродуктів I розряду. Вміст парів нафтопродуктів в танках не повинен перевищувати 6 мг/л (0,2% об'ємних). Якість про мийки танків при цьому не регламентується, в танках на днище і наборі можуть бути ділянки з неповністю відмиті нафтопродуктами, якщо вони не є джерелом активного виділення парів; прибирання іржі не обов'язкове. Прийнята в танки баластна вода не повинна мати на поверхні плаваючих останків нафтопродуктів.

При дегазації перед постановкою танкера в ремонт без робіт в вантажних танках вміст парів нафтопродуктів в будь-якій частині танків і трубопроводів не повинно перевищувати 3 мг/л (0,1% об'ємних).

Короткочасне (2-4 ч) перебування людей в танках без дихальних апаратів допускається при вмісті парів нафтопродуктів нижче 3 мг/л. Вміст парів нафтопродуктів в танках визначають за допомогою газоаналізатора не рідше одного разу на добу.

Після дегазації танкера для ремонту із застосуванням вогневих робіт у вантажних танках вміст парів нафтопродуктів в танках не повинно перевищувати 0,3 мг/л (0,01% об'ємних). Тривале перебування людей в танках, наприклад протягом робочого дня, допускається при вмісті парів нафтопродуктів нижче 0,3 мг/л.

При підготовці танкера до ремонту із застосуванням вогневих робіт в танках повинні бути повністю вилучені нафтопродукти з перегородок, днищ, бортів, набору, проведена повне прибирання іржі, ретельно промиті всі трубопроводи.

При підготовці танків під зернові, вантажі та харчові жири, наявність залишків нафтопродуктів в танках не допускається, повинна бути проведена повне прибирання іржі і води, всі трубопроводи ретельно промиті. Всі танки і трубопроводи повинні бути добре просушені і провентильовані, не повинно бути запахів нафтопродуктів.

3.3. Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

Розрахункова водотоннажність судна при повному завантаженні Δ_p слугує вихідною початковою величиною для визначення його чистої вантажопідйомності $\Delta_{\text{ч}}$ на рейс та залежить від вантажних марок, що діють в порту навантаження, на маршруті переходу та в порту вивантаження.

Величина Δ_p має забезпечувати постійну відповідність значення мінімальної висоти надводного борту судна, вантажній марці району плавання, з урахуванням витрати змінних запасів. Це означає, що на жодній ділянці переходу вантажна марка судна не має бути втопленою.

Для розрахунку Δ_p на рейс необхідно по Карті зон та сезонних районів визначити діючі вантажні марки у відповідності з часом виконання рейсу. Якщо під час рейсу судно перетинає декілька зон або сезонних районів, то Δ_p дорівнюватиме лімітуючій водотоннажності, з урахуванням діючих вантажних марок відповідних зон чи сезонних районів в портах завантаження та вивантаження, та на переході морем.

Водотоннажність судна по літню вантажну марку (Δ_n) обирається з техніко-експлуатаційних характеристик судна.

Перехід Джебел Алі – Сінгапур проходить в зоні дії літньої вантажної марки без обмежень по осадці. З огляду на характер вантажу, що перевозиться, вантажопідйомність даного судна не буде повністю використана. Тому за розрахункову водотоннажність приймаємо встановлену для зони дії літньої вантажної марки.

Повна водотоннажність судна по літню вантажну марку (з ТЕХ судна):

$$\Delta_p = 182657 \text{ т.}$$

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

$$\Delta_w = \Delta_p - \Delta_0, \quad (3.1)$$

де Δ_0 - водотоннажність судна порожнем, т.

$$\Delta_w = 182657 - 23700 = 158957 \text{ т}$$

Ходовий час визначається за формулою:

$$t_p = S/(V_s \cdot 24) + t_{зп}, \quad (3.2)$$

де V_s - швидкість судна;

S - дистанція переходу, милі;

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

$$t_x = 3491/(15 \cdot 24) = 9,7 \text{ діб.}$$

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

$$t_{\text{ст}} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{M}, \quad (3.3)$$

де Q_i - маса вантажу одного найменування, т;

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

M - валова норма вантажних робіт, т/добу.

Стоянковий час розраховують умовно приймаючи

$$\sum_{i=1}^n Q_i = DW. \quad (3.4)$$

$$t_{\text{ст}} = 158957/100000 + 158957/130000 = 1,4 \text{ діб (33 години)}$$

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

$$P_{\text{зап}} = P_{\text{зап}}^x + P_{\text{зап}}^{\text{ст}}; \quad (3.5)$$

Кількість ходових запасів становить суму:

$$P_{\text{зап}}^x = P_{\text{т}}^x + P_{\text{в}}^x + P_{\text{см}}^x; \quad (3.6)$$

де $P_{\text{т}}^x$, $P_{\text{в}}^x$, $P_{\text{см}}^x$ - відповідно кількість палива, води та мастила, необхідна на перехід від порту навантаження до порту вивантаження з врахуванням штормового запасу, т.

Більш детально:

$$P_{\text{т}}^x = q_{\text{т}}^x \cdot (t_{\text{х}} + t_{\text{шт}}); \quad (3.7)$$

$$P_{\text{в}}^x = q_{\text{в}}^x \cdot (t_{\text{х}} + t_{\text{шт}}); \quad (3.8)$$

$$P_{\text{см}}^x = 0,05 \cdot P_{\text{т}}^x; \quad (3.9)$$

де $q_{\text{т}}^x$, $q_{\text{в}}^x$, - добова норма витрат палива та води на ходу, т/діб;

$t_{\text{х}}$ - ходовий час, діб;

$t_{\text{шт}}$ - штормовий час, діб.

Згідно системи управління безпекою (СУБ) компанії штормовий час ($t_{шт}$) в океанському плаванні складає 10% від тривалості рейсу.

$$P^x_T = 47 \cdot 9,7 \cdot (1+0,1) + 4,5 \cdot 9,7 \cdot (1+0,1) = 549,5 \text{ т}$$

$$P^x_B = 5,2 \cdot 9,7 \cdot (1+0,1) = 50,4 \text{ т}$$

$$P^x_{см} = 0,05 \cdot 549,5 = 27,4 \text{ т}$$

$$P^x_{зап} = 549,5 + 50,4 + 27,4 = 627,3 \text{ т}$$

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

$$P^{ст}_{зап} = P^{ст}_T + P^{ст}_B + P^{ст}_{см}; \quad (3.10)$$

$$P^{ст}_T = q^{ст}_T \cdot t_{ст}; \quad (3.11)$$

$$P^{ст}_B = q^{ст}_B \cdot t_{ст}; \quad (3.12)$$

$$P^{ст}_{см} = q^{ст}_{см} \cdot t_{ст}; \quad (3.13)$$

де $q^{ст}_T$, $q^{ст}_B$, $q^{ст}_{см}$ - добова норма витрати палива, води та мастила на стоянці, т/діб;

$t_{ст}$ - нормативна тривалість стоянкового часу, діб.

$$P^{ст}_T = 4,5 \cdot 1,4 = 6,3 \text{ т}$$

$$P^{ст}_B = 5,0 \cdot 1,4 = 7,0 \text{ т}$$

$$P^{ст}_{зап} = 6,3 + 7,0 = 13,3 \text{ т}$$

$$P_{зап} = 623,3 + 13,3 = 636,6 \text{ т}$$

Розрахувавши загальну кількість рейсових запасів, можна визначити чисту вантажопідйомність судна (Δ_q) на рейс:

$$\Delta_q = \Delta_W - P_{зап}; \quad (3.14)$$

$$\Delta_q = 158957 - 636,6 = 158320,4 \text{ т.}$$

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

Кількість запасів прийнятих на судно відрізняється від розрахованого. Запаси палива, мастила та води на момент виходу судна з порту Джебел Алі складали:

Важке паливо – 1287,1 т

Дизельне паливо – 210,5 т

Мастило – 205,2 т

Прісна вода – 733,9 т

Всього запасів – 2436,7 т

Константа – 150 т.

Реальна вантажопідйомність фактично склала:

$$\Delta_{\text{ч}} = 146300 - 2436,7 - 150 = 143713,3 \text{ т.}$$

Таблиця 3.2 – Відомості про маси та обсяги партій вантажу

Назва вантажу	Маса вантажу, т, Q_i	Щільність вантажу, т/м ³	Об'єм який займає вантаж, м ³ , V_i
Сира нафта	143713,3	0,8771	126050,9

3.4. Складання вантажного плану.

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

Перевізник несе відповідальність за неправильне розміщення вантажів на судні. Неправильне або невдале розміщення вантажів, перевантаження окремих відсіків неминуче призводить до перенапруження корпусу, а в окремих випадках до пошкоджень і навіть аварії судна. Тому судно повинно бути завантажено так, щоб не з'явилося крену, був належний диферент і достатня остійність, не були порушені умови місцевої та загальної міцності. Це досягається відповідним розподілом вагового навантаження по вантажним приміщенням судна.

Для танкерів кількість навантаженого вантажу залежить від його щільності і здатності розширюватися при підвищенні температури, для чого в карго плані визначаються необхідні порожні обсяги в танках і встановлюють рівень заливки танка. Розміщення вантажу було зроблено за допомогою штатної комп'ютерної програми "Loadstar", встановленої на судні. Заповнення танків на 98%.

При перевезенні будь-яких наливних вантажів дозволяється використовувати тільки 98% вантажомісткості танкера.

Залишок 2% називається коефіцієнтом безпеки, тобто запасом на непередбачене розширення вантажу.

Кількість вантажу в кожному танку визначається з урахуванням його можливого розширення від підвищення температури повітря або необхідності підігріву вантажу.

Максимальний об'єм вантажу в танку при очікуваному його розширенні розраховується за формулою:

$$V_{\text{гр}} = 0,98 V_{\text{т}} \frac{\rho_4^{\text{max}}}{\rho_4^{\text{min}}} \quad (3.15)$$

де $V_{\text{гр}}$ – об'єм вантажу в танку, м^3 ;

$V_{\text{т}}$ – об'єм вантажного танку, м^3 ;

ρ_4^{max} – щільність вантажу при максимальній температурі в рейсі;

ρ_4^{min} – щільність вантажу при температурі в порту навантаження.

Оскільки рейс виконується в межах однієї кліматичної зони за досить короткий час, то суттєвої зміни щільності між портами не буде. Тому прийmemo $\frac{\rho_4^{\text{max}}}{\rho_4^{\text{min}}} = 1$. Отже:

$$V_{\text{гр}} = 0,98 V_{\text{т}} = 0,98 * 168052.2 = 164691,15 \text{ м}^3.$$

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

Таблиця 3.3 – Розподіл вагового навантаження по вантажним приміщенням

Найменування вантажного приміщення	Вантажомісткість вантажного приміщення, м^3		Кількість прийнятого вантажу (сира нафта)	
	100%	98%	Об'єм, $V, \text{м}^3$	Маса, $Q, \text{т}$
1	2	3	4	5
No.1 C.O. ТК - P	8808.8	8632.6	6 721.83	7663.7
No.1 C.O. ТК - S	8808.8	8632.6	6 721.83	7663.7

Продовження табл. 3.3

1	2	3	4	5
No.2 C.O. ТК - P	15067.7	14 766.3	11 266.55	12846.7
No.2 C.O. ТК - S	15067.7	14 766.3	11 266.55	12846.7
No.3 C.O. ТК – P	15115.0	14 812.7	11 293.13	12887.0
No.3 C.O. ТК - S	15115.0	14 812.7	11 293.13	12887.0
No.4 C.O. ТК – P	15105.9	14 803.8	11 295.14	12879.3
No.4 C.O. ТК – S	15105.9	14 803.8	11 295.14	12879.3
No.5 C.O. ТК – P	15115.0	14 812.7	11 293.13	12887.0
No.5 C.O. ТК – S	15115.0	14 812.7	11 293.13	12887.0
No.6 C.O. ТК – P	14137,1	13 854.4	10 570.74	12053,3
No.6 C.O. ТК – S	14137,1	13 854.4	10 570.74	12053,3
SLOP ТК – P	735.2	720.6	561.01	639.7
SLOP ТК - S	735.2	720.6	561.01	639.7
РАЗОМ	168052.2	164691.2	126050.90	143713.3

3.5. Характеристика експлуатаційних умов рейсу.

В цьому розділі наведені техніко-експлуатаційні характеристики портів навантаження та вивантаження для оцінки інтенсивності обробки вантажу та обслуговування судна з метою забезпечення мінімально можливого стоянкового часу.

Порт відходу: Джебел Алі

Країна – ОАЕ

Щільність води $\square\square 1,015 \text{ т/м}^3$.

Максимально допустима осадка для танкерів – 18.4 м.

Швидкість завантаження – 100000 т/добу.

Порт приходу: Сінгапур

Країна – Сінгапур.

Щільність води $\square\square 1,025 \text{ т/м}^3$.

Максимально допустима осадка для танкерів – 19.0 м.

Швидкість розвантаження – 130000 т/добу

Детальний опис портів представлено в розділі 2.

4. ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1. Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

Розподіл прийнятих рейсових запасів на судні на відхід і прихід приведений в таблицях 4.1 та 4.2.

Таблиця 4.1 – Розподіл запасів на відхід

Найменування цистерн	Місткість, т	Маса, т	Плечі, м	
			x	z
1	2	3	4	5
Моторне паливо 0,98 т/м ³				
NO.1 F.O. T. PORT	350,0	293,9	-91,914	17,021
NO.1 F.O. T. STBD	350,0	293,9	-91,914	17,021
H.F.O. SERV. TK (P)	145,2	92,6	-97,600	17,443
H.F.O. SERV. TK (P)	145,2	92,6	-94,400	17,443
L.S. H.F.O. TK (P)	585,5	514,1	-100,375	20,603
ВСЬОГО МОТОРНОГО ПАЛИВА		1287,1		
Дизельне паливо 0,85 т/м ³				
NO.1 D.O. T. PORT	152,4	44,3	-105,751	1,697
NO.1 D.O. T. STBD	152,4	110,3	-101,933	1,557
D.O Service Tk. STBD	65,8	55,9	-109,173	20,482
ВСЬОГО ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА		210,5		
Масило 0,90 т/м ³				
M/E L.O. SUMP TK	36,8	31,6	-108,767	1,545
M/E L.O. STORAGE TK	54,2	44,4	-116,000	20,474
M/E. SETTLING TK	75,2	61,4	-115,719	20,515
CIL.O.STOR.T.	51,5	45,1	-116,000	20,518
CIL.O.STOR.T. for L.S.	13,7	11,4	-117,200	20,551
TURB.L.STOR.T.	6,5	5,3	-114,800	18,850
G/E L.O.STOR.T.	7,1	6,0	-114,800	22,051
ВСЬОГО МАСТИЛА		205,2		

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5
Вода 1,00 т/м³				
FRESH WTK (P)	351,6	312,8	-123,810	20,612
FRESH WTK (S)	351,6	241,9	-123,754	20,601
BOILER WTK	109,96	108,2	-124,000	20,706
DRINKING W.T. WTK	120,96	71,0	-124,000	20,651
ВСЬОГО ПРІСНОЇ ВОДИ		733,9		
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:		2586,8	-103,63	17,48

Таблиця 4.2 – Розподіл запасів на прихід

Найменування цистерн	Місткість, т	Маса, т	Плечі, м	
			x	z
1	2	3	4	5
Моторне паливо 0,98 т/м³				
NO.1 F.O. T. PORT	350,0	41,0	-91,914	17,021
NO.1 F.O. T. STBD	350,0	41,0	-91,914	17,021
H.F.O. SERV. TK (P)	145,2	92,6	-97,600	17,443
H.F.O. SERV. TK (P)	145,2	92,6	-94,400	17,443
L.S. H.F.O. TK (P)	585,5	514,1	-100,375	20,603
ВСЬОГО МОТОРНОГО ПАЛИВА		781,3		
Дизельне паливо 0,85 т/м³				
NO.1 D.O. T. PORT	152,4	0,5	-105,751	1,697
NO.1 D.O. T. STBD	152,4	110,3	-101,933	1,557
D.O Service Tk. STBD	65,8	55,9	-109,173	20,482
ВСЬОГО ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА		166,8		
Мастило 0,90 т/м³				
M/E L.O. SUMP TK	36,8	4,2	-108,767	1,545
M/E L.O. STORAGE TK	54,2	44,4	-116,000	20,474
M/E. SETTLING TK	75,2	61,4	-115,719	20,515
CIL.O.STOR.T.	51,5	45,1	-116,000	20,518
CIL.O.STOR.T. for L.S.	13,7	11,4	-117,200	20,551

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5
TURB.L.STOR.T.	6,5	5,3	-114,800	18,850
G/E L.O.STOR.T.	7,1	6,0	-114,800	22,051
ВСЬОГО МАСТИЛА		177,8		
Вода 1,00 т/м³				
FRESH WTK (P)	351,6	262,8	-123,810	20,612
FRESH WTK (S)	351,6	241,9	-123,754	20,601
BOILER WTK	109,96	108,2	-124,000	20,706
DRINKING W.T. WTK	120,96	70,6	-124,000	20,651
ВСЬОГО ПРІСНОЇ ВОДИ		683,5		
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:		1983,5	-108,31	18,52

В табл. 4.3 та 4.4 представлені сумарні моменти від усіх запасів.

Таблиця 4.3 – Сумарні моменти від запасів на відхід

Найменування запасів	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6
Моторне паливо	1287,1	-95,88	18,50	-123409	23817
Дизельне паливо	210,6	-104,65	6,57	-22039	1383
Масило	205,2	-114,39	16,29	-16449	2342
Прісна вода	733,9	-123,83	20,62	-90884	15137
Константа	150	-102,00	17,00	-15300	2550
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:	2586,8	-103,63	17,48	-268081	54229
АРИФМЕТЧНА СУМА МОМЕНТІВ M _x				268081	

Таблиця 4.4 – Сумарні моменти від запасів на прихід

Найменування запасів	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		x	z	M_x	M_z
1	2	3	4	5	6
Моторне паливо	805,4	-95,50	18,89	-76918	15218
Дизельне паливо	166,8	-104,37	7,89	-17409	1317,5
Масило	177,8	-115,73	20,06	-20577	3567
Прісна вода	683,5	-123,83	20,62	-84644	14098
Константа	150	-102,00	17,00	-15300	2550
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:	1983,5	-108,31	18,52	-214848	36750
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТІВ M_x				214848	

На рисунку 4.1 представлено вантажний план судна.

Розподіл вантажів по вантажним приміщенням приведений в таблиці 4.5.

На основі виконаних розподілів вантажу і запасів складено таблицю зведених даних і розрахунку водотоннажності з координатами центра ваги судна на відхід і на прихід (табл. 4.6 та 4.7).

WBT AP W=0,0		WBT 6P		WBT 5P W=0,0	WBT 4P W=0,0	WBT 3P W=0,0	WBT 2P W=0,0	WBT 1P W=0,0	WBT FP W=0
		Slop W=639,7	6P Q=12053,3	5P Q=12887,0	4P Q=12879,3	3P Q=12887,0	2P Q=12846,7	1P Q=7663,7	
		Slop W=639,7	6S Q=12053,3	5S Q=12887,0	4S Q=12879,3	3S Q=12887,0	2S Q=12846,7	1S Q=7663,7	
		WBT 6P		WBT 5S W=0,0	WBT 4S W=0,0	WBT 3S W=0,0	WBT 2S W=0,0	WBT 1S W=0,0	

T_к = 16,23 м

T_н = 15,76 м

Рисунок 4.1 - Вантажний план судна

Таблиця 4.5 – Розподіл вантажів по приміщеннях

Найменування приміщення і вантажу	Місткість 98%, м ³	Маса вантажу, т	Об'єм вантажу, м ³	Плечі, м		Моменти, тм	
				x	z	M _x	M _z
No.1 С.О. ТК - Р	8632.6	7663.7	6 721.83	101.94	11,39	781238	87289
No.1 С.О. ТК - S	8632.6	7663.7	6 721.83	101.94	11,39	781238	87289
No.2 С.О. ТК - Р	14 766.3	12846.7	11 266.55	70,10	13,47	900553	173045
No.2 С.О. ТК - S	14 766.3	12846.7	11 266.55	70,10	13,47	900553	173045
No.3 С.О. ТК – Р	14 812.7	12887.0	11 293.13	35,85	13,46	461998	173459
No.3 С.О. ТК - S	14 812.7	12887.0	11 293.13	35,85	13,46	461998	173459
No.4 С.О. ТК – Р	14 803.8	12879.3	11 295.14	1,55	13,46	19962	173351
No.4 С.О. ТК – S	14 803.8	12879.3	11 295.14	1,55	13,46	19962	173351
No.5 С.О. ТК – Р	14 812.7	12887.0	11 293.13	-32,75	13,46	-422049	173459
No.5 С.О. ТК – S	14 812.7	12887.0	11 293.13	-32,75	13,46	-422049	173459
No.6 С.О. ТК – Р	13 854.4	12053,3	10 570.74	-66.41	13.64	-800459	163201
No.6 С.О. ТК – S	13 854.4	12053,3	10 570.74	-66.41	13.64	-800459	163201
SLOP ТК – Р	720.6	639.7	561.01	-86.89	9.45	-55583	6045
SLOP ТК - S	720.6	639.7	561.01	-87.14	9.45	-55583	6045
ВСЬОГО ВАНТАЖУ:		143713.3	126 050.90	13.22	13,27	1771320	1899698
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТІВ M _x						1771320	

Таблиця 4.6 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на відхід

Найменування статей навантаження	На відхід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		x	z	M _x	M _z
Судно порожнем	23700,0	-10,0	12,70	-237000	300990
Суднові запаси і константа	2586,7	-103,63	17,48	-268081	54229
Вантаж	143713.3	12.32	13,22	1771320	1899698
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНІСТЬ:	170000,0	7,45	13,26	1266239	2254917

Таблиця 4.7 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на прихід

Найменування статей навантаження	На прихід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		x	z	M _x	M _z
Судно порожнем	23700,0	-10,0	12,70	-237000	300990
Суднові запаси і константа	1983,5	-108,31	18,52	-214848	36750
Вантаж	143713.3	12.32	13,22	1771320	1899698
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНІСТЬ:	169397,0	7,79	13,21	1319472	2237438

4.2. Розрахунки посадки і початкової остійності

Розрахунок посадки судна на відхід і прихід виконується по вантажній шкалі й гідростатичним кривим у табличній формі (табл. 4.8).

Таблиця 4.8 – Розрахунки посадки судна на відхід і на прихід

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
Водотоннажність масова, т	D	170000	169397
Абсциса центра ваги судна, м	x _g	7,45	7,79
Густина води, т/м ³	ρ	1,015	1,025
Водотоннажність об'ємна, м ³	V = D / ρ	167 487	165 265
Осадка судна, м	T	16,00	15,93
Диферентувальний момент на 1 см, тм/см	M _{см}	2185	2181
Абсциса центра плавучості судна, м	x _c	8,048	8,079
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	x _f	-1,795	-1,715
Апліката поперечного метацентра, м	z _m	20,143	20,202
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,81	0,81
Диферент судна, м	$d = D (x_g - x_c) / 100M_{cm}$	-0,465	-0,224
Осадка судна носом, м	$T_H = T - (L/2 - x_f) d/L$	15,764	15,816
Осадка судна кормою, м	$T_K = T_H + d$	16,229	16,040

Для виконання розрахунків і контролю остійності судна необхідно визначити виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів (запасів і баласту) до метацентричної висоти й плечей статичної остійності. Поправочні моменти Δm_h вибираються з таблиці даних по судновим цистернам, наведених в Інформації.

Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів представлені в таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h , тм
NO.1 F.O. T. PORT	39536
NO.1 F.O. T. STBD	39536
NO.2 F.O. T. PORT	37564
NO.2 F.O. T. STBD	37564
NO.1 D.O. T. PORT	29849
NO.1 D.O. T. STBD	29849
NO.2 D.O. T. PORT	16025
NO.2 D.O. T. STBD	16025
L.O. Sump Tk.	3649
DRINK WATER PORT	24800
FRESH WATER STBD	24800
AFT PEAK PORT	18800
AFT PEAK STBD	18800
СУМА: $\Sigma \Delta m_h$	336797

Результат розрахунку параметрів початкової остійності за фактичним рейсом приведений в таблиці 4.10.

Таблиця 4.10 – Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
Водотоннажність масова, т	D	170000,0	169397,0
Невиправлена апліката Ц.В. судна, м	z_{g0}	11,28	11,22
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	20,143	20,202
Невиправлена метацентрична висота, м	$h_0 = z_m - z_{g0}$	6,883	6,992
Виправлення на вільні поверхні, м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / D$	1,981	1,988
Виправлена апліката Ц.В. судна, м	$z_g = z_{g0} + \Delta h$	13,26	13,21
Виправлена метацентрична висота, м	$h = h_0 - \Delta h$	4,902	5,004

4.3. Контроль остійності за матеріалами Інформації

Перевірка остійності за допомогою Інформації про остійність судна може бути виконана по граничних статичних моментах, або по мінімальній допустимій метацентричній висоті, або по критичній аплікаті центра ваги судна (у залежності від того, які дані приведені в Інформації).

Перевірку остійності за матеріалами Інформації виконаємо за критичним піднесенням центра ваги судна (табл. 4.11).

Таблиця 4.11 – Перевірка остійності по діаграмі граничних моментів

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
Водотоннажність масова, т	D	170000	169397
Момент відносно осн. площини, тм	M_Z	2254917	2237438
Поправочний момент для $z_0=8,00$ м, тм	$M_o = D z_o$	884960	881045
Момент відносно площини відліку, тм	$M_{zo} = M_Z - M_o$	1369977	1356393
Виправлення на вільні поверхні, м	$\Sigma \Delta m_h$	336797	336797
Виправлений момент, тм	$M_{Z \text{ випр}} = M_{zo} + \Sigma \Delta m_h$	1706774	1693190
Граничний момент, тм	$M_{Z \text{ гр}} \text{ (з Інформації)}$	3400000	3360000
Різниця, тм	$\Delta M = M_{Z \text{ випр}} - M_{Z \text{ гр}}$	-1366774	-1666810

Так як різниця ΔM негативна, то всі вимоги до остійності виконані.

4.4. Розрахунок і побудова діаграм остійності

Плечі статичної остійності можуть бути розраховані з використанням кривих або таблиці плечей остійності форми (Cross-Curves of Stability). При розрахунку з використанням плечей остійності форми (пантокарен) необхідно знати, відносно якої точки вони відлічуються, і використовувати відповідні плечі остійності ваги.

Плечі остійності форми l_ϕ вибираються по об'ємній водотоннажності (або по осадці) для тих кутів крену, які приведені на кривих або в таблиці.

Плечі статичної остійності на відхід та прихід приведені в таблицях 4.12 та 4.13 відповідно.

Таблиця 4.12 – Плечі статичної остійності на відхід

Кути крену θ , °	10	20	30	40	50	60	75
Плеche форми l_ϕ , м	3,529	7,046	9,800	11,819	13,051	13,639	13,523
Плеche статичної остійності l , м	1,226	2,510	3,170	3,295	2,893	2,155	0,714
$A_{30} = 1,031$	$A_{40} = 1,593$			$A_{30-40} = 0,562$			

Таблиця 4.13 – Плечі статичної остійності на прихід

Кути крену θ , °	10	20	30	40	50	60	75
Плеche форми l_ϕ , м	3,522	7,032	9,779	11,794	13,029	13,619	13,508
Плеche статичної остійності l , м	1,228	2,514	3,174	3,302	2,909	2,179	0,748
$A_{30} = 1,033$	$A_{40} = 1,596$			$A_{30-40} = 0,563$			

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

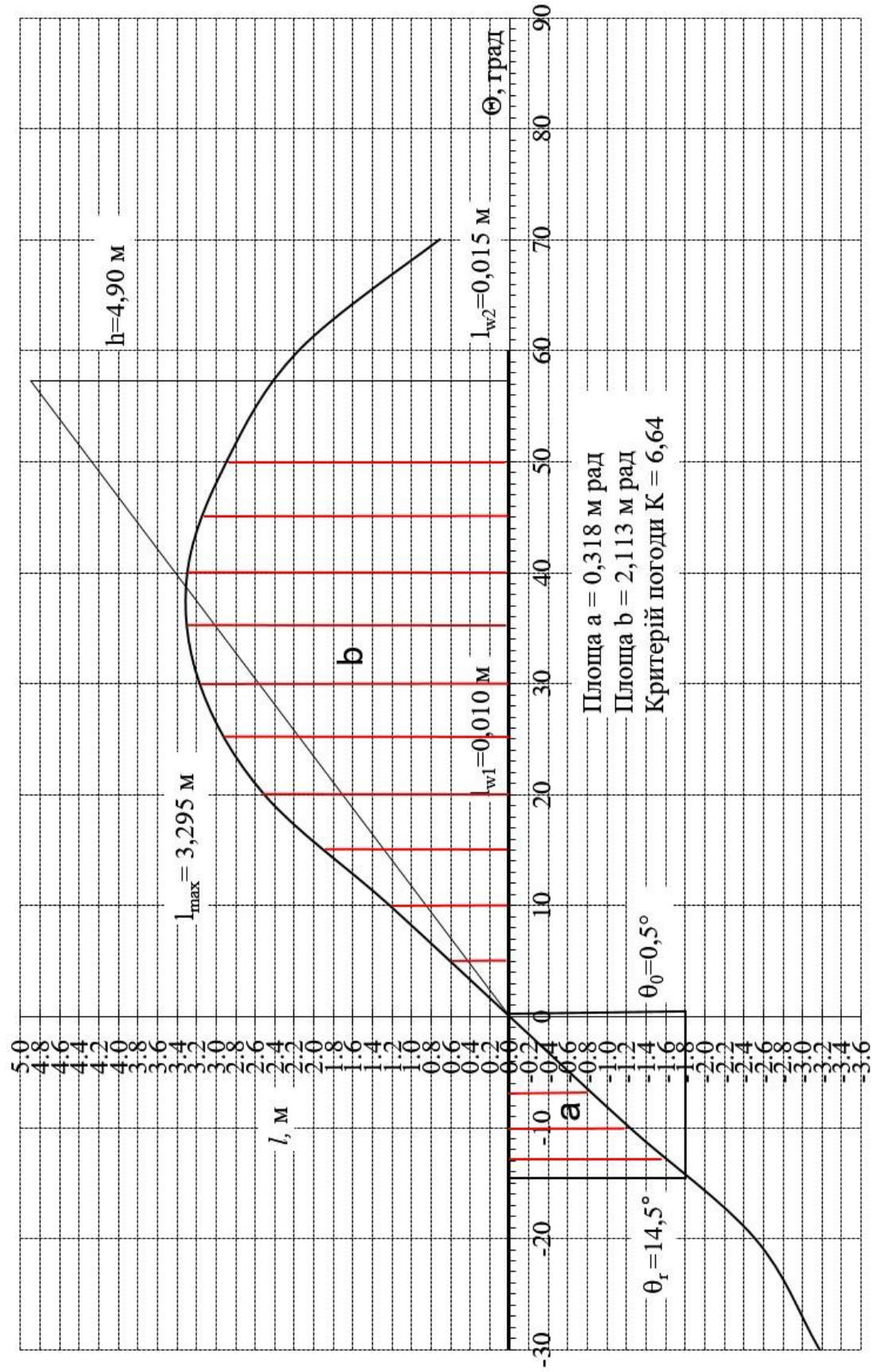


Рисунок 4.2 – Діаграма статичної остійності на відхід і визначення критерію погоди

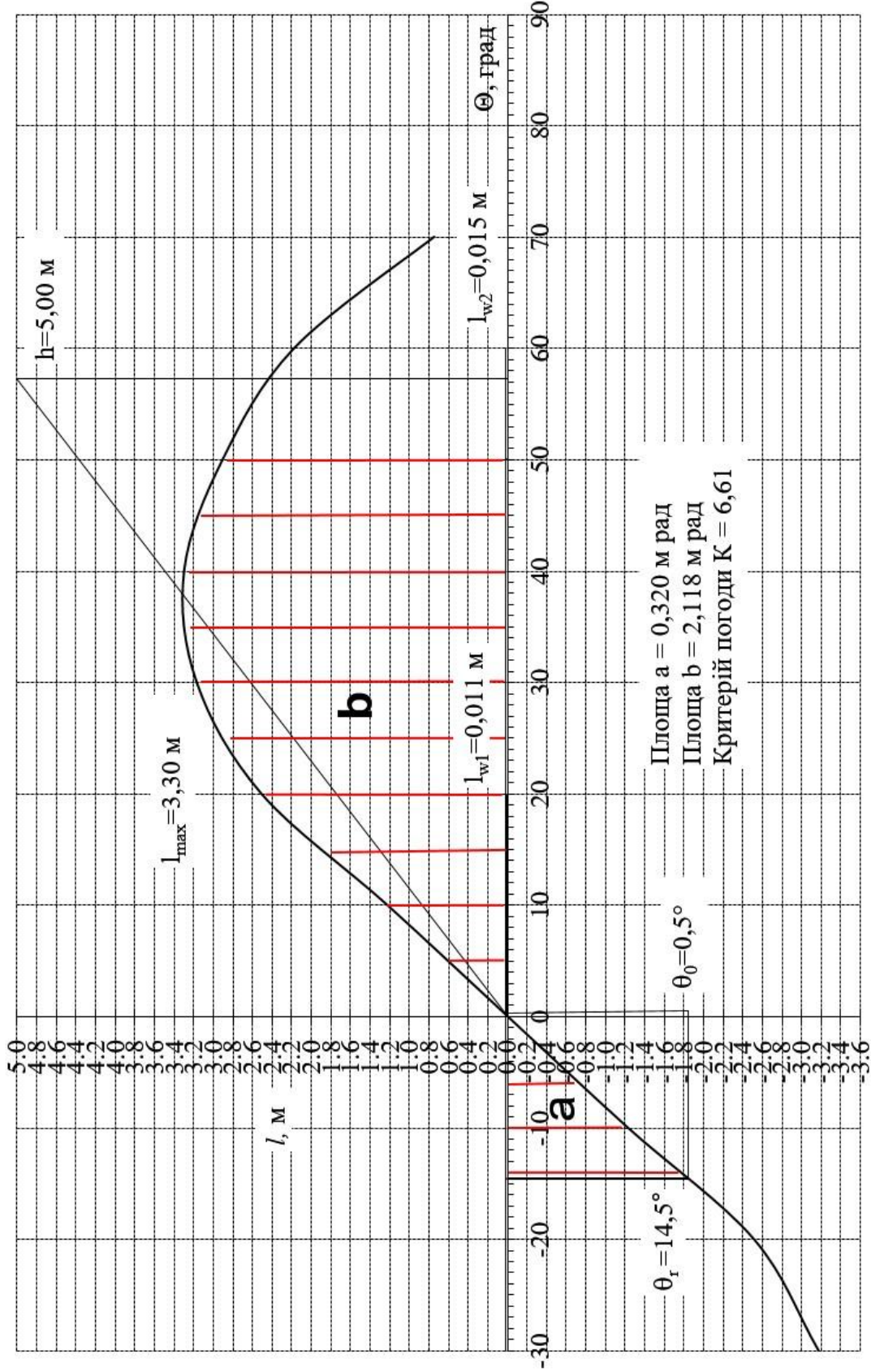


Рисунок 4.3 – Діаграма статичної остійності на прихід і визначення критерію погоди

4.5. Розрахунки нормованих параметрів остійності

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

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

Зведення рекомендацій ІМО до остійності, а також необхідні для виконання розрахунків таблиці Кодексу приведені у наступному підрозділі.

Результати розрахунків нормованих параметрів остійності морських транспортних суден приведені в табл. 4.14.

Таблиця 4.14 – Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	170000,4	169397,0
Осадка судна, м	T	16,00	15,93
Виправлена метацентрична висота, м	h	4,902	5,004
Площа парусності, м ²	A _v (з Інформації)	21214	21227
Апліката центра парусності (ЦП), м	z _s (з Інформації)	14,43	14,48
Плече парусності при постійному вітрі, м	$z_v = z_s - T/2$	6,43	7,01
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	$l_{w1} = 0,504 A_v z_v / (g D)$	0,010	0,011
Плече кренувального моменту від пориву вітру, м	$l_{w2} = 1,5 l_{w1}$	0,015	0,015
Відносна площа скулових кілів, %	$100 A_k / (L B)$	-	
Коефіцієнт	k (з табл. ISC)	1,0	
Відносна ширина	B/T	3,00	3,01
Безрозмірний множник	X ₁ (з табл. ISC)	0,862	0,850

Продовження табл. 4.14

1	2	3	4
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,730	0,730
Безрозмірний множник	X_2 (з табл. ISC)	1,000	1,000
Інерційний коефіцієнт	$c=0,373+0,023B/T$ $-0,043L/100$	0,322	0,322
Період хитавиці, с	$T_\theta = 2 \text{ c } B / \sqrt{h}$	14,1	13,8
Коефіцієнт	s (з табл. ISC)	0,053	0,053
Коефіцієнт	$r = 0,73 + 0,6 (z_g - T) / T$	0,614	0,607
Амплітуда хитавиці, °	$\theta_r = 109 \text{ k } X_1 X_2 / \sqrt{r s}$	14,5	14,5
Кут заливання, °	θ_f (з Інформації)	64,5	66,0
Кут входу палуби у воду, °	$\theta_d = \arctg(2(H - T) / B)$	15,0	15,1
Кут крену від постійного вітру, °	$\theta_0 \approx 57,3 l_{w1}/h$	0,5	0,5
Кут крену при хитавиці назустріч вітру, °	$\theta_1 = \theta_r - \theta_0$	14,0	13,9
Границя площі “b” ДСО праворуч, °	θ_b	50	50
Площа “a” ДСО, м-рад	a	0,318	0,320
Площа “b” ДСО, м-рад	b	2,113	2,118
Критерій погоди	$K = b / a$	6,64	6,61

4.6. Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

Результати перевірки виконання рекомендацій ІМО з остійності морських транспортних суден приведені в табл. 4.15.

Таблиця 4.15 – Перевірка виконання загальних вимог Кодексу ІМО

Найменування величин	Позначення	Значення величин			Виконане (YES/NO)
		нормативні	відхід	прихід	
1	2	3	4	5	6
Загальні критерії:					
Площа під ДСО до кута крену 30°, м·рад	A_{30}	$\geq 0,055$	1,031	1,033	YES
Площа під ДСО до кута крену 40°, м·рад	A_{40}	$\geq 0,09$	1,593	1,596	YES
Площа під ДСО між кутами крену 30° і 40°, м·рад	A_{30-40}	$\geq 0,03$	0,562	0,563	YES
Плеche ДСО при куті крену 30° або більше, м	l_{30}	$\geq 0,20$	3,295	3,302	YES
Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, °	θ_m	≥ 25	37	37	YES
Виправлена метацентрична висота, м	h	$> 0,15$	4,902	5,004	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	6,64	6,61	YES
Кут крену від постійного вітру, °	θ_0	$\leq 11,4$	0,5	0,5	YES

За результатами перевірки робимо такий висновок – остійність судна в рейсі задовольняє всім вимогам ІМО.

4.7. Контроль загальної поздовжньої міцності судна

Перевірка загальної міцності танкерів повинна виконуватися відповідно до суднової Інструкції по завантаженню (або Інструкції з міцності судна) у формі розрахункових таблиць, що рекомендуються нею, звичайно по силам, що перерізують, і згинальним моментам у декількох розрахункових поперечних перерізах судна.

На рисунку 4.4 зображені результати розрахунку й перевірки загальної поздовжньої міцності на відхід за фактичним рейсом з комп'ютерної вантажної програми SHIPMANAGER-88 версія 4.02, що була затверджена класифікаційним товариством Lloyd's Register.

SF/BM & GRAPH

FR.NO	SHEAR FORCE					BENDING MOMENT				
	ACT. (Mt)	ALLOW(%)		ALLOW(Mt)		ACT. (Mt-m)	ALLOW(%)		ALLOW(Mt-m)	
		SEA	HB	SEA.	HB		SEA	HB	SEA.	HB
40	-295	16	12	-1800	-2400	2868	10	9	29700	32000
63	-425	10	9	-4300	-4600	-1931	7	4	-27000	-47000
82	-15	0	0	-4400	-4600	-4502	17	9	-27000	-51000
101	-251	6	5	-4400	-4600	-6552	24	13	-27000	-51000
120	249	6	5	4100	4600	-6338	23	13	-27000	-47000
138	79	2	2	4400	4900	-3869	21	12	-18000	-31000
161	135	6	5	2400	2600	-1004	16	9	-6300	-11000
MAX	-441	10	10	-4216	-4526	-7537	28	15	-27000	-49105
(FR : 62.23)					(FR : 110.00)					

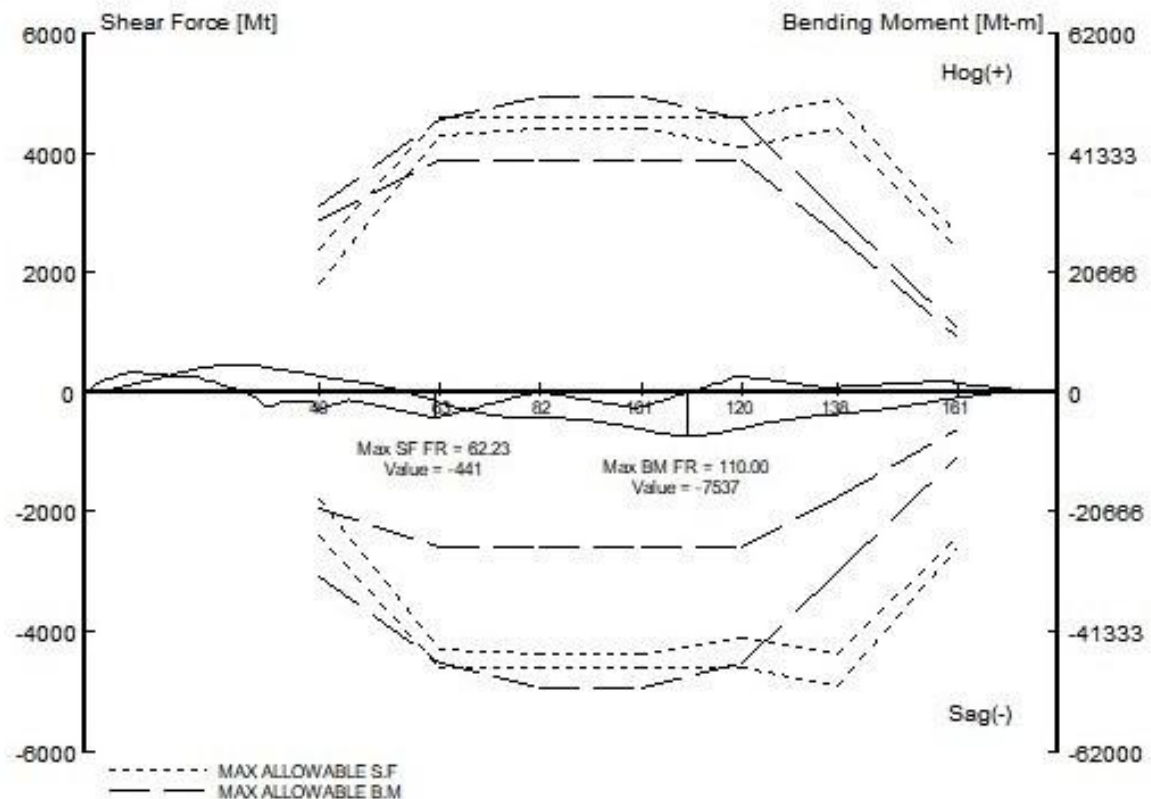


Рисунок 4.4 – Перевірка загальної міцності корпусу судна на відхід

За результатами перевірки можна зробити висновок, що загальна міцність корпусу судна в рейсі повністю забезпечена.

За результатами цього розділу можна зробити висновок про задовільну посадку, остійність та загальну міцність судна в рейсі. З точки зору остійності та міцності виконання рейсу повністю безпечно.

5. ДОСЛІДЖЕННЯ АСПЕКТІВ АВТОНОМНИХ СУДЕН

5.1 Історія формування концепції безпілотних суден

Протягом усієї історії розвитку людини в кожній галузі виробництва, основною метою було те, щоб замінити людей верстками, або машинами, а пізніше - і комп'ютерами, для прискорення виробництва, поліпшення якості та покращення безпеки. Деякі професії, потребують виключно людської присутності та контролю, але принаймні людям можуть допомагати технології для підвищення ефективності праці.

Те ж саме стосується і суден: коли на старовинних суднах в команді було сотні чоловіків, за останні 200 років розмір екіпажу для великих океанських вантажних суден скоротився до десятої частини, хоча розмір суден виріс у десятки разів. Найбільші контейнеровози в наші дні, довжиною 400 метрів та шириною 60 метрів, здатні перевозити майже 22 000 контейнерів зазвичай, мають, як правило, екіпаж лише 18-23 особи. Ідея заміни і цих членів екіпажу комп'ютерами та іншими технологіями зріла протягом декількох десятиліть.

У 70-х роках минулого століття, коли рівень автоматизації швидко зростав, були сказані перші думки про повністю автоматизовані судна. У 1973 році в своїй книзі «Судна та судноплавство майбутнього» Рольф Шонкнехт описав судна майбутнього, де капітан міг виконувати свої обов'язки у віддаленому контрольному центрі десь на березі, коли судно буде рухатися за допомогою бортових комп'ютерів.

У 1980-х роках в Японії обговорювалася ідея «розумних» суден, що працювали б без екіпажів, але коли дешевші іноземні моряки стали доступними, ідея була забута.

У 1994 році, колишній фінський конструктор суден, Кай Левандер заявив: «Судно, що не має екіпажу на борту судна, може подорожувати за допомогою зв'язку з GPS та керуватись із берегового контрольного центру. Лоцмана можуть сідати на борт біля акваторій, та вести судно у порт.

Автоматизована система швартовки зможе при швартувати судно без допомоги екіпажу ».

Трохи пізніше, у 1996 році німецький суднобудівник Фолькер Бертрам сказав, що комбінація ШІ (штучного інтелекту) та віддаленого контролю може бути здійснена для суден, але це концепція була визнана економічно непривабливою через високі витрати на технічне обладнання.

У 2000х роках концепція інтелектуальних суден знову була згадана та створено не прибуткову організацію Waterborne Technology Platform головною місією якої був майбутній розвиток морської галузі, яка була заснована групою європейських представників морського сектору. Однією із основних засад цієї організації був розвиток більш просунутої автоматизації на морському транспорті, і вдосконалення технічного забезпечення суден, але ця організація все ж таки не виступала за повну автоматизацію.

У наш час продовжує поширюватися цікавість до автономних суден, зважаючи на їх економічну привабливість, зменшення вартості технологій та перспективи покращення безпеки на судах. Кілька різних проектів досліджують та розробляють безпілотні судна, використовуючи різні підходи до автоматизації суден, але отримуючи надихаючі результати у розвиток технології. У цій главі ми розглянемо найсучасніші проекти, визначимо рівні автоматизації, технологічні досягнення та нові загрози з боку інформаційної безпеки.



Рисунок 5.1 - Концептуальна модель безпілотного контейнеровоза від компанії Rolls-Royce

5.2 Провідні розробки компанії «Rolls-Royce» у галузі автоматизації судноплавства

Проект компанії «Rolls-Royce» щодо автономних суден є одним з провідних в галузі. Як ми знаємо, компанія має давню історію починаючи з виробника двигунів для літаків. У виробництві автономних суден компанія хоче займати тільки роль розробника програмного забезпечення. Але поряд з іншими проектами розробників автономних суден, проекти Rolls-Royce - це лише невелика частка від усіх розробок.

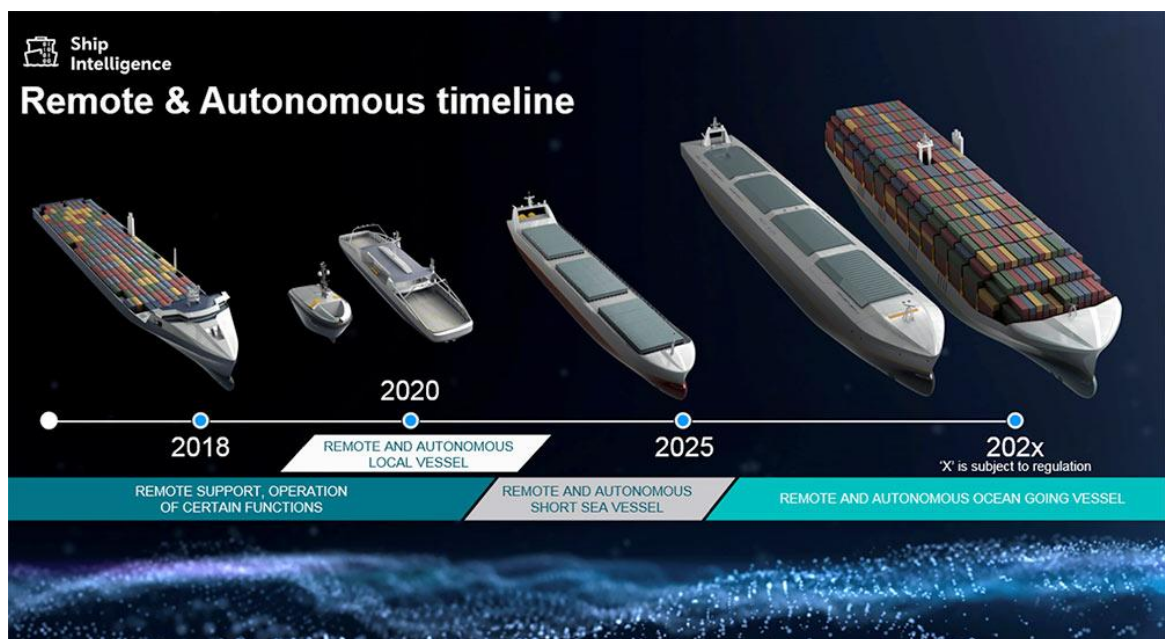


Рис. 5.2 - Дорожня карта розвитку автономних суден за баченням компанії «Rolls-Royce»

Компанія «Rolls-Royce» не планує створювати власні судна або навіть створювати всі необхідні технології. Компанія буде просто забезпечувати програмним забезпеченням, яке дозволить дистанційно керувати суднами. Основна ідея Rolls-Royce продовжувати втілювати свої дослідження крок за кроком.

Перші судна будуть плавати в прибережних районах і матимуть систему, що забезпечуватиме зв'язок між судном і контрольним центром, у цих суден

можна буде тільки частково керувати та контролювати роботу двигуна. Звичайно, це означає, що ці судна не будуть безпілотними.

Після того, як етап моніторингу від судна до контрольного центру запрацює, компанія хоче зробити наступний крок. Далі планується запровадити повний контроль не тільки за навігацією, але й за роботою усіх судових систем. Навіть на цій стадії судна планують використовувати у прибережних районах, але вже вони будуть безпілотні. На заключному етапі концепція компанії «Rolls-Royce» полягає в тому, що всі судна у майбутньому будуть автономні та будуть оснащені їх технологією.

5.3 Загальні положення та принципи технології MUNIN

Абревіатура MUNIN складається з назви «Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks», що перекладається на українську, як «Морська безпілотна система навігації через інтелект у неймережах», назва проекту висвітлює мету проекту розробити технологію для автономного безпілотного судна. Це проект, який фінансується ЄС, до нього входить вісім партнерів з наукової та промислової галузей, розташованих у Німеччині, Норвегії, Швеції, Ісландії та Ірландії. У той час поки науковці займалися технічними, правовими та економічними дослідженнями проекту, партнери промислової представляли різні сфери діяльності на ринку розробників суден і намагалися зробити MUNIN конкурентним до сучасних вимог ринку.

Концепція автономних суден MUNIN була чимось схожою з європейською Waterborne Technology Platform.

Розробники MUNIN заявили: "Модульні системи управління та комунікаційні технології наступного покоління дозволять здійснювати віддалені функції моніторингу та керування як на березі, так і на борту судна. Вони включатимуть розширені системи підтримки прийняття рішень для забезпечення здатності дистанційно керувати суднами при повному або частковому контролі".

Обґрунтування проекту в зв'язку з необхідністю впровадження безпілотних суден полягало в тому, що через використання «slow steaming» іншими словами зниження швидкості судна, яке зараз не є вигідним через, те що потрібно платити екіпажу, у майбутньому можна буде знизити витрати на паливо та, через майже повну автоматизацію, можна буде залишити тільки декілька ключових членів екіпажу. Також, якщо витрати на екіпаж можуть бути зменшені, крім інших заощаджень, пов'язаних із «slow steaming», загальна економія стане більшою, а вся концепція «slow steaming» буде більш економічно стабільною.

Іншою перевагою буде зменшення небезпеки життю морякам, коли вони зможуть виконувати свої обов'язки з моніторингу та контролю над суднами з берега та мати нормальне соціальне життя на суші; а також захист екології робить «slow steaming» більшим і через те, що знижується споживання палива, зменшується кількість викидів забруднюючих газів.

Результати дослідження MUNIN передбачають автономну експлуатацію безпілотного судна лише під час плавання далеко від берега, а не у інтенсивному русі разом з багатьма суднами або під час підходу до порту. Це означає, що ці завдання все одно будуть виконуватися екіпажем на борту. Це також призводить до того, що відношення між частиною рейсу далеко у морі та прибережним плаванням буде дуже важливим економічним чинником для повної операційної ефективності.

Через обмежену пропускну здатність супутника в деяких регіонах та високі витрати на комунікацію робить рішення віддаленого управління непривабливим, MUNIN запропонував концепцію, в якій судно автономно керується системами на борту, а функції моніторингу та контролю виконуються за допомогою оператора на березі.

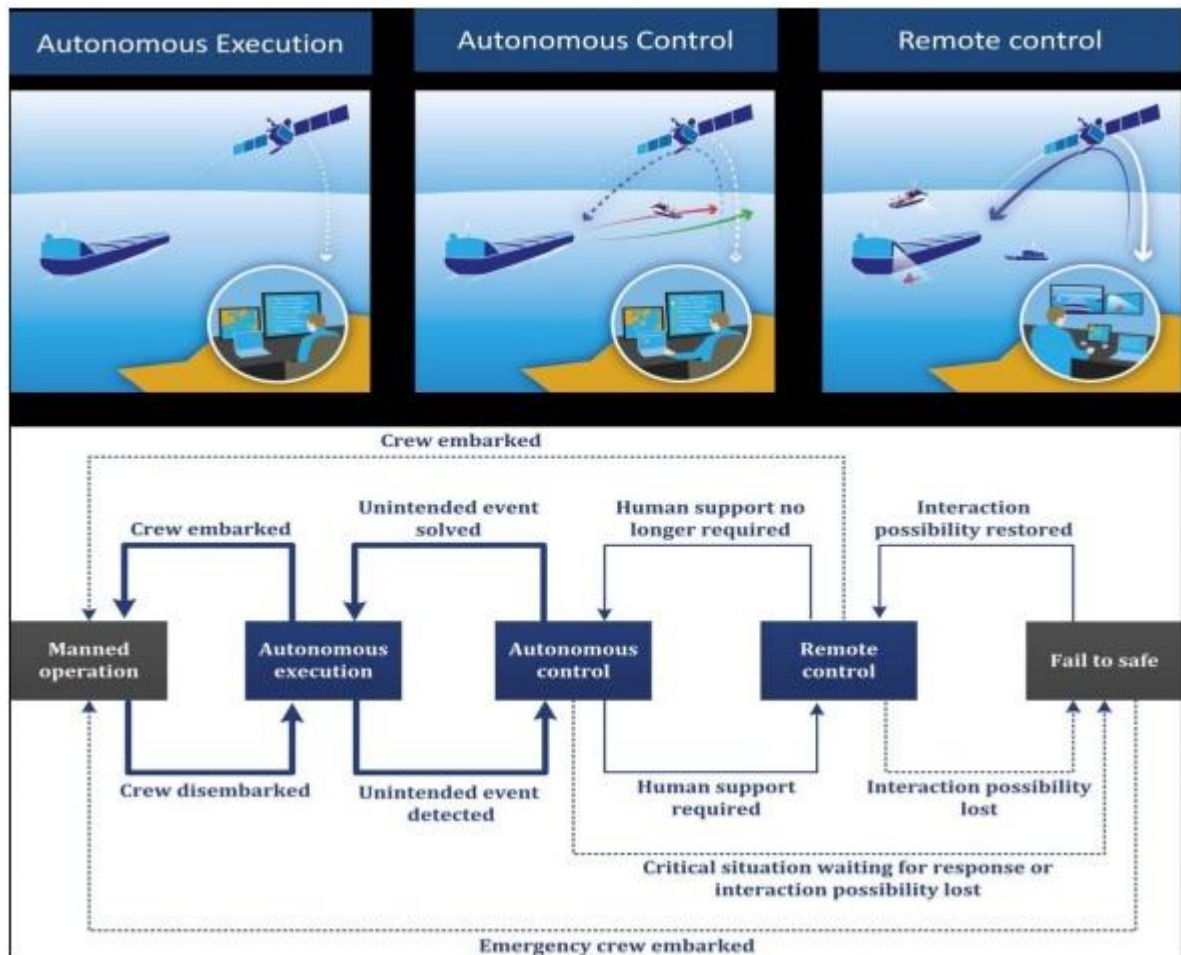


Рисунок 5.3 - Концепція автономного судна від «MUNIN»

Наступне зображення рисунок 5.3 показує, як буде працювати концепція автономного судна «MUNIN». Починаючи зліва з пілотованої операції, наприклад, після виходу з гавані та висадки лоцмана, також екіпаж судна залишить судно, і судно буде встановлено на "автономний режим плавання". Цей режим буде керувати судном автономно, і коли буде виявлено непередбачувану подію, якщо вона не зможе впоратися з нею самостійно, судно буде отримувати підтримку людей за допомогою дистанційного керування.

Коли підтримка людей більше не потрібна, судно повернеться до автономного режиму. Якщо зв'язок з віддаленим оператором був втрачений, судно буде виконувати «безпечну процедуру», яка може складатися з екстреної віддачі якоря, або деяких інших заходів для мінімізації ризиків зіткнення таких, як зупинення судна, зменшення швидкості тощо.

Потім, якщо зв'язок був відновлений, судно повертається до операції дистанційного керування, якщо ні, то буде відправлена екстрена команда для інспекції судна.

У висновку, розробники проекту дійшли висновку, що «MUNIN bulkер» з економить теперішню вартість судна на 7 млн. дол. США протягом 25 років порівняно з таким самим традиційним балкером за тих самих обставин. Крім того, було виявлено можливе зменшення ризику зіткнення та ризику посадки на ґрунт у десять разів порівняно з пілотованим судноплавством, головним чином через усунення проблем втоми та людського фактора. Крім того, ризики пожежі будуть зменшені, а більш ефективні системи пожежогасіння можуть бути використані в повністю закритих приміщеннях через відсутність людей. Розробники «MUNIN» також стверджують, що можна припустити, що безпілотні кораблі будуть менш вразливими до піратських атак.

Деякі кроки будуть проблемами експлуатації, такі як відмова від мазуту та адаптації законодавчої бази для безпілотних суден, але це не стосується того, чого не можна подолати.

5.4 Концепція судна ReVolt

Проект DNV GL «ReVolt» розробляє безпілотне судно для каботажних перевезень на електроенергії, яке буде житися за рахунок акумуляторів. Замість використання морського дизельного палива судно живиться від 3000 (Квт*г) батареї, що знижує експлуатаційні витрати за рахунок мінімізації кількості компонентів для обслуговування на борту. Судно буде 60-метровим контейнеровозом місткістю 100 TEU і запас ходу буде 100 морських миль, перш ніж батарея потребуватиме зарядки. А також, якщо необхідна енергія для заряду виробляється з відновлюваних джерел, це дозволить виключити викиди вуглекислого газу. Середня швидкість судна 6 вузлів, означає, що воно відчуває менший опір води, ніж у тих суден, які пересуваються на більш високих швидкостях. Це невелика втрата швидкості дозволяє інженерам

зробити, прямий вертикальний посилений бульб, який ще більше знижує опір води вздовж всього профілю судна. (Адамс 2014, бунт – наступне покоління морських перевезень)

Судно спроектовано так, що воно не вимагало присутності екіпажу, це може вирішити одну з найголовніших проблем судноплавної галузі, яка стосується безпеки та збереженню людського життя.

В середньому 900 чоловік на рік смертність на морському транспорті, що становить на 90 відсотків вище, ніж у порівнянні з береговими галузями. Дослідження показали, що більшість цих нещасних випадків, викликані людською помилкою.

Використання суден без екіпажу на борту допоможе вирішити помилки зв'язані з людським фактором і зробити їх використання більш рентабельним. Це означає також, що без екіпажу, надбудова судна буде більше не потрібна, внаслідок збільшення вільного простору можна прийняти більше вантажу та знизити експлуатаційні витрати. Це можна побачити на рис. 1.4, де батарея не займає багато місця у корпусі судна. Розрахункова економія для судна «ReVolt» на протязі 30-річного строку служби, в порівнянні з дизельними судном може бути до 34 млн. доларів (31,5 млн €).

«Будівництво та експлуатація цього судна буде можлива з сьогоdnішніми технологіями. «ReVolt» може надихнути виробників устаткування, суднових конструкторів та судновласників для розробки нових рішень на шляху до безпечного і стабільного майбутнього» Ханс Антон Твите, старший науковий співробітник DNV GL.

DNV GL на даний момент знаходиться на стадії випробувань «ReVolt», і став ближче до втілення у реальності. З метою випробування автономних можливостей, вони створили модель у масштабі 1:20.

DNV GL тестує прилади, камери і радары для контролю оточення судна, разом з Норвезьким університетом науки і технології і компанії «Kongsberg». Проект також вносить вклад у загальний розвиток технології суднобудівництва, так як безпілотне судно повинно працювати протягом деякого

часу без ніякого ремонту, незалежно від погоди, але на сьогодні системи не розраховані на це.



Рисунок 5.4 - Концептуальна схема конструкції судна «ReVolt»

5.5 «Yara Birkeland» перше у світі повністю електричне судно

Навесні 2017 року норвезькі компанії «Kongsberg» та «Yara International» оголосили, що розробляють автономне контейнерне судно місткістю 100-150 TEU, яке буде працювати на електроенергії. Судно транспортуватиме продукцію від порту Порсгун до Бревіка та Лавріка у Норвегії, його планують розпочати у другій половині 2020 року.

Судно було названо на честь вченого і новатора Крістіана Біркленда, який заснував проект судна «Yara», і це буде перший у світі повноцінний електричний контейнеровоз. За оцінками, судно може замінити до 40 000 рейсів на вантажних автомобілях і таким чином зменшити викиди NO₂ та CO₂, а також покращити безпеку дорожнього руху. Судно спочатку буде пілотоване, і увійде в експлуатацію в 2020 році і, як очікується, буде здатним виконувати повністю автономні операції з 2022 року.

Компанія «Kongsberg» - це норвезька міжнародна технологічна компанія, що постачає високотехнологічні системи та засоби для морської торгівельної, оборонної, авіаційно-космічної, морської нафтогазової промисловості. Компанія «Kongsberg» відповідає за розробку та впровадження усіх основних технологій, таких як інтеграційні прилади, необхідні для віддаленої та автономної експлуатації судна «Yara Birkeland». Окрім цього, вони також займаються електродвигуном, акумуляторами та системами контролю руху цього судна.

Заплановані характеристики судна: Довжина судна максимальна 79.5(м), найбільша ширина 14.8(м), осадка(баласт) 3(м), осадка(завантаженням) 6(м), середня швидкість ходу 6 вузлів і максимальна швидкість 10 вузлів. Місткість 100-150 TEU і дедвейт 3500-4500 (т). Суднова силова установка складається з електричного двигуна з двома Азіподами та двома підрулюючими пристроями, судно оснащене акумулятором на 3,5-4 (МВт*год).

Основні прилади включають камери кругового обзору, радары, AIS(автоматична ідентифікаційна система), ЛІДАР і інфрачервоні камери. Корабель буде працювати в межах 12 морських миль від узбережжя (норвезькі територіальні води) між трьома портами на півдні Норвегії. Вся територія охоплюється системою VTS(Система регулювання рухом) прибережних адміністрацій Норвегії в місті Бревік. Відстані між портами буде від 7 морських миль до 30 морських миль.



Рисунок 5.4 - Зовнішній вигляд та конструкція судна «Yara Birkeland»

5.6 Аналіз та результати діяльності проекту AAWA(Advanced Autonomous Waterborne Applications)

Ініціатива «Використання розвиненої автоматизації на морському транспорті» (AAWA) - це проект, очолюваний компанією «Rolls-Royce», для вивчення економічних, технічних, правових та соціальних проблем, які необхідно розглянути до того, щоб автономне судноплавство могло стати реальністю. Ініціатива AAWA фінансується Фінським фондом для розвитку технологій та інновацій. Проект AAWA виконується спільною роботою дослідницького центру Фінських університетів, з одного боку, та інвесторами, що беруть участь у морському бізнесі, з іншого боку. Проект розпочався у 2015 році та тривав до кінця 2017 року.

Метою AAWA є розробка технічних засобів та попередніх проектів дистанційно керованих або повністю автономних суден. Крім цієї мети, AAWA розглядає бізнес-модель для безпілотних судноплавних компаній, досліджує можливі питання безпеки та автономності суден, вивчає юридичні та нормативні наслідки та аналізує готовність морської галузі до запровадження автономності.



Рисунок 5.5 - Головні засади проекту «AAWA»

Зокрема, AAWA намагається дати відповідь на наступні питання;

- Яка технологія потрібна для безпілотних суден і який найкращий варіант, при якому судно може ходити автономно на великій відстані від берега?
- Яким чином безпілотні судна можуть бути принаймні такими ж безпечними, як і судна з екіпажами, які (нові) ризики вони створюють і як ці ризики можуть бути усунені?
- Які стимули потрібні судновласникам та операторам суден для інвестування в автономні судна?
- Чи будуть безпілотні судна розглядатися як традиційні морські судна та хто нестиме відповідальність у випадку аварії?

На першому етапі проекту «AAWA» вивчали тенденцію дистанційного та автономного транспорту в інших видах транспорту (безпілотні автомобілі і БПЛА) та розглядали нинішній стан технологічного, економічного, правового розвитку морської галузі щодо безпілотного судноплавства, а також, як ідеї інших видів транспорту можуть бути втілені у судноплавній галузі. Другий та третій етапи проекту AAWA будуть засновані на результатах першого етапу розробки технічних, правових та технічних умов безпеки автономних суден.

1) Загальні результати першої фази

Перш за все, AAWA вважає, що не буде єдиного рішення між вибором дистанційно керованих суден або автономних суден. AAWA вважає, що обидва типи суден будуть працювати, і вибір буде залежати від типу судна і точної функції судна. Наприклад, коли судно повинно працювати в більш складних і різних місцях, варіант дистанційного керування, ймовірно, буде кращим вибором. Але коли судно повинно плавати на дальніх морських рейсах, рівень автономії корабля, ймовірно, буде набагато вище.

По-друге, AAWA прийшла до висновку, що необхідні технології для створення безпілотних суден вже існують. Проте залишається проблемою знайти спосіб поєднання цих технологій, щоб судно може працювати надійно та економічно ефективно. Знаходження цього оптимального способу експлуатації потребує ретельної дослідницької роботи через випробування і симуляції.

По-третє, АWAA дійшла висновку, що безпілотні судна зможуть працювати принаймні так само безпечно, як і традиційні судна. Безпілотні судна, скоріш за все, не будуть більш небезпечними, ніж судна, що керуються людьми, тому що основна причина морських аварій (тобто людських помилок) буде виключена через більш високий рівень автоматизації безпілотних суден.

Людські помилки можуть все ще траплятися у випадку з дистанційним управлінням суден, але, імовірно, вони будуть траплятися рідше, ніж у традиційних суден.

З іншого боку, АAWA не дійшла до висновку, що безпілотне судноплавство буде безпечнішим, через невизначеність щодо нових ризиків та небезпек. З точки зору безпеки, було висловлено занепокоєння з приводу вищої уразливості до кібератак, що може дозволити хакерам незаконно маніпулювати та управляти системою.

Крім того, також невизначено, який вплив матимуть безпілотні судна на захоплення суден та піратство. Всі ці нові небезпеки та ризики все ще повинні будуть ідентифіковані та оцінені.

Четверте твердження, зроблене ААМА, полягає в тому, що безпілотні судна можуть зробити революцію у морській галузі. У підсумку, багато інвесторів та багатомільйонних компаній залучено у морську промисловість, які мають великий вплив на запуск безпілотних суден, особливо роль судноплавних компаній, суднобудівників, постачальників морського програмного забезпечення та обладнання, і навіть технологічні компанії з інших секторів.

2) Результати у юридичних аспектах судноплавства після першого етапу

У цьому розділі буде наведено короткий опис результатів проекту АAWA щодо юридичних норм судноплавства.

Існуюче морське право не передбачає запуск безпілотних суден. Для того, щоб безпілотні судна стали реальністю, немає ніяких сумнівів у тому, що потрібні дії на всіх регуляторних рівнях. ІМО буде потрібно внести певні зміни в конвенції ІМО, а також регулюючі органи на національному рівні

повинні будуть адаптувати своє законодавство. Звичайно, для цього регулюючого процесу потрібна політична воля.

ААВА рекомендує ІМО взяти на себе провідну роль у адаптації правил до потреб безпілотного судноплавства. Перш за все, оскільки технічні правила ІМО створюють найбільше проблем для безпілотних суден. По-друге, оскільки конвенції ІМО утворюють домінуючі і первинні вимоги до суден та регулювання судноплавства; нові правила ІМО можуть бути використані як керівництво для змін у юридичних правилах морського права та змін у національному морському законодавстві.

ААВА також рекомендує, щоб регулюючі органи проводили різницю, відповідно до ступеня автоматизації. Це пов'язано з тим, що цілком автономні судна тяжче контролювати, ніж судна, що дистанційно керуються. Оскільки на дистанційно керованих кораблях все ще буде оператор, буде легше дотримуватися існуючих правил експлуатації, навіть якщо екіпаж не знаходиться на борту судна.

ААВА також досліджує правила морської відповідальності. Незважаючи на те, що вони, ймовірно, зазнають серйозних змін, зміни у законодавстві щодо морської відповідальності є менш гострими. ААВА пропонує, щоб існуючі правила морської відповідальності могли бути інтерпретовані, змінені або доповнені для вирішення проблем з безпілотними судами.

Очікується, що нові правила відповідальності, такі як відповідальність за власність, будуть впливати на морську страховку та інші ділові відносини судновласників та менеджерів суден. Який точний вплив буде ніхто не може уявити, і це те що треба досліджувати.

Висновок проекту ААВА щодо правового аспекту безпілотних суден полягає в тому, що правові виклики не є непереборними. Проте, згідно з ААВА, головне питання стосується політичної та суспільної волі для існування безпілотних суден і боротьби з юридичними викликами.

Соціальне визнання та готовність морського співтовариства та регулюючих органів стануть ключовими рішеннями для розгортання безпілотного судноплавства. Якщо люди готові до сприйняття безпілотних суден, залишається лише одне - визначити правила, які потребують коригування, і зробити поправки у них.

AAWA розуміє, що для ініціювання та формулювання нових міжнародних правил потрібні декілька років на розробку поправок та ще кілька років, щоб зміни вступили в силу. Тим часом рекомендації ІМО або кодекси щодо використання безпілотних суден будуть найкращим варіантом для керівництва та надання допомоги державам прапора, які бажають підтримати безпілотне судноплавство, але все ще чекають на міжнародне регулювання, яке, як правило, дуже важливе у морському праві.

3) Наступні кроки у дослідженнях AAWA

Наступні етапи будуть засновані на результатах першого етапу розробки технічних, правових норм та характеристик безпеки. Зокрема, AAWA планує дослідити наступне:

- Розробка та випробування конкретних технологічних рішень для автономних суден через використання симуляторів і випробувань на морі в різних експлуатаційних та кліматичних умовах.
- Проведення дослідження для аналізу нових ризиків безпілотного судноплавства і, відповідно, створення нового підходу, що базується на систематичній та всеохоплюючій оцінці ризиків.
- Вивчення юридичних проблем експлуатації безпілотного судна на національному рівні, а також вивчення необхідних змін правил ІМО.
- Вивчення думок і пропозицій судноплавних компаній для безпілотного судноплавства з метою розробки балансу витрат та доходів автономних суден, для різних типів суден.

Результати цих наступних фаз очікуються наприкінці 2019 року. AAWA очікує, що перші кораблі з дистанційним керуванням будуть комерційно використані до 2020 року.

5.7 Аналіз рівнів автономії суден

Терміни «автономні судна» та «безпілотні судна» не були визначені ні на національному, ні на міжнародному рівнях.

Для цілей даного аналізу «автономні судна» визначено терміном «судна, здатні надати - через автоматичні процеси - підтримку прийняття рішень або можливість взяти на себе частину або весь контроль за управлінням судном незалежно від того, чи здійснюється контроль за судном з іншого місця.»

Для цілей даного аналізу автономні судна не дорівнюють суднам без капітану чи екіпажу.

Що стосується цього аналізу, автономне судно також може бути судно, яке використовує технологію, що дозволяє, зокрема, робити безпілотним (фізичний) міст звичайного судна з екіпажем та має системи уникнення зіткнень.

У цьому аналізі оператори суден на рівні автономії R, RU та A див. табл. 5.2 визначаються як «віддалені оператори».

Цей термін охоплює «особу з необхідною кваліфікацією, яка здійснює або здійснює спостереження за плаванням одного або декількох автономних суден без особистого перебування на борту судна та яка має право представляти судно у відношеннях з владою.»

Регістр Ллойду розробив визначення рівня автономії суден (табл. 1 нижче), які часто згадуються в міжнародних відношеннях щодо автономних суден. Визначення рівнів автономії Регістру Ллойда залежить від відмінностей між використаним обладнанням та роллю віддаленого оператора.

Таблиця 5.1 - Рівні автономії визначені Регістром Ллойда

Autonomy level	Description	Operator's role
AL 0: Manual controlled	Navigation controls or waypoints for course are handled manually.	The operator is on board or controls the vessel remotely through radio link.
AL 1: Decision support on board	Automatic navigation according to set	The operator sets course as waypoints and

	references and schedule. Course and speed measured by onboard sensors.	determines desired speed. The operator monitors and changes course and speed if necessary.
AL 2: Decision support on board or from shore	Course navigation through a sequence of waypoints. Course is calculated according to a planned schedule. An external system can upload a new schedule.	The operator monitors operation and surroundings. Changes course and speed if needed. Suggestions for interventions may be provided by algorithms.
AL 3: Execution by operator who monitors and authorizes action	System recommends navigational action on the basis of sensor information from the ship and its surroundings.	The operator monitors the systems functions and actions, and authorizes actions before they are carried out.
AL 4: Execution by operator who monitors and is able to intervene.	Decisions on navigation and operational actions are calculated by the system that executes on the basis of its calculations following approval from the operator.	The operator monitors the systems actions, and takes correctional actions as needed. Monitoring can take place from shore.
AL 5: Monitored autonomy	Overall decisions regarding navigation and operation are made by the system, also assessing consequences and risks. Sensors capture relevant information of the surroundings, and the system interprets the current situation. The system calculates its actions and executes these. The operator is alerted in case of uncertainty.	The system performs calculated actions. The operator is alerted unless the system is very certain of its interpretation of the surroundings, its own state and of the following calculated actions. General goals are determined by the operator. Monitoring can take place from shore.
AL 6: Full autonomy	Overall decisions regarding navigation and operation are made by the system, also assessing consequences and risks. The system acts on basis	The system makes its own decisions and actions, calculating own capability and prediction of the behavior of surrounding traffic. The

	of analysis and calculations of both own action and the surroundings response. Knowledge of surroundings and of past and typical situations are factored in via machine learning.	operator is alerted in the case system fails to determine action. General goals may be determined by the system. Monitoring from shore.
AL 6: Full autonomy	Overall decisions regarding navigation and operation are made by the system, also assessing consequences and risks. The system acts on basis of analysis and calculations of both own action and the surroundings response. Knowledge of surroundings and of past and typical situations are factored in via machine learning.	The system makes its own decisions and actions, calculating own capability and prediction of the behavior of surrounding traffic. The operator is alerted in the case system fails to determine action. General goals may be determined by the system. Monitoring from shore.

У правовому контексті регуляторні бар'єри є збіжними для кількох рівнів технічної автономії. Тому ми, в цьому аналізі, обрали для систематизації нашого підходу до регуляторних бар'єрів на основі чотирьох рівнів автономії, які ми зробили на підставі нашого аналізу, важливими з точки зору регулювання.

Таблиця 5.2 - Рівні автономізації судна в контексті регулювання судноплавства

Рівень автономії	Роль оператора судна
Рівень М: Безпосереднє керування людиною з системами допомоги прийняття рішень.	Оператор(судноводій) знаходиться на борту та керує судном безпосередньо на навігаційному містку, використовуючи технічні засоби для підвищення надійності прийняття рішень.

Рівень R: Дистанційно кероване судно із скороченим екіпажем	Судно може контролюватися з берега або з іншого судна, але на судні ще є скорочений екіпаж, який може нести вахту та керувати судном у разі потреби з навігаційного містка
Рівень RU : Дистанційно кероване судно без екіпажу на судні	Судно контролюється з іншого судна або берега. На судні немає екіпажу
Рівень A: Повністю автономне судно	Система яка керує судном враховує автоматично та у реальному часі всі наслідки та ризики від обраних рішень. Ця система може самостійно приймати рішення та керувати судном без втручання людини. Оператор судна на березі може брати на себе керування судном у разі нагальної потреби, або у складній ситуації для підвищення рівня безпеки навігації судна. У цьому разі рівень автономії судна зменшується до рівня RU.

Більшість проектів автономних суден полягає в тому, щоб судна були розроблені таким чином, щоб можна змінювати рівні автономії (ручне керування, дистанційне керування та повна автономна експлуатація). Отже, реальність полягає в тому, що правові бар'єри будуть динамічними та змінюватися в залежності від рівня автономії, на якому судно працює.

Передбачається, що автономні судна будуть (хоча б спочатку) працювати за допомогою ручного керування операторами на судні або дистанційного управління оператором з берега у випадку заходу, виходу з порту або у районах скупчення суден та тяжкої навігації, а після судно перейде на рівень автономності A у відкритих водах.

Ми базуємо наш аналіз на гіпотезі, що можна розділити регуляторний підхід для автономних суден у відношенні чотирьох рівнів автономії до тих, хто має компетенцію щодо рішення та де робиться прийняття рішення (тобто на борту судна або десь у іншому місці). На рис. 5.6 нижче показано цей підхід.

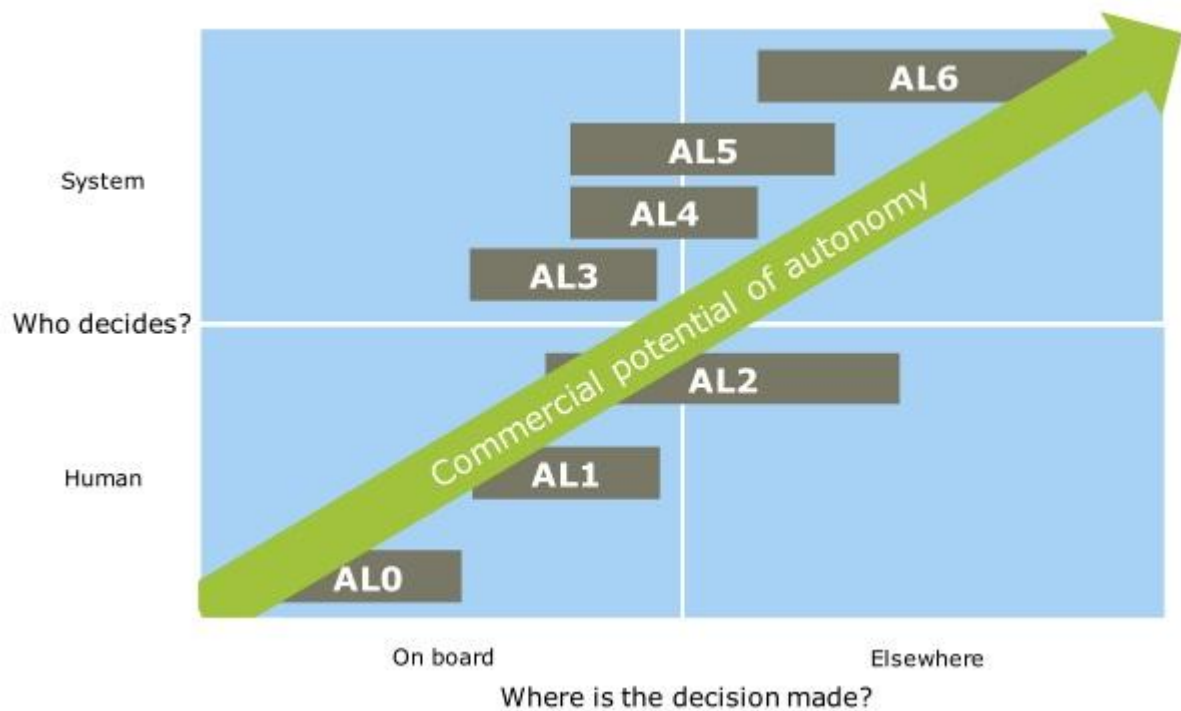


Рис. 5.6 - Залежність рівня автономії для комерційної вигоди

5.8 Технічні виклики перед безпілотними судами

Виключення людської помилки під час керуванням судна дійсно є найкращим рішенням. У цьому розділі представлені технології та ризики, які постають перед безпілотними судами. Деякі електронні технічні системи, наприклад, ЕКНІС та системи моніторингу позиції судна, є загальними системами на судах в наші дні. Ризик помилки у цих системах однаковий в безпілотних судах і на пілотованих судах, оскільки це системи, які в основному залишаються незмінними в безпілотних судах.

Технічні ризики в майбутньому більше пов'язані з технологією, яка намагається відтворити людське сприйняття (наприклад, людський зір на рисунку 5.7) та системи зв'язку між безпілотними судами та контрольним центром на суші.



Рис. 5.7 - Порівняння людського зору(зліва) та термальної камери(з права)

Навіть якщо планується дублювати пристрої на безпілотних суднах, з вірогідністю того що, деякі сенсори, камери, комп'ютерний модуль зв'язку або навіть просто дроти для передачі даних будуть пошкоджені, навіть звичайні ситуації роблять безпілотні судна не настільки безпечними.

Один із самих страшних чинників є вогонь, коли починається пожежа, всі системи також охоплюються вогнем і виходять із ладу. Звичайно, для запобігання цьому планується, що суднобудівні матеріали будуть вогнезахисні, двигуни будуть працювати на електроенергії, а системи CO_2 плануються запускатись автоматично, також всі системи передачі даних та резервування знаходитимуться в різних місцях судна, що у випадку надзвичайних ситуацій, всі системи не вийшли з ладу.

Що стосується машинного відділення, судна довгий час мають автономне машинне відділення. Моніторинг за машинним відділенням здійснюється з різних місць на судні, а на безпілотних суднах ідея полягає в тому, щоб робити моніторинг на наземній станції. Компанія «Rolls-Royce» створила систему, яка називається «loop sound», тобто система, яка записує будь-які звуки з машинного відділення у реальному часі до контрольного центру на суші. Навіть якщо зберігати та транслювати всю інформацію з

датчиків та обладнання з судна на землю, втрата зв'язку є найбільш актуальним ризиком. Також є проблемою дублювання деяких систем у машинному відділенні, наприклад, система подачі охолоджуючої води для двигунів. Це система, яку важко дублювати, і конструктори все ще планують нові способи зробити цю систему на безпілотних суднах.

Ризики на даний момент полягають в основному в передачі даних та захисті даних. Передача даних між судном та береговими контрольними станціями через супутникові системи є слабкою ланкою. Звичайно, мається на увазі те, що системи вийдуть з ладу, або інші ризики, наприклад, пожежа на борту, такі ж ризики є реальними і для берегових контрольних станцій. Систем а на обидних кінцях має працювати належним чином, щоб дані досягали іншого кінця.

Передача даних, з'єднання для передачі даних та безпечне переміщення даних з судна до контрольного центру, це є основною проблемою. Брандмауер на судні та на березі є обов'язковим, але також одним з основних моментів передачі даних є перевірка даних. Дані не повинні містити ніяких вірусів, щоб зробити систему непідконтрольною. Перевірка даних має робитись щоб виявити проблеми у апаратному забезпеченні / підключенні, та негайно запустити резервну копію. Може бути прикладом, неспроможність камери працювати через сильну погоду. Необхідно також постійно оновлювати брандмауери та устаткування підключення, щоб запобігти попаданню у брандмауерам будь-якого вірусу. Таким чином, це є все ще ручна робота ІТ-спеціалістів, оновлення і моніторинг повинен бути робитися, також на судні, навіть, якщо на ньому немає нікого.

В даний час супутникове з'єднання досить слабе у відкритих морських районах, а кількість переданих даних не є мала, тому залишається питання, щоб конвертувати, а також шифрувати дані, і мати для передачі необхідну швидкість. Ось чому рівень автономії може бути скоректований, і менший контроль береговою станцією дорівнює меншій пропускну́ї спроможності. Якщо з'єднання втрачається через втрату супутникового з'єднання, система

безпілотного судна виконує процедуру «back up» і припиняє подальший рух, включаються системи динамічного позиціонування, щоб зберегти свою позицію.

5.9 Технічні рішення запропоновані для використання на безпілотних суднах

Оскільки цей розділ ґрунтується на всіх проектах безпілотних судів, але ми будемо розглядати технічні рішення, які розробляються на даний момент, прикладом може слугувати компанія «Rolls-Royce». У майбутньому принципи технічного обладнання будуть схожими, але в різних проектах пристрої та обладнання може бути зроблене різними способами. Це, звичайно, зрозуміло, тому що пристрої розробляють постійно для кращої роботи.

Основний технічний принцип полягає в тому, що на судні існують різні модулі, що з'єднуються з двигуном та рульовою системою судна. Ці модулі разом складають "штучний інтелект", який контролюється з берегового контрольного пункту оператором, через захищене супутникове з'єднанням.

1) Технічні пристрої та устаткування на безпілотних суднах

Технічні пристрої можна розділити на різні групи. Пристрої різних виробників можуть бути інтегровані в системи Rolls-Royces, наприклад, Радар FURUNO та інфрачервоні камери компанії «FLIR».

Система першочергової оцінки ситуації повинна в основному містити датчики. Включатиме такі пристрої: датчики запису звуку та датчики руху, камери високої якості, які використовуються у денний час та інфрачервоні камери, які можуть використовуватися в режимі нічного бачення, термічні камери та, звичайно, радіолокаційні пристрої S-band та X-band, які будуть використовуватися під час поганих погодних умов для виявлення небезпечних цілей. Також будуть використовуватися радіолокатори на Ka-band та V-band частотах, оскільки вони можуть виявити об'єкти на дуже близькій відстані. Почалися розробки для новітньої системи LIDAR - це лазерна система

сканування, яка дозволяє вимірювати дуже точно вимірювати відстані. Система оцінки ситуації також включає в себе систему синхронізації даних, а також систему, яка збирає всі дані з усіх датчиків і виявляє найбільш надійні дані.

Друга автономна система для навігації, що включає в себе системи планування маршрутів, попередження про ймовірність зіткнення, систему запобігання зіткненню та модуль визначення стану судна. Всі ці системи пов'язані одна з одною, а також до системи динамічного позиціонування та двигуна.

Система планування маршруту це, в основному, ЕКНІС, але там, де запланований маршрут імпортується з берегового центру.

У прибережних водах та під час підходу до порту система використовуватиме як карти місцевості, так і морські карти, як на пілотованих суднах, але динамічні перешкоди відображаються за допомогою системи оцінки ситуації. Способи відображення динамічних небезпек виконуються так само, як у пілотованих суднах, що використовують AIS і радари, але в безпілотних суднах використовують більше датчиків і отримують більше інформації.

Система, яка оцінює ситуацію, з'єднана з системою у яку надходять всі дані з датчиків.

Метою системи запобігання зіткнень є забезпечення безпечної навігації. Вона використовує дані з усіх інших систем, наприклад від системи планування маршруту, де вона отримує дані щодо запланованого маршруту, а також від системи оцінки ситуації, де вона отримує інформацію про навколишні небезпеки, та від системи динамічного позиціонування, де вона отримує інформацію про обмежень маневру.

Головна система судна збирає дані з інших систем і ділиться цією інформацією про стан систем судна з береговим оператором.

Метою систем динамічного позиціонування судна є підтримання позиції судна та його курсу за допомогою приладів GPS, датчиків вітру,

силових установок, наприклад, Азіпод система, гвинтів та рульового керування, а також носового/ кормового підрулюючого пристрою.

Передача даних і зв'язок є однією з основних частин автономної навігаційної системи. Коли планування плавання здійснюється оператором, оператор також повинен вибрати рівень автономії судна. Це означає, що оператор може вибрати або тільки дистанційне керування або повністю автономний режим. Звичайно, 100% автономного судна ще не існує.

Залежно від того, який рівень вибраний, обсяг даних, що передаються між судном та оператором відрізняється. Більш дистанційно кероване безпілотне судно, передає більше інформації, а чим більш автономне судно, тим менше передає даних.

Системи зв'язку в наші дні не розвинуті до високошвидкісного покриття у всьому світі, наприклад, відкриті морські райони. У прибережних районах ми можемо використовувати високошвидкісні сполучення типу 5G, але у відкритих морських районах ми можемо використовувати лише супутникове з'єднання.

Ось чому в прибережних районах судно може надсилати дуже багато даних оператору, наприклад HD-відео, щоб оператор міг отримати найкращу інформацію від датчиків, але в відкритому морі кількість даних змінюється між судном і оператором обмежений.

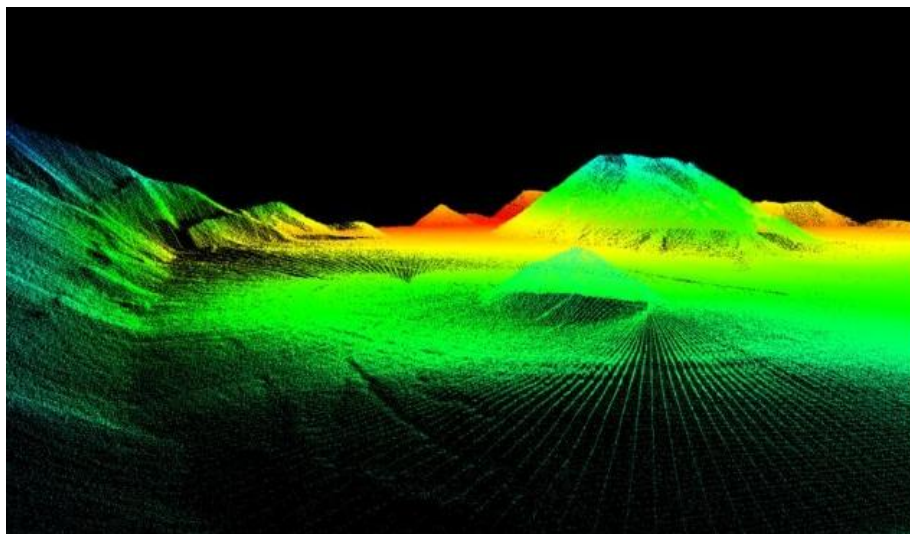


Рис. 5.9 - Приклад відображення навколишнього середовища за допомогою технології LIDAR

Таблиця 5.3 - Частоти радіолокаційного обладнання

Frequency band	Frequency range (GHz)	Wavelength range (cm)
L band	1 - 2	15 - 30
S band	2 - 4	7.5 - 15
C band	4 - 8	3.75 - 7.5
X band	8 - 12	2.5 - 3.75
Ku band	12 - 18	1.67 - 2.5
K band	18 - 27	1.11 - 1.167
Ka band	27 - 40	0.75 - 1.11
V band	40 - 75	0.4 - 0.75
W band	75 - 100	0.27 - 0.4

Є одна існуюча супутникова система, яка може використовуватися для безпілотних суден, це система Inmarsat Global Xpress. Система має високий рівень охоплення та високу пропускну здатність. Inmarsat Global Xpress використовує всі Ka, S і X діапазони для роботи. Система може перемикатися між цими діапазонами без втручання оператора. Надалі берегові системи зв'язку та супутникове з'єднання стануть набагато швидшими, тому проблеми з пропускну здатністю стануть історією, а судно і оператор можуть мати високошвидкісне з'єднання де завгодно.

5.10 Технічні досягнення та випробовування у галузі автономного судноплавства

На початку 2016 року була заснована компанія «DIMECC», це фінська компанія, яка об'єднала як фінські, так і міжнародні компанії, працюючи разом над безпілотними суднами та їх розробками.



Рис. 5.11 - Розташування зони для тестування безпілотних суден «Jaakonmeri test area».

Об'єдналися такі компанії, як «Rolls-Royce», «ABB», «Wärtsilä», «Cargotec», «Ericsson», «Meyer Turku», «Tekes» і «Tieto». Їх проект має назву: "Одне море - автономна морська екосистема". Після багатьох років досліджень компаній, що беруть участь, вже готові технічні рішення для бізнесу і тому мета полягає в тому, що безпілотні судна стануть частиною повсякденних морських операції в найближчому майбутньому.

Компанія «DIMECC» створила зону випробувань для безпілотних суден, ця територія біля узбережжя порту Раума, у Фінляндії, і називається тестовою площадкою «Jaakonmeri test area».

Винахідник Dr.Talvitie від DIMECC зазначав що ретельне тестування в справжніх морських умовах має вирішальне значення для забезпечення функціональності систем та технологій та забезпечення необхідних вимог до безпеки та надійності для автономних суден майбутнього.

Зона звичайно закрита для торгового морського транспорту, там можуть використовувати тільки безпілотні судна. Площа дійсно велика на 18 кілометрів завдовжки та 8 кілометрів завширшки, і це все відкрите море.

Тестова площадка була заснована на прибережних територіях Фінляндії через гарне покриття для передачі даних та можливості тестування різних способів передачі інформації, а також можливість проводити тестування в крижаних умовах під час зимового періоду. Тестова площа «Jaakonmeri test area» насправді відкрита для тестування для будь-кого у світі, але тестові цілі повинні бути пов'язані з тестуванням безпілотних суден або пов'язаних з ними технологій.

DIMECC вже заявив, що перше випробування планується розпочати наприкінці 2018 році або навіть раніше. Це важливий крок у досягненні безпілотного судноплавства, та створення однієї транспортної системи на морі. Відкриття тестової зони для всіх дослідників, що розвивають морську автономію, прискорить процес глобально і перетворить концепцію придатною для всіх комерційних програм в цій галузі.

5.11. Висновки

У цьому розділі ми розглянули розвиток проектів присвячених автономним суднам, перевірили стадії їх створення. Також важливим було те, що ми дали визначення усім рівням автономії суден від М до А. Визначили, що економічна вигідність зростає разом з рівнем автоматизації судна.

Під час роботи над першим розділом ми виділили сфери яку потребують подальшого більш детального розгляду:

- Сортування виявлених цілей з різних сенсорних систем для класифікації об'єктів та суден на ті, які можна ігнорувати, або їх можна автоматично уникнути або вони вимагають уваги берегового оператора.

- Автоматичне уникнення виявлених та розпізнаних цілей у відповідності з правилами гарної морської практики та встановлених правил МППЗС-72.

- Прийом нових маршрутних планів з берегового контрольного центру або з сервісу відстежування погодних умов та автоматичну і безпечну інтеграцію в поточні плани рейсу. Це, також, може включати дистанційне

керування від лоцмана, сервісу контролю за переміщеннями суден (VTS) або з берегового контрольного центру.

— Виконання «безпечного режиму» у разі відсутності зв'язку з оператором під час критичних ситуацій або інших несподіваних ситуацій, у тому числі ручне або автоматичне відновлення з «безпечного режиму» до звичайного режиму роботи

Зокрема, необхідні дії для покращення надійності усіх систем автономного судна. Система судноплавства сьогодні розроблена та побудована так, що треба використовувати стратегію технічного обслуговування щоб забезпечити достатній рівень безпеки і надійності для всіх систем судна. Це включає в себе використання технічного та оперативного надлишку в роботі системи, періодичні інтервали технічного обслуговування та можливість ремонту або заміни компонентів систем екіпажем.

У випадку з безпілотним судном ці стратегії, очевидно, не працюють. Таким чином, основним завданням для безпілотних суден є покращення надійності системи в тій мірі, в якій оператор може мати дуже високу впевненість у тому, що критичні системи для судна не зламаються під час рейсу. Деякі важливі питання дослідження включають:

— Розробка важливих систем та вдосконалення їх, де потрібно, уникнути окремих збоїв з досить високою надійністю.

— Необхідно оновлювати поточні процедури профілактики для забезпечення працездатності механізмів і систем під час знаходження у морі, які зараз розроблені таким чином, що можуть бити замінені під час плавання.

— Визначення необхідності нових датчиків, а також нових процедур та аналізу методологій виявлення ранніх ознак несправності та відмови працездатності.

— Розробка ефективних процедур у випадку серйозної помилки системи. Які мають бути доповнені відповідними стратегіями відновлення працездатності системи.

6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ

6.1. Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі

Розрахунок виконаний на підставі завдання і даних, отриманих у попередніх розділах цієї дипломної роботи, взятих із суднової документації при роботі на переддипломної практиці, з довідкових матеріалів кафедри М і ЕМТ НУ«ОМА», прейскурантів, тарифів та ін.

Вихідні дані рейсу т/х «Alberta» з порту Джебел Алі в порт Сінгапур зведені в табл. 6.1.

Таблиця 6.1 - Початкові дані для розрахунку рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Дедвейт т/х «Alberta»	Δ_w	тон	158957
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	636,6
3	Відстань між портами	L	милі	3492
4	Кількість навантаженого вантажу: сира нафта	ΣQ_m	т	143713,3
5	Фрахтова ставка за 1т вантажу	f	\$/т	10
6	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	т/ добу	100000
7	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	т/ добу	130000
8	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	15,0
9	Швидкість в каналах, вузостях	v	кан. вузли	7,0
10	Добова витрата палива на ходу: важке	q^e_x	тон/добу	47,0
	легке	$q^e_{ст}$	тон/добу	4,5
11	Ціна 1 тони палива: важке	$C_в$	\$/т	450
	легке	$C_л$	\$/т	580

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5
12	Балансова вартість судна	$C_{бал}$	\$	21847850
13	Річна норма амортизації	Ha	%	10
14	Позаексплуатаційний час	$T_{зе}$	діб.	15
15	Чисельність екіпажу	$Ч_{ек}$	чол.	22
16	Час затримки в дорозі	$t_{зат}$	діб.	0,5
17	Додатковий час в портах стоянки	$t_{доод}$	год.	3
18	Заробітна платня	$R_{зн}$	\$/добу	3000
19	Витрати на технічне постачання	$R_{т.пос}$	\$/добу	500
20	Навігаційні витрати	$R_{нав}$	\$/добу	420
21	Портові збори	$R_{порт}$	\$	82750
22	Агентство суден	$R_{аг}$	\$/добу	250
23	Витрати на страхування судна	$R_{стр}$	\$/добу	450
24	Витрати на ремонт	$C_{рем}$	\$/мр.п.	1500000
25	Вартість одного доковання	$C_{док}$	\$	150000

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

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

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

$$\Delta_q = 158957 - 636,6 = 158320,4 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

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

де T_k – календарний період, приймаємо 365 діб;

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

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

$$t_x = 3490 / (15,0 \times 24) + 0,5 = 10,2 \text{ діб}$$

- стоянковий час:

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

$$t_{cm} = 143713,3 / 100000 + 143713,3 / 130000 + 3 / 24 = 2,6 \text{ діб.}$$

- час рейсу складе:

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

$$t_p = 10,2 + 2,6 = 12,8 \text{ діб}$$

4. Розрахуємо провізну спроможність судна:

- зроблено тонно-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 143713,3 \times 3492 = 501846844 \text{ тонно-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_{\text{ч}} L = 158320,4 \times 3492 = 552854837 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

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

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = 143713,3 \times 10 = 1437133 \text{ $/рейс}$$

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

Постійні експлуатаційні витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$R_{\text{рем}} = ((150000 + 1500000) / 5) / 350 = 943 \text{ \$/добу}$$

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

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

$$R_{\text{ам}} = (21847850 \times 0,1) / 350 = 6242 \text{ \$/добу};$$

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

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

де $H_{\text{сн}}$ – норма постачання;

$$R_{\text{сн}} = (21847850 \times 0,02) / 350 = 1248 \text{ \$/добу};$$

- витрати на технічне постачання ($R_{\text{т.пос.}}$) 500 \\$/добу;

- навігаційні витрати, \\$/добу ($R_{\text{нав}}$) 420 \\$/добу;

- портові збори ($R_{\text{порт}}$) 82750 \\$/рейс;

- витрати з агентування ($R_{\text{аг}}$) 250 \\$/добу;

- витрати на страхування ($R_{\text{стр}}$) 450 \\$/добу.

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

$$R_{\text{екс}} = 3000 + 264 + 943 + 6242 + 1248 + 500 + 420 + 82750 / 12,8 + \\ + 250 + 450 = 19782 \text{ \$/ добу}$$

7. Розрахуємо непрямі (адміністративно-управлінські)

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

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

$$R_{\text{кос.}} = 19782 \times 0,02 = 396 \text{ \$/добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{\text{заг}} = 19782 + 396 = 20178 \text{ \$/добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{\text{заг.екс}} = 20178 \times 12,8 = 258278 \text{ \$/рейс}$$

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

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

$$R^e_x = k_{cm} \cdot q_x \cdot C_m \quad (6.15)$$

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

$$R^e_x = 1,1 \times 47,0 \times 450 = 23265 \text{ \$/ добу}$$

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

$$R^e_{cm} = k_{cm} \cdot q_{cm} \cdot C_v \quad (6.16)$$

$$R^e_{cm} = 1,1 \times 4,5 \times 580 = 2871 \text{ \$/ добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

$$\Sigma R_{\text{неп}} = (R^e_x \cdot t_x) + (R^e_{cm} \cdot t_{cm}) \quad (6.17)$$

$$\Sigma R_{\text{неп}} = 23265 \times 10,2 + 2871 \times 2,6 = 244768 \text{ \$/рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{\text{рейс}} = 258278 + 244768 = 503046 \text{ \$/рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

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

$$\Sigma \Pi_{\text{рейс}} = 1437133 - 503046 = 934087 \text{ \$/рейс}$$

Прибуток судна т/х «Alberta» з порту Джебель Алі до порту Сінгапур з вантажем сирої нафти за рейс склав 934087 \\$/рейс.

6.2 Розрахунок якісних показників роботи судна в рейсі

Якісні показники роботи судна в рейсі розраховуємо за методикою:

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

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

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

2. Коефіцієнт завантаження судна:

$$\alpha_3 = \frac{\Sigma Q}{\Sigma D_{\kappa}}, \quad (6.21)$$

$$\alpha_3 = 143713,3 / 158320,4 = 0,908$$

3. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

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

$$V_{cp.} = 3492 / 10,2 = 342$$

4. Коефіцієнт ходового часу:

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

$$\varepsilon_x = 10,2 / 12,8 = 0,797$$

5. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

$$\mu_e = \alpha_3 \cdot V_{cp.} \cdot \varepsilon_x, \quad (6.24)$$

$$\mu_e = 0,908 \times 342 \times 0,797 = 247,50$$

6. Валова прибутковість одних судно-днів:

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

$$\mu = 1437133 / 12,8 = 112276 \text{ \$/доба}$$

7. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

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

$$S_m = 503046 / 143713,3 = 3,50 \text{ \$/т}$$

8. Собівартість 1 тонно-милі в рейсі:

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

$$S_{m-м} = 503046 / 501846844 = 0,0010024 \text{ \$/т-м}$$

9. Собівартість утримання судна в добу експлуатації:

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

$$S_{c-c} = 503046 / 12,8 = 39300 \text{ \$ / доб.екс}$$

10. Рівень прибутковості являє відношення доходів до витрат:

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

$$PF = 1437133 / 503046 = 2,86$$

При $PF > 1$ рейс прибутковий. Рівень дохідності (target yield) — показник розрахунку ефективності виконаного рейсу заснований на аналізі кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі.

6.3 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу

Якісні показники роботи судна за експлуатаційний період розраховуємо з урахуванням розрахованого експлуатаційного період роботи судна за формулою 6.2 за методикою:

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$Ч_p = T_{екс} / t_p \quad (6.30)$$

$$Ч_p = 350 / 12,8 = 27,34$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma Q_{екс} = 143713,3 \times 27,34 = 3929122 \text{ т / рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

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

$$\Sigma Ql_{екс} = 501846844 \times 27,34 = 13720492715 \text{ т-миль / рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma F_{екс} = 1437133 \times 27,34 = 39291216 \text{ \$ / рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma R_{екс} = 503046 \times 27,34 = 13753278 \$ / \text{рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma \Pi = \Pi_p \cdot \mathcal{C}_p \quad (6.35)$$

$$\Sigma \Pi = 934087 \times 27,34 = 25537939 \$ / \text{рік}$$

7. Рівень прибутковості роботи судна за експлуатаційний період:

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

$$PF = 39291216 / 13753278 = 2,86$$

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

Таблиця 6.2 - Кількісні і якісні показники виконаного рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Валовий дохід	F	\$	1437133
2	Затрати загальні	R	\$	503046
3	Прибуток	Π	\$	934087
4	Коефіцієнт ходового часу	ε_x		0,797
5	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	милі/добу	342
6	Дохідність судна	μ	\$/добу	112276
7	Рівень дохідності	PF		2,86
8	Собівартість перевезення 1 т вантажу	S_T	\$/т	3,50
9	Собівартість 1 т-милі	S_{T-M}	\$/т-м	0,0010024
10	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	S_{C-C}	\$/добу	39300

В результаті проведених розрахунків, наведених у табл. 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень прибутковості 2,86,

прибуток 934087 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 25537939 \$. Судно «Alberta» доцільно використовувати на даній лінії.

7. ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ

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

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

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

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

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

Визначити міри контролю обробки вантажу і доставки судових 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).

1) Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря

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

Таблиця 7.1 - Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

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

2) Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі

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

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

$$Q_{\Sigma 1} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0 = 0,18 \cdot 0,04 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 110 = 0,182 \text{ т}, \quad (7.1)$$

де $K_1 = 0,18$ – 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); $K_7^1 = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря на швидкість створення первинної хмари (табл. 7.2); $Q_0 = 110 \text{ т}$ – кількість розлитого при аварії аміаку. Розрахунок площі розливу, тривалості вражаючої дії та еквівалентної кількості СДОР у вторинній хмарі

Площа розливу S_p (м^2) аміаку дорівнює:

$$S_p = \frac{V_p Q_0}{h} = \frac{\rho \cdot 110}{h} = \frac{0,681}{0,05} = 3230 \text{ м}^2, \quad (7.2)$$

де: V_p – об'єм аміаку, що розлився, m^3 ; $Q_o = 110$ т – кількість аміаку, що розлився при аварії; $\rho = 0,681$ т/ m^3 – щільність аміаку (табл. 7.2); $h = 0,05$ м – товщина шару аміаку (для характеру розливу – «вільно»).

Таблиця 7.2 - Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найме- нування СДОР	Щільність СДОР, т/ м ³		Температура кипіння, °С	Порогова токсодоза, мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів							
	Газ	Рідина			К1	К2	К3	К7 для температури повітря (°С)				
								-40	-20	0	20	40
Аміак	0,0008	0,681	-33,4	15	0,18	0,025	0,04	0,9	1	1	1	1

Примітка. У таблиці наведені значення K_7 для вторинної хмари, тобто $K_7 = K_7^{II}$

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.) сірковуглецю:

$$T = 2,19 \text{ год.} = 2 \text{ год. } 11 \text{ хв.} \quad (7.3)$$

де: $K_2 = 0,025$ – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей аміаку (табл. 7.2); $K_4 = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (табл. 7.3); $K_7^{II} = 1$ – 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); $v_n = 6$ км/год – швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря (табл. 8.5).

Таблиця 7.3 - Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

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

Таблиця 7.4 - Значення коефіцієнту K_m залежно від впливу характеру місцевості

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

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

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

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

$$Q_0 110$$

$$Q_{32} = (1-K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{\text{II}} \cdot \dots = (1-0,18) \cdot 0,025 \cdot 0,04 \cdot 1 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot \dots =$$

$$h \cdot \rho 0,05 \cdot 0,681$$

$$= 0,609 \text{ т.} \quad (7.4)$$

де: $K_1 = 0,18$ – 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 таблиці 7.6.

Таблиця 7.6 - Глибина (км) зони зараження

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

Для $Q_{\Sigma 1} = 0,182$ т та швидкості вітру $u = 0,5$ м/с глибина зони зараження буде дорівнювати: $\Gamma_1 = 1,64$ км.

Для $Q_{\Sigma 2} = 0,609$ т та швидкості вітру $u = 0,5$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою аміаку: $\Gamma_2 = 3,507$ км.

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 3,507 + 0,5 \cdot 1,64 = 4,327 \text{ км}, \quad (7.5)$$

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

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

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

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

$$\Gamma = \min\{\Gamma_{\Sigma} \Gamma_{\Pi} = 4,327 \text{ км} \quad (6.7)$$

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

$$S_{\text{в}} = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^0 = 3,14 \cdot 4,327^2 \cdot 360^0 / 360^0 = 58,8 \text{ км}^2, \quad (7.8)$$

де: $\Gamma = 4,327$ км – розрахункова глибина зони зараження; $\varphi = 360^0$ - 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 $S\phi$ (км²):

$$S\phi = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 4,37^2 \cdot 1^{0,2} = 2,53 \text{ км}^2, \quad (7.9)$$

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

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

Територія можливого хімічного зараження представляє собою сектор, що має кутовий розмір $\varphi = 360^\circ$ (Рис. 6.1) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 4,327$ 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 (км):

$$\Gamma_l = \lambda \cdot K_m \cdot \left(\frac{Q_3}{D_l}\right)^\psi = 3,73 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{0,791}{15}\right)^{0,606} = 0,125 \text{ км}, \quad (7.10)$$

де: $\lambda = 3,73$; $\psi = 0,606$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (табл. 7.8); $Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0,182 + 0,609 = 0,791$ т – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару; $D_l = 15$ мг.хв/л – летальна токсодоза для аміаку.

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

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

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

$$\Gamma_{0,4t} = \lambda \cdot K_m \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,4t}}\right)^\psi = 3,73 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{0,791}{6}\right)^{0,606} = 0,218 \text{ км}, \quad (7.11)$$

де: $D_{0,4t} = 0,4 \cdot D_t = 0,4 \cdot 15 = 6$ мг.хв/л – значення токсодози, що відповідає 40% летальної токсодози для аміаку.

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

$$\Gamma_{0,2t} = \lambda \cdot K_m \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,2t}}\right)^\psi = 3,73 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{0,791}{3}\right)^{0,606} = 0,333 \text{ км}, \quad (7.12)$$

де: $D_{0,2t} = 0,2 \cdot D_t = 0,2 \cdot 15 = 3$ мг.хв/л – значення токсодози, що відповідає 20% летальної токсодози для аміаку.

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 4,37$ км.

7.1.3. Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження території в результаті аварійного розливу аміаку на території спеціалізованого перевантажувального контейнерного комплексу в порту Фрітаун (Сієра-Леоне) показала, що хмара зараженого повітря досягне межі житлової надбудови судна, де укритися екіпаж, через 1 год. 15 хв. Судно та екіпаж, що знаходиться на ньому потрапляють в зону легких уражень, що у свою чергу є загрозою для здоров'я моряків.

Враховуючи, що час дії вражаючих концентрацій буде досить не довгий (2 год. 11 хв.), треба впродовж цього часу забезпечувати підвищену готовність екіпажу щодо виконання додаткових заходів, пов'язаних із загрозою хімічного ураження.

Для зменшення впливу хімічної речовини на здоров'я членів екіпажу пропонується виконати наступні заходи:

- якнайскоріше проінформувати екіпаж про надзвичайну ситуацію у порту;

- обмежити вихід членів екіпажу на палубу;
- по можливості максимально герметизувати усі приміщення в надбудові судна, в яких укритися екіпаж;
- по можливості розгорнути судно за вітром, щоб хмара зараженого повітря рухалася в бік від надбудови судна;
- встановити контроль концентрації СДОР на відкритому повітрі і в повітрі приміщень судна;
- підготувати екіпаж до можливої евакуації.

7.2. Міри контролю обробки вантажу і доставки судових запасів і постачання для забезпечення охорони судна.

Міри контролю обробки вантажу і доставки судових запасів і постачання для забезпечення охорони судна прописані у Міжнародному кодексі з охорони суден та портових засобів. Вони включають у себе цілий ряд заходів, дотримання яких забезпечить належну безпеку на судні. Ці заходи направлені на:

- запобігання самовільних дій з вантажем;
- запобігання прийому та зберігання на судні вантажу, що не наміченого до перевезення;

- запобігання прийому судових запасів і постачання без перевірки;
- запобігання самовільних дій з судовими запасами і постачанням.

Огляд і перевірка вантажу, судових запасів і постачання виконується:

- за допомогою візуальної і фізичної перевірки;
- з використанням скануючого обладнання та спеціальних пристроїв;
- шляхом координації з вантажовідправником чи іншими відповідальними сторонами за допомогою укладення договору або спеціальних процедур.

При взаємодії з портовими засобами повинні бути розроблені процедури контролю вантажів, які здійснюються за списками вантажів у

місцях доступу на судно. З того моменту, коли вантаж знаходиться на судні, повинна існувати можливість розпізнання того, що він був схвалений до навантаження. Крім того, повинні бути розроблені заходи охорони, які б виключали самовільні дії з вантажем після його завантаження на судно.

Стосовно суден, які регулярно користуються даними портовими засобами, може виявитися доцільним встановити порядок для судна, постачальників суднових запасів і для даного портового засобу, що охоплює оповіщення про доставку, розклад доставки і відповідну документацію. Завжди слід передбачати якийсь спосіб, який би дозволяв переконатися в наявності свідоцтва того, що судно дійсно замовляло представлені запаси.

Для рівня охорони 1 планом повинні встановлюватися заходи охорони, що підлягають застосуванню під час обробки вантажу, доставки суднових запасів і постачання, які можуть включати:

- перевірку у звичайному порядку вантажу, засобів транспортування вантажу і вантажних приміщень до і під час операцій обробки вантажу;
- проведення перевірок на відповідність вантажу вантажним документам;
- спільне з портовим засобом забезпечення того, щоб транспортні засоби, що підлягають завантаженню на судна, перед завантаженням піддавалися огляду з повторюваністю, що необхідна за планом охорони судна;
- перевірку пломб або застосування інших методів запобігання самовільних дій з вантажем;
- перевірку до завантаження запасів на судно того, що запаси відповідають замовленням;
- забезпечення негайного, безпечного розміщення суднових запасів.

Для рівня охорони 2 планом повинні встановлюватися додаткові, заходи охорони, що підлягають застосуванню при обробці вантажу, доставки суднових запасів і постачання, які можуть включати:

- ретельну перевірку вантажу, суднових запасів і постачання, засобів їх транспортування і вантажних приміщень;

- проведення посилених перевірок з метою забезпечення того, щоб був завантажений тільки призначений для цього вантаж, суднові запаси і постачання;

- посилений огляд транспортних засобів, що підлягають завантаженню на судна;

- підвищену повторюваність і ретельність перевірки пломб або застосування інших методів запобігання самовільних дій з вантажем.

Для рівня охорони 3 додаткові заходи можуть включати:

- призупинення завантаження або вивантаження вантажу;
- звірку небезпечних вантажів і речовин на судні, якщо вони є, з їх описом та перевірку їх місцеположення;
- проведення більш ретельних перевірок суднових запасів;
- приготування до введення обмежень на дії з судновими запасами або до призупинення цих дій;
- відмова від прийняття запасів на судно.

ВИСНОВОК

Підводячи підсумки даного рейсу, можна сказати, що перехід був здійснений по найкоротшому шляху, можливого в дану пору року.

Планування переходу виконано відповідно до діючих норм і рекомендацій ІМО. Розміщення вантажу і контроль остійності здійснено відповідно до вимог ІМО.

Виконаний рейс виявився прибутковим. Опрацьовуючи економічну доцільність використання судна на даному напрямку, можна прийти до висновку, що це судно економічно ефективно для перевезення контейнерів на даному напрямку.

Список використаної літератури

1. Рекомендации по организации штурманской службы на морских судах Украины (РШСУ-98).—Одесса: ЮжНПМФ, 1998.—111с.
2. Резолюція ІМО А.893 (21) –1999 «Планування рейсу».
3. International Convention on Standards of Training, Certification and Watch keeping for Seafarers, 1978/95 (STCW-78/95).
4. Resolution A.749 (18). Code on Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments (ISC).
5. Міжнародна Конвенція МАРПОЛ-73/78.
6. Bridge Procedures Guide, ICS, 1998 (BPG).
7. Bridge Team Management, IMO, 1993 (BTM).
8. Лоцїї
9. Морський атлас.
10. International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 74/78), Chapters VI, VII
11. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MAPOL 73/78)
12. International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code)
13. International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code)
14. Code of Practice for the Safe Loading and Unloading of Bulk (BLU Code)
15. International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk (Grain Code)
16. Thomas Stowage: The Properties and Stowage of Cargoes
17. <http://www.pg-online.ru> - freight rates
18. www.marinetraffic.com - Vessel positions tracking based on AIS data. Real-time ship locations and port arrivals departures.
19. www.imo.org - IMO | International Maritime Organization
20. www.google.com.ua - Видатна пошукова система українською мовою. Пошук сторінок зі світу чи з України
21. translate.google.com.ua - Служба безкоштовного онлайн-перекладу Google

22. <https://unctad.org/en/pages/> - Review of Maritime Transport 2018 (Обзор морского транспорта)
23. Винников В.В. Экономика предприятия морского транспорта (экономика морских перевозок): - 3 изд., перераб. доп. – О.: Феникс, 2011. – 944 с.
24. Дем'янченко А.Г., Сотниченко Л.Л. Вдосконалення організаційно-економічного механізму управління розвитком підприємств морської галузі / кол. монографія за ред. А. Г. Дем'янченко. – Одеса: НУ «ОМА», 2017. – 325 с.
25. Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи. – Одеса: НУ «ОМА», 2017, с. 20.
26. Николаева Л. Л. Коммерческая эксплуатация судна: учебн. [для студ. высш. учебн. зав.] / Л. Л Николаева. – Одесса: Феникс, 2006. – 754 с.
27. Савчук В. Д. Технологія перевезення вантажів: підруч. / В. Д. Савчук. – Одеса: ВидавІнформ, 2008. – 335 с.
28. International convention on Load Lines, 1966/1988 [Електронний ресурс]. – Режим доступа: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896_007_56
29. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78) [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.marinedocs.co.uk/wp-content/uploads/2017/08/MARPOL-Consolidated-Edition-2011-1.pdf>
30. Правила класифікації та побудови морських суден. В 5-ти т. Том 2. – Київ: Регістр судноплавства України, 2014.