

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ НАВІГАЦІЇ

Кафедра СУДНОВОДІННЯ

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА

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

ПОПЕЛЬ НІКІТА ЄВГЕНОВИЧ

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи: Комплексне опрацювання та дослідження етапів
переходу судна "Lake Dolphin" за маршрутом
Port Hedland (Australia) – Tianjin (China)

Підпис магістранта _____

Завідуючий кафедрою _____

Керівник _____

Рецензент _____

Нормоконтроль _____

м. Одеса
2025 рік

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Завідувач кафедри

_____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

по дипломній роботі магістранта

ПОПЕЛЬ НІКИТА ЄВГЕНОВИЧ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна "Lake Dolphin" за маршрутом Port Hedland (Australia) – Tianjin (China)

затверджена наказом по НУОМА від " _____ " _____ 20 _____ р. № _____

2. Строк здачі курсантом закінченої роботи " 10 " грудня 2025 року

3. Вхідні дані до роботи:

1. Ворохобін І.І. та інші. Методичні вказівки для виконання магістерської роботи.
2. «Bulk Carrier "Lake Dolphin": Trim & Stability Booklet.
3. Nautical Publicationis.
4. Bowditch N. American Practical Navigator.
5. Ніколаєва Л.Л. Комерційна експлуатація судна.

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

1. Характеристики судна
2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу
3. Обробка та розміщення вантажів
4. Оцінка морехідних якостей судна
5. Вплив автономних суден на безпеку судноплавства

5. Перелік графічного матеріалу:

1. Маршрутний лист переходу
2. Графічний план переходу
3. Вантажний план судна
4. Діаграми статичної остійності на відхід та прихід і визначення критерію погоди

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

Розділ	ПІБ консультанта	Підпис і дата
1. Характеристики судна	Дмитро АСТАЙКІН	20.11.2025
2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	Дмитро АСТАЙКІН	20.11.2025
3. Обробка та розміщення вантажу	Дмитро АСТАЙКІН	20.11.2025
4. Оцінка морехідних якостей судна	Дмитро АСТАЙКІН	20.11.2025
5. Вплив автономних суден на безпеку судноплавства	Дмитро АСТАЙКІН	25.11.2025
6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі	Дмитро АСТАЙКІН	21.11.2025
7. Охоронні заходи та цивільна оборона на судні	Дмитро АСТАЙКІН	21.11.2025

7. Календарний план дипломної роботи магістранта

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Характеристики судна</i>	<i>вересень – листопад 2025</i>	<i>виконано</i>
2.	<i>Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу</i>	<i>вересень – листопад 2025</i>	<i>виконано</i>
3.	<i>Обробка та розміщення вантажів</i>	<i>вересень – листопад 2025</i>	<i>виконано</i>
4.	<i>Оцінка морехідних якостей судна</i>	<i>вересень – листопад 2025</i>	<i>виконано</i>
5.	<i>Вплив автономних суден на безпеку судноплавства</i>	<i>вересень – листопад 2025</i>	<i>виконано</i>
6.	<i>Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі</i>	<i>вересень – листопад 2025</i>	<i>виконано</i>
7.	<i>Охоронні заходи та цивільна оборона на судні</i>	<i>вересень – листопад 2025</i>	<i>виконано</i>

8. Дата видачі завдання _____

Керівник _____

Завдання до виконання прийняв _____

АНОТАЦІЯ

Тема магістерської роботи – Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна "Lake Dolphin" за маршрутом Port Hedland (Australia) – Tianjin (China).

Магістерська робота містить: 98 сторінок, 18 рисунків, 43 таблиці, 57 використаних джерел.

Магістерська робота присвячена опрацюванню та дослідженню етапів переходу, розгляду теоретичних аспектів проблеми, що досліджується – "Вплив автономних суден на безпеку судноплавства", розрахунку економічних показників роботи судна в рейсі, розгляду теоретичних питань охоронних заходів та цивільної оборони на судні (Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту).

В роботі наведені основні характеристики судна "Lake Dolphin", виконано аналіз, оцінку та планування навігаційного переходу, детально вивченні транспортні характеристики вантажу, складено оптимальний вантажний план, проведена оцінка морехідних якостей судна, побудовані діаграми остійності на відхід та прихід, епюра сил, що перерізують та згинальних моментів, проведено розрахунок кількісних та якісних економічних показників роботи судна в рейсі.

Виконано огляд теоретичних аспектів проблеми, що досліджується.

Мета – комплексно оцінити вплив автономних суден на безпеку судноплавства у реальних операційних сценаріях з урахуванням вимог COLREGs, технічних/кібернетичних обмежень та регуляторних рамок.

З належною увагою було розглянуто питання охоронних заходів та цивільної оборони на судні.

Ключові слова: навігаційна безпека, навігація, вантажний план, остійність, Конвенція, MASS, IMO MASS Code, Human-in-the-Loop, рівень дохідності, стандартні процедури.

ANNOTATION

Master's thesis topic – Complex study and research stages of voyage of the ship "Lake Dolphin" on the route Port Hedland (Australia) – Tianjin (China).

The Master's thesis contains 98 pages, 18 figures, 43 tables, 57 used sources.

The master's work is devoted to study and research of stages of voyage, consideration of theoretical aspects of a problem which is investigated – "The impact of autonomous ships on shipping safety", calculation of economic indicators of work of a vessel in a voyage, consideration of theoretical questions on security actions and a civil defense on a vessel (Forecasting of consequences of an emergency situation on object of sea transport).

The main characteristics of the Bulk Carrier "Lake Dolphin" are given in the work, analysis, assessment and planning of navigation passage are made, transport's characteristics are studied in details, optimal stowage plan is made, seagoing conditions of the vessel are maiden and checked, diagrams of stability on a departure and arrival, general hull strength is done and checked.

The problem of "The impact of autonomous ships on shipping safety" is reviewed.

The goal is to consider a new approach that uses the azimuth of a celestial body to derive a great circle equation that relates the observed body to the position of the vessel.

Carried out calculation of economical aspect's quality and expediency of ship's voyage.

Chapters regarding security measures and civil defense on the vessel was considered.

Key words: Safety of navigation, navigation, Cargo Plan, Stability, Convention, MASS, IMO MASS Code, Human-in-the-Loop, Level of Profitability, Standard Procedures.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

AIS – Automatic Identification System (Автоматична Ідентифікаційна Система).

ARPA – Automatic Radar Plotting Aid (Автоматичне Відстеження Цілей і Надання Додаткової Навігаційної Інформації).

Cyber-Security – кібербезпека.

DSC – Digital Selective Calling (Цифровий Вибірчий Виклик).

ECDIS – Electronic Chart Display and Information System (Електронна картографічна навігаційно-інформаційна система).

GHA – Greenwich Hour Angle (Грінвічський годинний кут).

GMDSS – Global Maritime Distress and Safety System (Глобальна Морська Система Зв'язку при лихі).

Human-in-the-Loop – оператор в контурі управління.

Human Factor – людський фактор.

IBS – Integrated Bridge System (Інтегрована Система ходового Містка).

ILO – International Labour Organization (Міжнародна організація праці).

IMO – International Maritime Organization (Міжнародна морська організація).

IMO MASS Code – майбутній кодекс Міжнародної морської організації щодо автономних суден.

INMARSAT – International Maritime Satellite Organization (Міжнародна Компанія Супутникового Зв'язку).

ISM – International Safety Management.

ISPS – International Ship and Port Facility Security Code (Міжнародний Кодекс з охорони суден і портових засобів).

MASS – Maritime Autonomous Surface Ships (автономні надводні судна).

NAVAREA – Navigational Area (Морські географічні райони).

NAVTEX – Navigational Telex (Міжнародна Автоматизована система оповіщення).

PSC – Port State Control (Портовий Контроль).

SF – Shear Forces (перерізуючі сили).

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА	10
1.1 Загальні відомості і головні розміри судна	10
1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна	12
1.3 Маневрені характеристики	13
1.4 Навігаційне обладнання	13
1.5 Забезпечення непотоплюваності	16
РОЗДІЛ 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	20
2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації	22
2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибрежному плаванні	23
2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання	27
2.3.1 Розрахунок ортодромії	27
2.3.2 Складання маршрутних листів	28
2.3.3 Графічний план переходу	33
2.3.4 Розрахунок природної освітленості	34
2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів	35
2.4 Висновки	36

РОЗДІЛ 3 ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ	37
3.1 Транспортні характеристики вантажів	37
3.1.1 Навалювальні вантажі	37
3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та документальне оформлення морського перевезення	39
3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна	44
3.4 Складання вантажного плану	46
3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу	48
РОЗДІЛ 4 ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА	49
4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна	49
4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності	54
4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації	56
4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності	56
4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності	59
4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності	61
4.7 Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу	62
РОЗДІЛ 5 ВПЛИВ АВТОНОМНИХ СУДЕН НА БЕЗПЕКУ СУДНОПЛАВСТВА	64
5.1 Актуальність теми	64
5.2 Мета, завдання, дослідницькі запитання, об'єкт, предмет і гіпотеза дослідження	65
5.3 Людський фактор	66
5.4 Технічні та кібернетичні ризики	67
5.5 COLREGs і алгоритми уникнення зіткнень	69
5.6 Кейси впровадження автономних суден	70
5.7 Економічні переваги	72
5.8 Гібридна модель «людина + ШІ» + Загальні висновки	73
5.9 Загальні висновки	74

РОЗДІЛ 6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ	75
6.1 Загальна частина	75
6.2 Розрахунок кількісних показників роботи судна в рейсі	77
6.3 Розрахунок якісних показників роботи судна в рейсі	80
6.4 Прогнозування роботи судна за експлуатаційний період	81
6.5 Оцінка ефективності виконаного рейсу і роботи судна за експлуатаційний період	82
РОЗДІЛ 7 ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ	84
7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту	84
7.1.1 Вихідні дані (сценарій виникнення надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту)	84
7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території	85
7.1.3 Висновки та рекомендовані заходи для зменшення людських втрат	91
7.1.4 Стандартні робочі процедури по прийняттю відповідних заходів у разі підозрілої діяльності на судні або поблизу нього	92
7.2 Розподіл обов'язків та відповідальності щодо забезпечення охорони судна	92
ВИСНОВКИ	94
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	96

ВСТУП

Магістерська робота присвячена комплексному опрацюванню та дослідженню етапів переходу судна за маршрутом та розгляду теоретичних аспектів проблеми, що досліджується – "Вплив автономних суден на безпеку судноплавства".

У роботі освітлені найбільш важливі в повсякденній роботі вахтового помічника Капітана етапи: аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу; складання оптимального вантажного плану; оцінка морехідних якостей судна, побудова діаграм остійності на відхід і прихід, епюра перерізуючих сил і згинальних моментів на відхід.

Актуальність теми. Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна для судноводія є завжди актуальною темою з метою забезпечення навігаційної безпеки мореплавства, безпеки судна, вантажу, людей та навколишнього середовища.

Мета роботи – опрацювання та дослідження етапів переходу судна з боку навігаційної, вантажної та економічної складової безпеки мореплавства. Здійснити системний аналіз впливу автономних надводних суден (*Maritime Autonomous Surface Ships / MASS*) на безпеку судноплавства.

Об'єкт дослідження – процес забезпечення безпеки судноплавства в умовах автономізації.

Предмет дослідження – технічні, організаційні та правові механізми, за допомогою яких автономні системи впливають на частоту/тяжкість інцидентів.

Основні положення полягають в розширенні кола відомих даних.

Практичне значення роботи складається в можливості комплексно опрацьовувати та досліджувати етапи переходу судна. Пропозиції, щодо підвищення безпеки плавання на складних ділянках можуть бути упроваджені на судні в процесі його експлуатації.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

1.	Назва судна:	"Lake Dolphin"
2.	Тип судна:	Bulk carrier
3.	Позивний сигнал судна:	CQOL
4.	IMO No. / Ship's official No.:	9456680 / TEMP 794 M
5.	MMSI No.:	255802250
6.	Рік і місце будівництва:	2011, Hanjin Heavy Industries Co. Ltd. – Busan, South Korea
7.	Клас Регістру:	Rina Services S.p.A / C Bulk Carrier ESP-CSR-BC-A
8.	Порт приписки:	Portugal / Madeira
9.	Судновласник:	Juno Marine Corp. / Panama
10.	Оператор:	Bocimar Hong Kong Limited /
11.	Довжина найбільша, (L):	292 m
12.	Довжина між $\perp\perp$, ($L_{\perp\perp}$):	283 m
13.	Ширина найбільша, (B):	45 m
14.	Висота борту до верхньої палуби, (H):	24,75 m
15.	Осадка судна, (T): в повному вантажу: порожньому:	18,222 m 2,649 m
16.	Водотоннажність: в повному вантажу, (Δ): порожньому, (Δ_o):	205787,90 t 26369,60 t
17.	Повна вантажопідйомність, (Δ_w):	179418,30 t

Продовження таблиці 1.1

18.	Головний двигун: тип: модель: потужність:	MAN-B&W, 6S70MC-C 19620 kW
19.	Режим роботи головного двигуна:	Full ahead/astern Half ahead/astern Slow ahead/astern Dead Slow ahead/astern
20.	Швидкість судна	14 knots
21.	Гребний гвинт: кількість лопастей: діаметр / шаг гвинта: напрямок обертання:	Fixed Pitch Propeller 4 8200 / 5658 mm Clockwise, see from aft
22.	Тип руля:	Semi-Spade Streamline
23.	Тип стернової машини:	Electro-hydraulic RV-1700, 3500 rpm
24.	Суднова радіостанція: склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району А3 та включає в себе:	VHF/DSC – JRC / JHS-770S DSC/MF/HF– JRC / JSS-296 NAVTEX – JRC / NCR-333 SART – JRC / JQX-30A EPIRB – Jotron / Tron-60S AIS – JRC / JHS-182 Satcom-C – JRC / JUE-85 Satcom-F – JRC / JUE-410F VDR / S-VDR – STX-5000 Weather Facsimile – JRC / JAX-9B
25.	Валова реєстрова місткість, (GRT):	93695 t
26.	Чиста реєстрова місткість, (NRT):	59404 t
27.	Добова витрата палива: на ходу (HFO): на стоянці (DO):	46,8 t 3,0 t
28.	Координати центру мас порожнього судна:	X / LCG from MID – - 8,982 m Z / VCG above BL – 13,714 m

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна

Схематичний план судна "Lake Dolphin" з розташуванням приміщень для вантажів / запасів та вантажна шкала судна наведені на рис. 1.1-1.2.

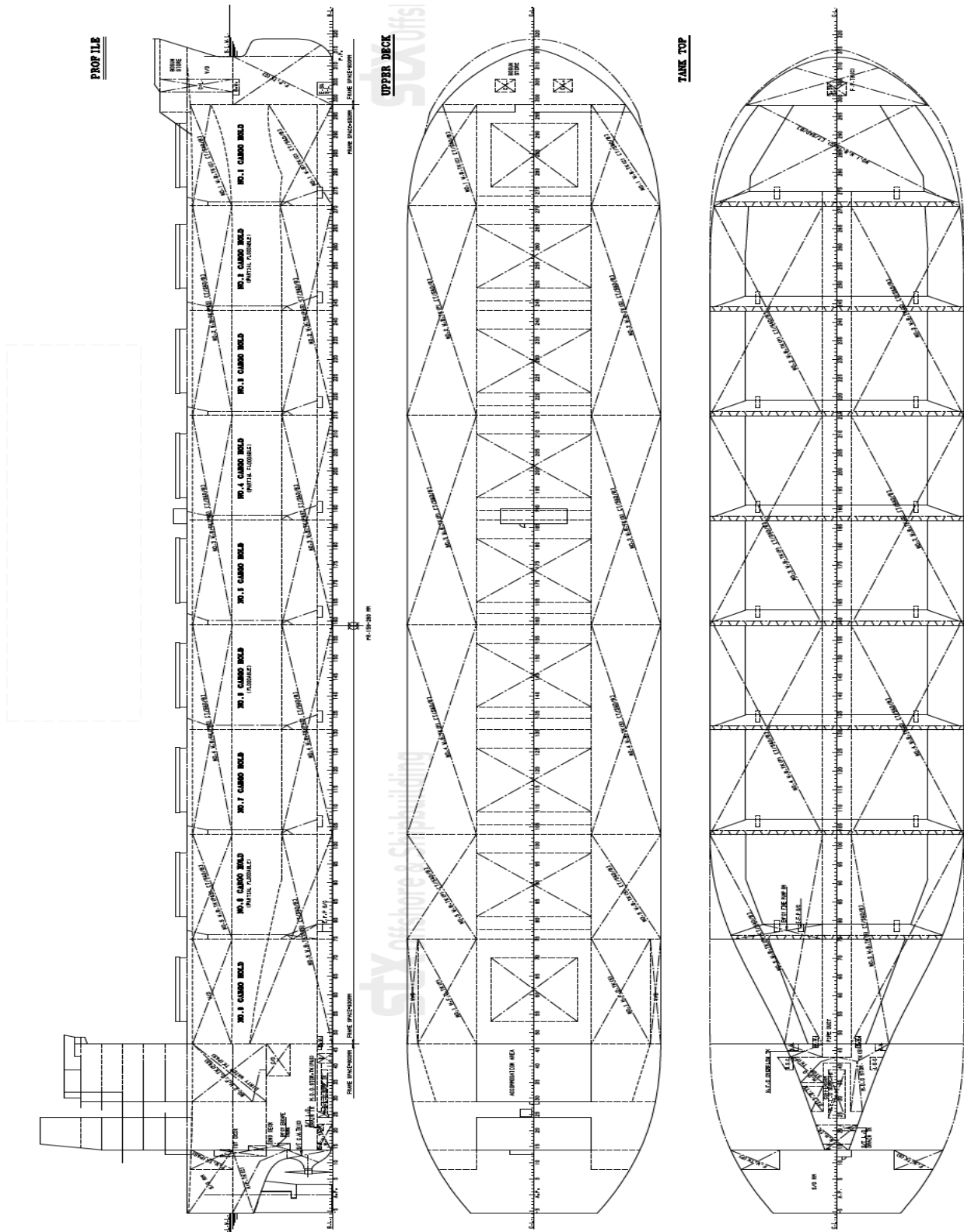


Рисунок 1.1 – Схематичний план судна "Lake Dolphin"

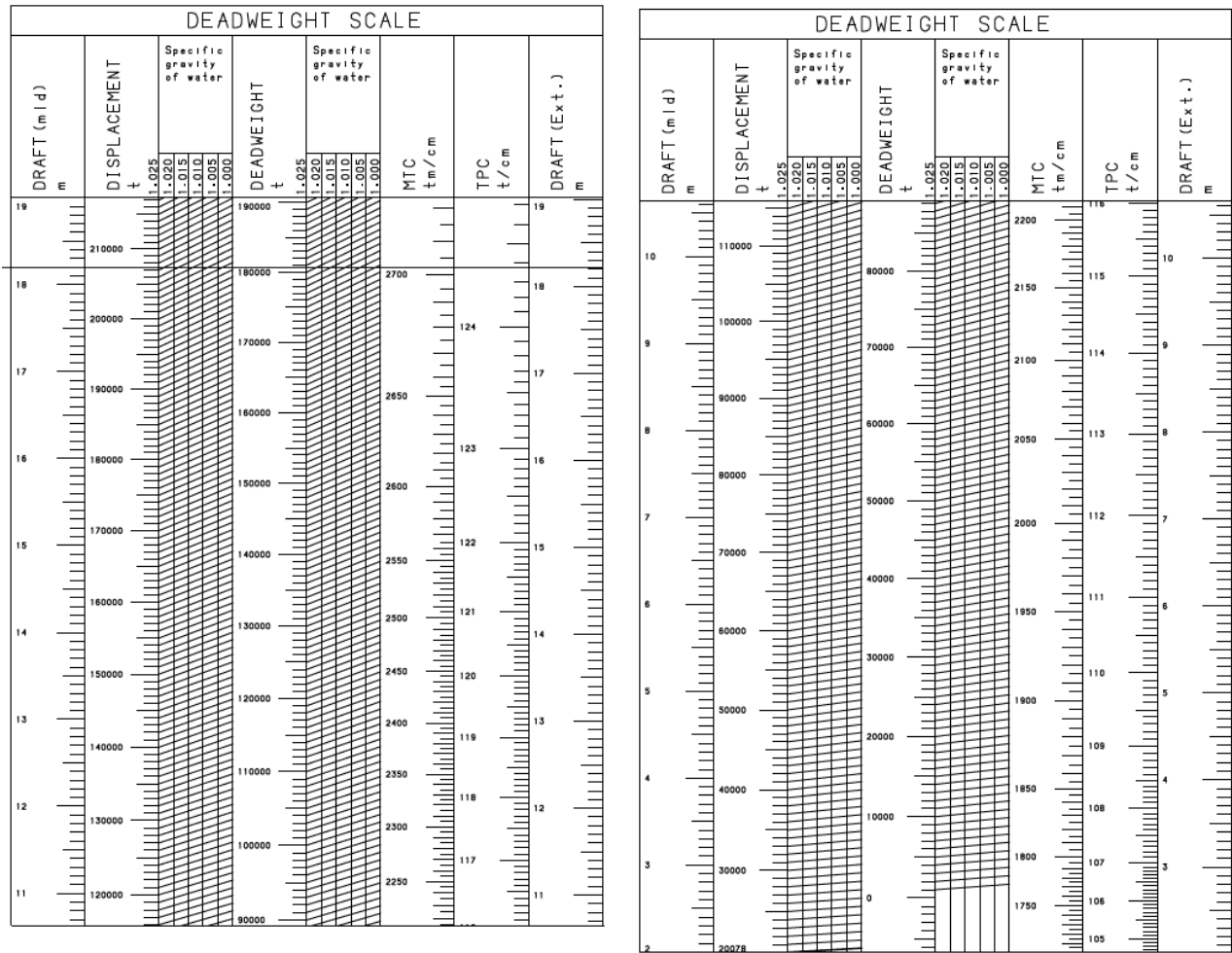


Рисунок 1.2 – Вантажна шкала судна "Lake Dolphin"

1.3 Маневрені характеристики

Дані о маневрених характеристиках судна "Lake Dolphin", якірний ланцюг, робота рульового пристрою, дані про діаметри повороту, дані про гальмівні характеристики у вигляді "Wheelhouse Poster" наведені на рис.1.3.

1.4 Навігаційне обладнання

Дані про ТЗН (технічні засоби навігації) судна та точнісні характеристики ТЗН наведемо у вигляді таблиць.

Date _____

Gross tonnage	93695
Net tonnage	59404
Displacement, summer	205788
Deadweight, maximum	179418.30
Block coefficient at summer full load draught	0.379

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

DATA WERE OBTAINED		
	Loaded	Ballast
	Trial/Estimated	Trial/Estimated
Forward		
Aft		

Type of rudder(s)	SEMI BALANCED HANGING
Maximum rudder angle	35 °
Time hard-over to hard-over with one power unit	45 s
Time hard-over to hard-over with two power units	24 s
Minimum speed to maintain course, propeller stopped	4.2 kts
Rudder angle for neutral effect	35°port/starboard

ANCHOR CHAIN		
	Number of shackles	Max. rate of heaving (min/shackle)
Port	14	3.0 min
Starboard	13	3.0 min
Stern	N/A	—
1 shackle =	27.5 m = 15	fathoms

PROPELLER PARTICULARS							
Type of engine		STX MAN-B&W 6570MC, 25320 hp					
Type of propeller		RIGHT-HANDED, FOUR BLADE SOLLO CONSTRUCTION					
Engine order		Rpm/ Pitch- setting	Speed (kts) Loaded Ballast		Engine order	Rpm/ Pitch- setting	
astern	Full sea speed	91	14.90	16.10	astern		
	Full	76	12.90	13.90		Full	76
	Half	61	10.40	11.20		Half	61
	Slow	53	9.00	9.70		Slow	53
	Dead slow	31	5.30	6.00		Dead slow	31

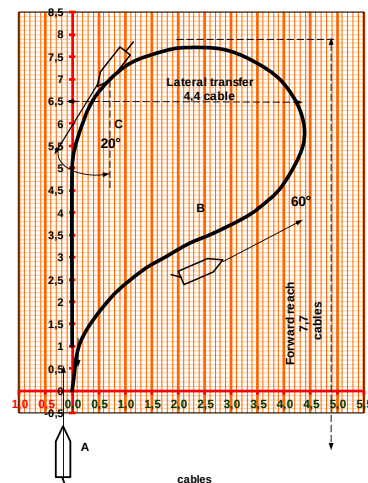
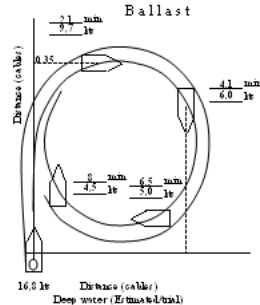
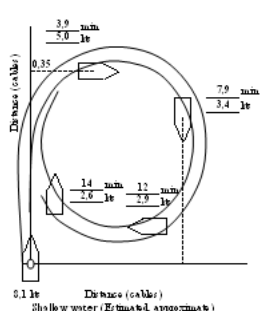
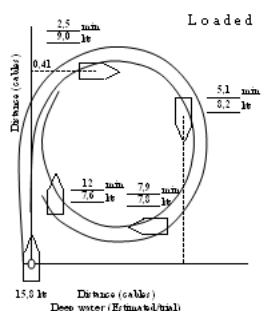
Thruuster	kW (hp)	Time delay for full thrust	Turning rate at zero speed	Time delay to reverse full thrust	Not effective above speed
Bow	N/A	---	---	---	---
Stern	N/A	---	---	---	---
Combined	N/A	---	---	---	---

Minimum revolutions	23,1 rpm	4,2	kts
Time limit astern		NO LIMIT	
Time limit at minimum revolutions		10	min
Emergency full ahead to full astern		12	min
Stop to full astern		10	min
Aster power		75%	ahead
Maximum number of consecutive starts		15	

Sequence of actions to be taken:

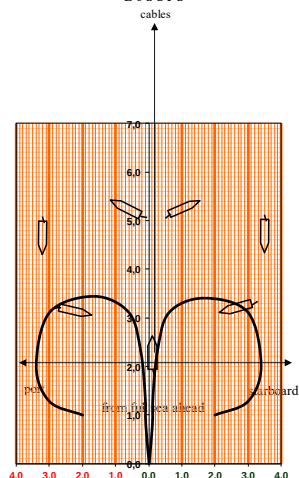
- to cast a lifeboy
- to give the helm order
- to sound the alarm
- to keep the look - out

1 cable = 0.1 nautical mile

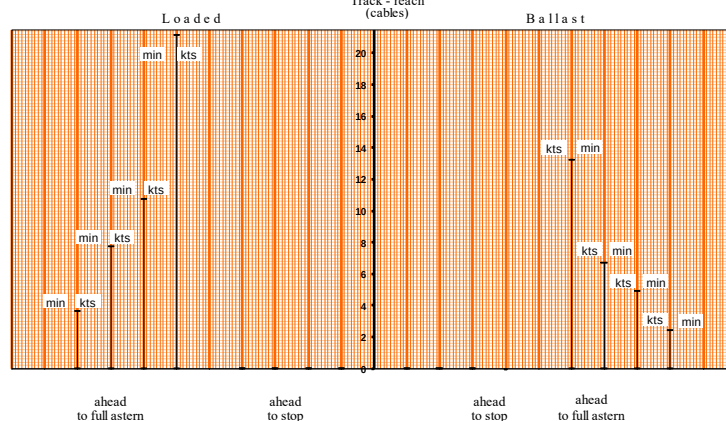


Point "A" - Rudder hard - over to starboard.
Point "B" - Rudder hard - over to port.
Point "C" - Rudder midship.

Loaded



Track - rea



Ballast

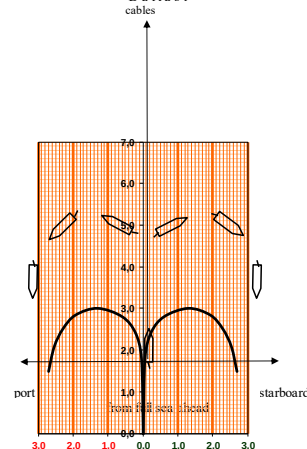


Рисунок 1.3 – Маневрені характеристики судна "Lake Dolphin"

Таблиця 1.2 – Технічні засоби навігації

Прилад	Тип	Марка
Magnetic Compass	—	Saura Keiki
Gyro Compass	CMZ700S	Yakogawa
Radar 1 Type S	JMA-9132-SA	JRC
Radar 2 Type X	JMA-9122-9XA	JRC
ECDIS 1	JAN-901B	JRC
ECDIS 2	JAN-701B	JRC
Echo Sounder	JFE-680	JRC
GPS # 1 / DGPS	JLR-7700 MKII	JRC
GPS # 2 / DGPS	JLR-7700 MKII	JRC
Speed Log	JLN-550	JRC
Autopilot	PM 208 PT500A Series	Yakogawa
BNWAS	—	Selma
Course Recorder	KR 100AF	Yakogawa

Таблиця 1.3 – Точнісні характеристики ТЗН на судні

Тип і марка приладу	Навігаційні параметри	СКП одного вимірювання (95%)
Magnetic Compass	Bearing	$\pm 1^\circ$
Gyro Compass	Bearing	$\leq \pm 1^\circ (0.75^\circ \cdot \secant \text{ latitude})$
Radar 1 Type S Radar 2 Type X	Distance	1% of the max. range of the scale in use, or 15 m, whichever is the greater
	Bearing	$\pm 1,5^\circ$
DGPS	Distance to ship	$\pm 7 \text{ m}$
Echo Sounder	Depth	$\pm 2,5 \%$
Speed Log	Speed	1% or 1 kts., whichever is the greater

1.5 Забезпечення непотоплюваності

Bulk Carrier "Lake Dolphin" має всю необхідну інформацію про непотоплюваність, інформацію про аварійну посадку і остійність судна (Damage Control Booklet) та аварійні плани (Damage Control Plan), передбачені СУБ Компанії. Вся яка необхідна інформація зберігається на ходовому містку в аварійній папці.

Корпус судна є герметичним, за винятком кришок трюмів і горловини ланцюгового ящика. Кришки міцно прилягають до комінгсу та мають захисну гуму, але все це не забезпечує повної герметичності судна. Вода, що потрапила у трюми, може бути легко відібрана осушувальною системою. Всі інші закриття в корпусі судна герметичні.

Вздовж обох бортів головної палуби є система водовідливних шпигатів, які забезпечують відлив води за борт.

В якості водовідливних засобів можна використовувати баластні насоси, продуктивністю 1200 м³/г.

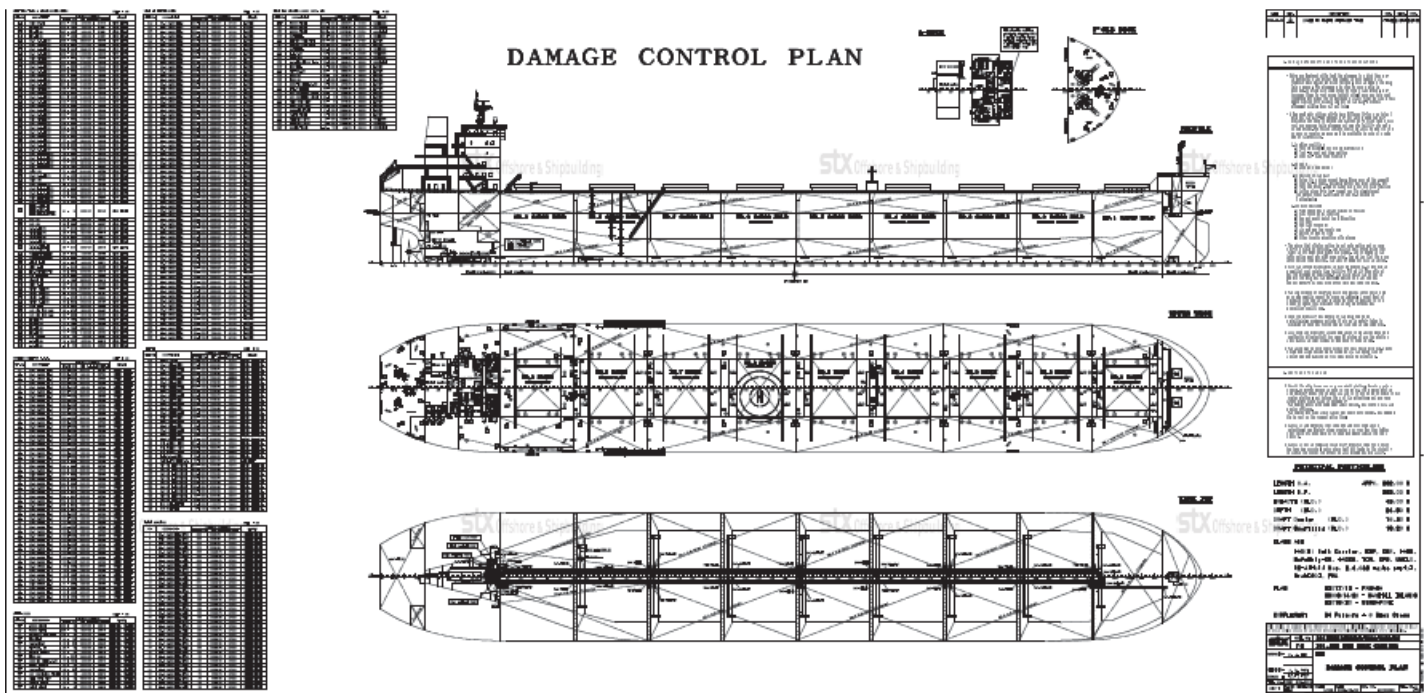


Рисунок 1.4 – Damage control plan судна "Lake Dolphin"

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

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

- Міжнародна Конвенція з охорони людського життя на морі. (SOLAS-74), *Розділ V* "Безпека мореплавства";
- Міжнародна Конвенція та Кодекс про підготовку і дипломування моряків та несення вахти. (STCW-78 з поправками), *Розділ VIII*;
- Резолюція ІМО А.893 (21) "Керівництво по плануванню рейсу";
- Рекомендації по організації штурманської служби на морських судах України. (PIISU-98);
- Bridge Procedures Guide;
- Bridge Team Management.

Принципи планування переходу

Існує чотири стадії планування безпечного переходу, які повинні виконуватись одна за одною:

I. *Appraisal* (Оцінка)

II. *Planning* (Планування).

III. *Execution* (Виконання)

IV. *Monitoring* (Контроль).

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

План переходу складається з 3 частин:

- від причалу порту відходу до початку морської ділянки переходу;
- морська ділянка переходу;
- від закінчення морської ділянки переходу до причалу порту заходу.

2.2 Оцінка запланованого переходу

В даному підрозділі наведемо конкретну інформацію для навігаційного переходу Порт-Хедленд (*Port Hedland*) – Тяньцзінь (*Tianjin*), яка стосується оцінки переходу, що відповідає етапу "Passage Plan Appraisal". Для цього проведемо підбір навігаційних карт, посібників і публікацій (e-NP/ NP) на заданий перехід. Оброблену інформацію оформлюємо у вигляді таблиць.

Таблиця 2.1 – Перелік карт на перехід

№	Chart	Title	Scale 1:
1	2	3	4
<i>Navigational Charts</i>			
1.	4052	North Pacific Ocean Southwestern Part	10000000
2.	4603	Australia North Coast and Adjacent Waters	3500000
3.	4508	South China Sea	3500000
4.	4509	Western Portion of Japan	3500000
5.	AUS54	Port Hedland	7500
6.	AUS 52	Entrance Channel to Port Hedland	25000
7.	AUS 53	Approaches to Port Hedland	50000
8.	AUS 739	Bedout Islet to Port Hedland	150000
9.	AUS 326	Bedout Islet to Port Walcott	300000
10.	4723	Jawa to North West Cape	1500000
11.	3706	Selat Lombok and Selat Alas	250000
12.	2876	Selat Lombok and Approaches	500000
13.	2877	Pulau Sepanjang to Pulau Sabaru	500000
14.	2892	Pulau Sabaru to Tanjung Rangsas	500000
15.	2893	Tanjung Rangsas to Tanjung Manimbaya	500000
16.	2894	Tanjung Manimbaya to Tanjung Bolituwattan	500000
17.	3483	Mindoro Strait to Luconia Shoals and Selat Makasar	1500000
18.	2576	Sulu Archipelago and the North East Coast of Borneo	725600
19.	928	Sulu Archipelago	500000
20.	3811	Basilan Strait to Camiguin Island including Tubbataha Reefs	500000
21.	3809	Tagolo Point to Cuyo Islands including Cebu-Negros and parts of Panay and Palawan	500000
22.	4482	Cuyo West Pass	150000
23.	4483	Mindoro Strait	150000
24.	4490	Verde Island Passage	150000
25.	4414	Cuyo Islands to Subic Bay	500000

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
26.	4492	Subic Bay to Dasol Bay	150000
27.	4411	Cabra Island to Cape Bojeador	500000
28.	4410	Luzon Strait	500000
29.	3236	Taiwan to Okinawa Shima	750000
30.	3233	O-Luan Pi to T'ai-Tung Kang	150000
31.	2412	East China Sea	1500000
32.	3480	Yellow Sea and Korea Strait	1200000
33.	1256	Bo Hai and Northern Part of the Yellow Sea	900000
34.	1255	Chengshan Jiao to Laotieshan Xijiao	300000
35.	1250	Miaodao Qundao to Tianjin Gang	300000
36.	2657	Caofeidian	50000
37.	2653	Approaches to Tianjin Gang	50000
38.	2654	Tianjin Gang	10000
<i>Non-Navigational Charts</i>			
39.	5126	Indian Ocean Routeining Chart (March)	20000000
40.	B6987	West Pacific Ocean	17500000
41.	5006	The World-Time Zone Chart	—
42.	5307	The World- Main Ocean Routes	—
43.	5310	The World-General Surface Current Distribution	—
44.	D6083	The World-Load Line Regulations – Zones, Areas and Seasonal Periods	—

Таблиця 2.2 – Перелік публікацій на перехід

№	Type	Number	Title
1	2	3	4
1.	ASD	e-NP 13	Australia Pilot, Vol. I
2.	ASD	e-NP 34	Indonesia Pilot, Vol. II
3.	ASD	e-NP 33	Philippine Islands Pilot
4.	ASD	e-NP 31	China Sea Pilot, Vol. II
5.	ASD	e-NP 32	China Sea Pilot, Vol. III
6.	ADRS	1	Maritime Radio Stations
7.	ADRS	2	Radio Position Fixing Systems and Time Signals
8.	ADRS	3	Maritime Safety Information Services
9.	ADRS	4	Meteorological Observation Stations
10.	ADRS	5	Global Maritime Distress & Safety
11.	ADRS	6	Port Services, VTS & Port Ops
12.	ADLL	7	Western Pacific Oceans, S of the Equator
13.	ADLL	6	North East Indian Ocean, Central part of South China (N of the Equator), excluding China, and South West part of the Philippine Sea

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4
14.	ADTT	7	South Pacific Ocean
15.	ADTT	6	South China Sea & Indonesia
16.	GP-100	–	The Astronomical Almanac
17.	NP	314	The Nautical Almanac, 2025
18.	e-Book	–	Guide to Port Entry
19.	NP	100	The Mariner's Handbook
20.	NP	231	ADMIRALTY Guide to the practical use of ENC's
21.	NP	232	ADMIRALTY Guide to ECDIS implementation
22.	NP	5011	Symbols and Abbreviations Used on Admiralty charts
23.	NP	5012	ADMIRALTY Guide to ENC symbols used in ECDIS
24.	NP	294	How to Keep your ADMIRALTY Products Up-to-Date
25.	NP	735	IALA Maritime Buoyage System

2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

В даному підрозділі опишемо та систематизуємо навігаційну інформацію, що передається за допомогою *GMDSS*, *NAVTEX* та факсимільних гідрометеорологічних карт.

За допомогою ADRS обираємо інформацію щодо факсимільних карт погоди за маршрутом переходу.

Таблиця 2.3 – Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

№	Name	Map Areas	Schedule	
1	2	3	4	
1.	VMW Wiluna	Asian 45°N 70°E 40°N 180°E 40°S 70°E 40°S 180°E	Asian sea surface temperature analysis(weekly)	1130
2.	Kagoshima	A 1:20 000 000 50°N 45°E 50°N 160°E 30°S 45°E 30°S 160°E	Surface pressure fcst	0120(12)
			24 ^h Surface pressure fcst	0300(12)
			24 ^h 850 hPa Wind/temperature fcst	0420(12)

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	
3.	Taipei Meteo	ASAS 43°N 38°E 38°N 157°W 6°S 84°E 8°S 158°E	Surface analysis with plotted data	0330(00) 1530(12)
4.	Beijing	G 1:10 000 000 47°N 63°E 41°N 168°E 6°N 85°E 3°N 142°E	Surface analysis	1926(12)

За допомогою ADRS вибираємо інформацію про райони NAVAREA та станції NAVTEX по маршруту переходу.

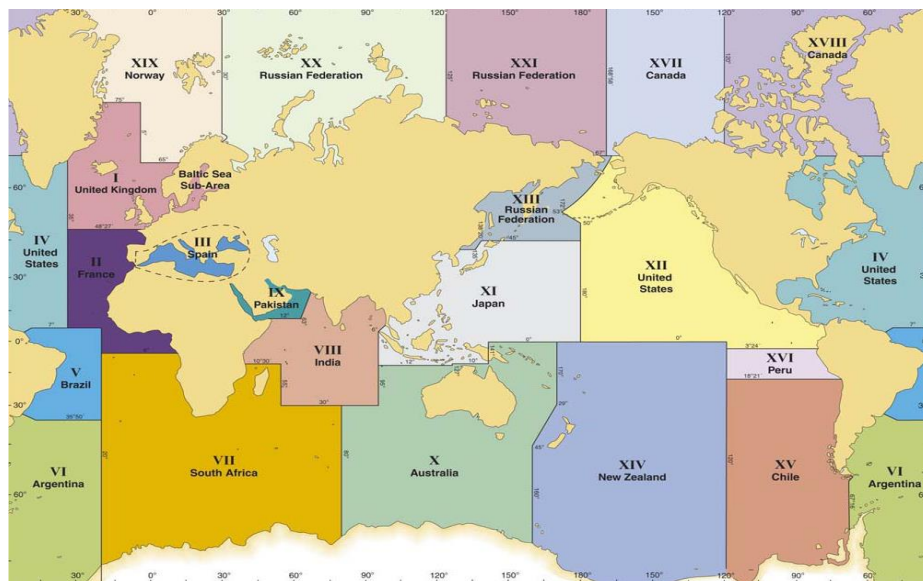


Рисунок 2.1 – Інформація про райони NAVAREA

Таблиця 2.4 – Райони NAVAREA, станції NAVTEX на переході

№	Ділянка переходу	NAVAREA	NAVTEX	Coordinator
1.	Pacific Ocean / South China Sea & Indonesia	XI	Sandakan [S]	Japan
			Nah Trang [C]	
			Manila [J]	
			Naha [G]	
			Moji [H]	
			Shanghai [Q]	

За допомогою ADRS визначаємо наявність по маршруту контрольних постів, районів, де здійснюється управління рухом судів постами *СУДС* (Reporting Areas), вирішуємо питання про зв'язок з контрольними станціями і постами.

З'ясовуємо деталі зв'язку з лоцманськими станціями і операторами терміналів в портах.

Таблиця 2.5 – Зв'язок на переході

№	Station	VHF	Channel	Note
1.	<u>DEPARTURE</u> PORT HEDLAND Port Hedland Pilot	VHF	16, 06, 09, 12	Pilotage
2.	CAOFEIDIAN Caofeidian VTS	VHF	16, 08	Vessel Traffic Service
3.	<u>ARRIVAL</u> TIANJIN GANG Tianjin Pilot Station Tianjin VTS Tianjin Port	VHF VHF VHF	16, 10, 12 09, 65 08	Pilots Vessel Traffic Service Port Control

На підставі аналізу навігаційної інформації робимо висновок, що для безпечного плавання на переході ми маємо достатньо навігаційної інформації.

2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

В даному підрозділі виконуємо аналіз гідрометеорологічних умов по маршруту плавання на квітень місяць 2025 року. Для цього використовуємо середні багаторічні данні, які наведені в Sailing Directions (ASD) та Pilot Charts.

Таблиця 2.6 – Гідрологічна характеристика

Характеристики за ділянками		e-NP 13	e-NP 34	e-NP 33	e-NP 31	e-NP 32
Температура повітря		22-34°C	23-32°C	26-32°C	27-33°C	21-29°C
Відносна вологість		48-52 %	70-95 %	70-83 %	69-82 %	33-58 %
Вітер		SE-15-25% E-20-30%	SE-21-25% E-20-24%	N-34-44% NE-32-38%	NE-25-34% E-27-31%	S-20% SW-15-17%
Повторюваність туманів		13 д/рік	16 д/рік	2 д/рік	7 д/рік	11 д/рік
Видимість		>30nm-10% <0.5nm-2%	>30nm-25% <0.5nm-2%	>30nm-33% <0.5nm-1%	>30nm-24% <0.5nm-3%	>30nm-27% <0.5nm-2%
Хмарність		8-10	5-6	4-5	3-4	4
Осадки		426 мм/рік	219 мм/рік	20 мм/квітень	12 мм/квітень	21 мм/квітень
Повторюваність штормів		5-20%	Rare	Rare	Rare	Rare
Хвилювання		<2м-15-30% 2-4м-8-12%	Variable	Variable	<2м-30-40% 2-4м-12-20%	<2м-35-38% 2-4м-8-16%
Температура води		17-22°C	27°C	29°C	28-30°C	12-20°C
Солоність води		36-38‰	36-38‰	37-39‰	37-39‰	37-39‰
Щільність води		1,025-1,026	1,025-1,026	1,025	1,025	1,023-1,025
Постійні течії	напрявлення	W	S, SE	N	NE	NE
	швидкість,	½ - 1 kts	½ - 1 kts	1 kts	½ kts	¼ - ½ kts

Гідрометеорологічна характеристика погодних умов, яка очікується на переході Port Hedland – Tianjin цілком сприятлива.

2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибрежному плаванні

Використавши ASD, ADLL, Guide to Port Entry (e-Book), в даному підрозділі наводимо навігаційну та загальну інформацію щодо портів, місць лоцманської проводки, буксирного забезпечення, якірних стоянок, забезпеченості засобами навігаційного обладнання (ЗНО), тощо.

Port Hedland (Australia) – $\phi = 20^{\circ}19' S$; $\lambda = 118^{\circ}37' E$; GMT + 8.

Port Hedland розташований на NW узбережжі Західної Австралії, доступний для великих суден і призначений в основному для вивезення залізної руди.

Імпорт – генеральні вантажі, сірчана кислота, цемент.

Загальний короткий огляд: У середньому за рік порт обробляє 160000000 тон вантажу і приймає близько 1000 суден.

Вантажна марка – літня.

Щільність води – 1,025.

Максимальна глибина в порту – 19,2 метра.

Розрахунковий час прибуття до порту відправляється за 48, 24 та 2 години до приходу судна до порту.

При вході в порт необхідно підтримувати зв'язок VHF Ch 16.

Лоцманське проведення в порт обов'язкове. На борт судна висадка лоцмана здійснюється за допомогою вертольоту на місці з координатами $\varphi=20^{\circ}10'S$, $\lambda=118^{\circ}33'E$.

Судна довжиною понад 280 м. ставляться до причалу лише у світлий час доби.

Якірна стоянка – у гавані порту на якір постанова заборонена. Гарне якірне місце знаходиться у 2 милях E від No.16 Light Beacon, ґрунт пісок.

Місця доповідей. A VTS is in operation on VHF Ch 16 для контролю за розрядом. Vessels inbound should contact Shipping Control Tower on VHF for details of movements of Vessels Outbound and should also report at the beginning of the recommended inward pass track in position $19^{\circ}56.4'S$, $118^{\circ}27.8'E$.

Карти та посібники – AUS. 52, 53, 54. NP13, NP 286(4).

Буксирне забезпечення. У порту є 9 буксирів, потужністю від 3200 до 4500 к.с.

Tianjin (China) – $\varphi = 38^{\circ}59' N$; $\lambda = 117^{\circ}45' E$; GMT + 8.

Tianjin розташований на W узбережжі Bohai Gulf, приблизно в 170 км від Пекіна. Порт доступний для великих суден і призначений переважно для ввезення руди, зерна та добрив.

Експорт – вугілля, кокс, кукурудза, агро-продукти.

Загальний короткий огляд: У середньому на рік порт обробляє 250,2 млн тон вантажу і приймає близько 8000 суден.

Вантажна марка – літня.

Максимальна глибина в порту – 15,5 метрів.

Щільність води – 1,023.

Розрахунковий час прибуття в порт відправляється за 72, 48 та 24 години до приходу судна до місця прийому лоцмана.

При вході в порт необхідно підтримувати зв'язок VHF Ch 16, 09.

Лоцманська проводка в порт обов'язкова та доступна 24 години. Місце прийому лоцмана в точці з координатами $\phi=38^{\circ}51'N$, $\lambda=118^{\circ}10,3'E$.

Якірна стоянка. Є 6 якірних стоянок з глибиною від 9,0 до 16,0 м. якірна стоянка заборонена в радіусі 1 миля від Dagu Lighthouse. Грунт мулистий.

Місця доповідей. Центр VTS центру Bo Hai port і Tianjin Harbour і забезпечує інформаційні послуги для всіх vessels, owners, operators and agents and for owners and operators of port installations when vessels are navigating, berthing and operating within VTS area. Область зв'язу, зображена як gate line, радіус 20nm, centred on position $38^{\circ}58.5'N$, $117^{\circ}47.2'E$.

Карти та посібники – BA 2653. NP 32, NP 286(6).

Буксирне забезпечення. У порту є 26 буксирів, потужністю від 440 до 4000 к.с.

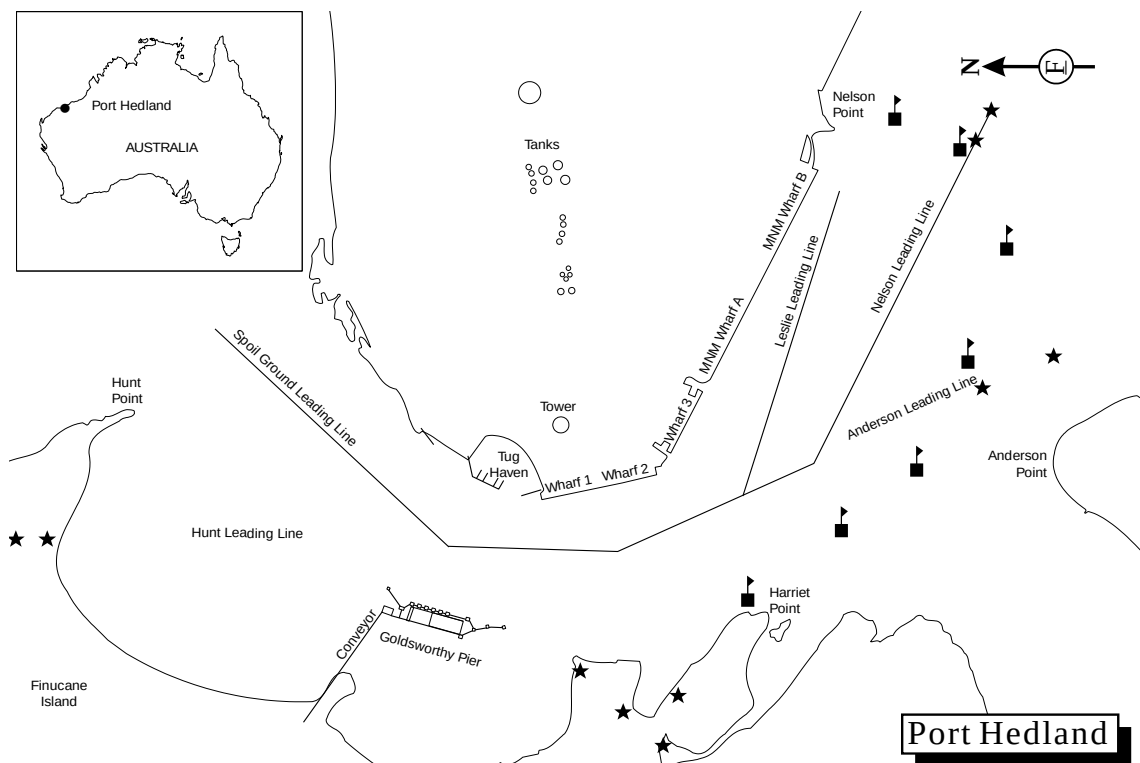


Рисунок 2.2 – План порту відходу

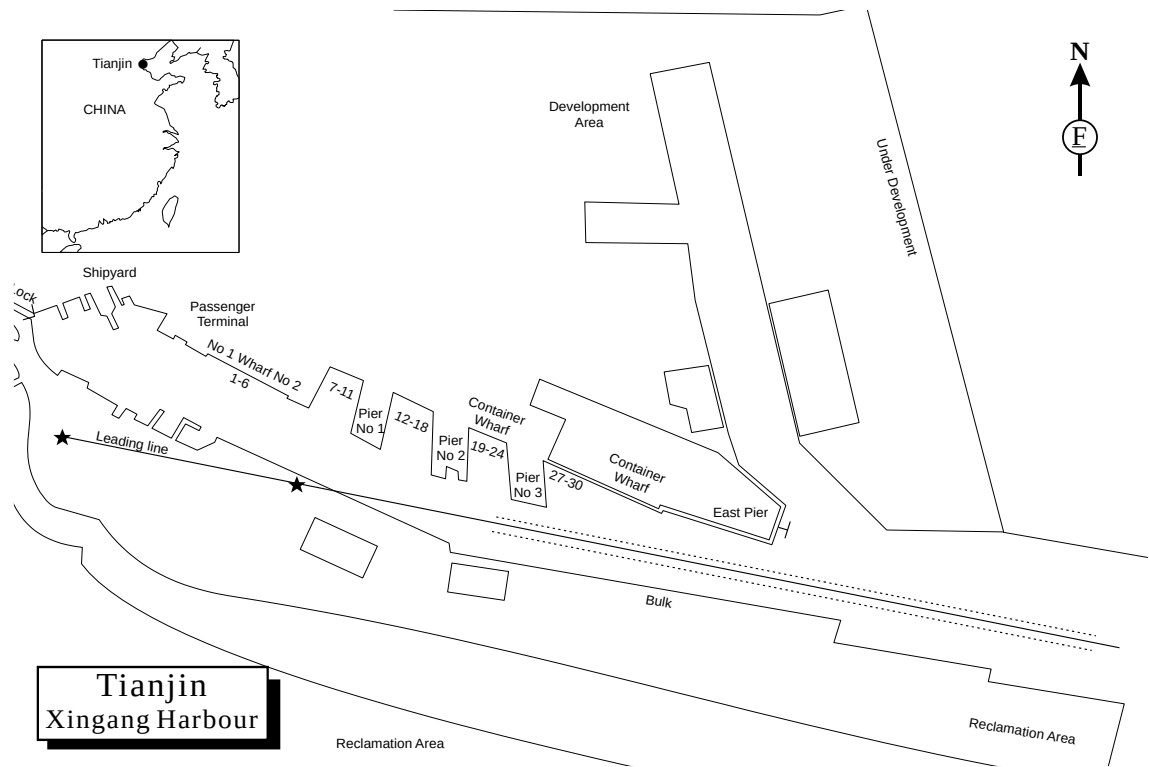


Рисунок 2.3– План порту заходу

Таблиця 2.7 – Засоби навігаційного обладнання

№	Name	Position		Characteristics	Range
		φ	λ		
1	2	3	4	5	6
1.	Light 50	20°18.7'S	118°34.4'E	Fl 2s	4 nm
2.	Light 48	20°18.6'S	118°34.3'E	Fl 2s	4 nm
3.	Light 44	20°18.1'S	118°35.0'E	Fl 2s	4 nm
4.	Light 45	20°17.9'S	118°34.9'E	Q 1s	4 nm
5.	Light 42	20°17.7'S	118°35.2'E	Fl 2s	4 nm
6.	Light 30	20°14.6'S	118°34.2'E	Q(9) 15s	5 nm
7.	Light 31	20°14.7'S	118°34.1'E	Fl 2s	4 nm
8.	Light 8	20°04.5'S	118°25.6'E	Fl 2s	6 nm
9.	Light 7	20°04.4'S	118°25.0'E	Fl 2s	6 nm
10.	T. SediHING	08°49.2'S	115°35.5'E	Fl(2) 15s	25 nm
11.	T. Rangas	02°37.8'S	118°48.7'E	Fl 6s	23 nm

Продовження таблиці 2.7

1	2	3	4	5	6
12.	Pulau Tugan	00°34.7'N	119°47.6'E	Fl 5s	23 M
13.	Sanga	05°02.0'N	119°46.5'E	Fl 5s	12 M
14.	Perl BK	05°49.7'N	119°44.4'E	Fl 5s	15 M
15.	Tubbataha Reefs	08°44.2'N	119°48.7'E	Fl 5s	15 M
16.	Cuyo	10°51.2'N	121°00.3'E	Fl(2) 10s	7 M
17.	Ambulong Isl	12°12.5'N	121°00.6'E	Fl 5s	21 M
18.	Caofeidian	38°55.1'N	118°30.4'E	Fl 15s	14 M
19.	Dagu	38°56.4'N	117°58.8'E	Fl 10s	17 M

2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1 Розрахунок ортодромії

Посібник NP 136 "Ocean Passages for the World" призначений для полегшення рішення задачі при виборі шляху судна між найбільш важливими пунктами Світового океану, з урахуванням сезонних змін гідрометеорологічних умов плавання і експлуатаційних якостей судна.

Основними критеріями при виборі оптимального шляху є безпека, швидкість, метеорологічні умови, зберігання вантажу і досягнення економічного ефекту.

На океанських переходах найкоротшою відстанню між двома точками є ортодромія (дуга великого кола). Перш ніж приймати рішення про плавання по ортодромії необхідно розрахувати доцільність плавання. Для цього знаходять довжину локсодромії та ортодромії, а потім виконують порівняння їх.

Виконаємо розрахунок локсодромії і ортодромії аналітичним методом для двох точок на самій найдовшій ділянці переходу, між WP 17 та WP 18.

$$\varphi_1 = 19^\circ 56' \text{ S}, \lambda_1 = 118^\circ 28' \text{ E}; \quad \varphi_2 = 08^\circ 44' \text{ S}, \lambda_2 = 115^\circ 43' \text{ E}.$$

1. Знаходимо різницю широт:

φ_2	$-08^{\circ} 44'$
$-\varphi_1$	$-19^{\circ} 56'$
$\Delta\varphi$	$+11^{\circ} 12'$ до N (+672')

2. Знаходимо різницю довгот:

λ_2	$+115^{\circ} 43'$
$-\lambda_1$	$+118^{\circ} 28'$
$\Delta\lambda$	$-002^{\circ} 45'$ до W (-165')

3. Знаходимо різницю меридіональних частин:

$$m = 3437,75 \times \ln[\operatorname{tg}(45^{\circ} + \varphi_2/2) / \operatorname{tg}(45^{\circ} + \varphi_1/2)] = +694,84297'.$$

4. Розраховуємо локсодромічний курс:

$$K_{\text{л}} = \arccos(m / \sqrt{(\Delta\lambda)^2 + m^2}) = 346,6^{\circ}.$$

5. Розраховуємо локсодромічну відстань:

$$S_{\text{л}} = \Delta\varphi / \cos K_{\text{л}} = 3570,34 = 690,8 \text{ миль}.$$

6. Розраховуємо довжину ортодромії:

$$D = \arccos(\sin\varphi_1 \times \sin\varphi_2 + \cos\varphi_1 \times \cos\varphi_2 \times \cos\Delta\lambda) = 690,6 \text{ миль}.$$

7. Визначаємо доцільність плавання по ортодромії:

$$\Delta D = S_{\text{л}} - D = 0,2 \text{ милі}.$$

$$\Delta D = ((S_{\text{л}} - D) / S_{\text{л}}) \cdot 100\% \approx 0,03\%.$$

Після виконання розрахунків можна сказати, що плавання по ортодромії не дає нам перевагу перед прямуюванням по локсодромії. Отже, порівнюючи виграш у відстані та безпеку переходу, можемо стверджувати, що плавання по ортодромії на даному переході недоцільно.

2.3.2 Складання маршрутних листів

Після попередньої оцінки переходу підраховують і коригують загальну довжину шляху, необхідну для точного визначення необхідної кількості палива, води і запасів продовольства, зіставляють її з даними таблиці відстаней, уточнюють тривалість рейсу з урахуванням заходів в проміжні порти.

Відповідно до рекомендацій ІМО, при плануванні переходу необхідно скласти маршрутні листи, які повинні лежати на штурманському столі. Безумовно, протягом рейсу в маршрутні листи вносяться необхідні зміни.

Distribution:

Ship

PASSAGE PLAN

VESSEL :

Lake Dolphin

Voyage No.

0414/L

From Port :		PORT HEDLAND, AUSTRALIA				Dep Draft F:		17,45 mtr		Arr Draft F:		17,27 mtr		Min. estimated UKC (corrected for squat) for the passage	
To Port :		TIANJIN, CHINA				Draft A:		17,52 mtr		Draft A:		17,79 mtr		(Refer guidelines given in SBP 201A 3.3.1) : 0,77 Mtr	
Ensure salinity of water is taken into account while calculating Max draft															
WPT No.	WPT		A / CO Landmark Brig x Dist	T/CO	DIST	DTG	Expected Current/ Tidal Stream Dir x rate	Posn fixing method & frequency in mminutes(8)	Bridge Manning Level (9)	VHF watch on CH	Wx. fax Navtex stns to monitor	Reference Page No.'s (10)	Master's Remarks/ Additional Instructions or Deviation from Plan (See note 11)		
	LAT	LONG													
0	20° 19.420' S	118° 35.020' E	Berth Nelson Pt "C"	289°	0,54'	3916,62'	Tidal along channel	G,V,R x 15' continious	Level 5	06, 09, 12, 16	G WILUNA	SD 13; ATT204; A:281(2), 282,283(2),284,285, 286(4)	Under Command of Master and Pilot advices, cont. control depths & course. Use PI		
Note: Alert 1.1 Harbour															
Note: Alert 1.2 Monitor UKC															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
1	20° 19.245' S	118° 34.475' E	Harbour inner	325°	0,30'	3916,08'	Tidal along channel	G,V,R x 15' continious	Level 5	06, 09, 12, 16	G WILUNA	SD 13; ATT204; A:281(2), 282,283(2),284,285, 286(4)	Under Command of Master and Pilot advices, cont. control depths & course. Use PI		
Note: Alert 1.1 Harbour															
Note: Alert 1.2 Monitor UKC															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
2	20° 19.000' S	118° 34.290' E	Channel turn 2	347°	0,17'	3915,78'	Tidal along channel	G,V,R x 15' continious	Level 5	06, 09, 12, 16	G WILUNA	SD 13; ATT204; A:281(2), 282,283(2),284,285, 286(4)	Under Command of Master and Pilot advices, cont. control depths & course. Use PI		
Note: Alert 1.1 Channel															
Note: Alert 1.2 Monitor UKC															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
3	20° 18.830' S	118° 34.250' E	Channel turn	020°	0,28'	3915,61'	Tidal along channel	G,V,R x 15' continious	Level 5	06, 09, 12, 16	G WILUNA	SD 13; ATT204; A:281(2), 282,283(2),284,285, 286(4)	Under Command of Master and Pilot advices, cont. control depths & course. Use PI		
Note: Alert 1.1 Channel															
Note: Alert 1.2 Monitor UKC															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
4	20° 18.570' S	118° 34.350' E	Buoy 48,50	048°	0,73'	3915,33'	Tidal along channel	G,V,R x 15' continious	Level 5	06, 09, 12, 16	G WILUNA	SD 13; ATT204; A:281(2), 282,283(2),284,285, 286(4)	Under Command of Master and Pilot advices, cont. control depths & course. Use PI		
Note: Alert 1.1 Channel															
Note: Alert 1.2 Monitor UKC															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
5	20° 18.075' S	118° 34.925' E	Buoys 44-45	032°	0,21'	3914,60'	Tidal along channel	G,V,R x 15' continious	Level 5	06, 09, 12, 16	G WILUNA	SD 13; ATT204; A:281(2), 282,283(2),284,285, 286(4)	Under Command of Master and Pilot advices, cont. control depths & course. Use PI		
Note: Alert 1.1 Channel															
Note: Alert 1.2 Monitor UKC															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
6	20° 17.900' S	118° 35.040' E	Channel	023°	0,23'	3914,39'	Tidal along channel	G,V,R x 15' continious	Level 5	06, 09, 12, 16	G WILUNA	SD 13; ATT204; A:281(2), 282,283(2),284,285, 286(4)	Under Command of Master and Pilot advices, cont. control depths & course. Use PI		
Note: Alert 1.1 Constrained waters.															
Note: Alert 1.2 Monitor UKC															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
7	20° 17.690' S	118° 35.135' E	Buoys 42-43	015°	0,38'	3914,17'	Tidal along channel	G,V,R x 15' continious	Level 5	06, 09, 12, 16	G WILUNA	SD 13; ATT204; A:281(2), 282,283(2),284,285, 286(4)	Under Command of Master and Pilot advices, cont. control depths & course. Use PI		
Note: Alert 1.1 Constrained waters.															
Note: Alert 1.2 Monitor UKC															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
8	20° 17.320' S	118° 35.240' E	Buoys 40-41	000°	0,25'	3913,78'	Tidal along channel	G,V,R x 15' continious	Level 5	06, 09, 12, 16	G WILUNA	SD 13; ATT204; A:281(2), 282,283(2),284,285, 286(4)	Under Command of Master and Pilot advices, cont. control depths & course. Use PI		
Note: Alert 1.1 Constrained waters.															
Note: Alert 1.2 Monitor UKC															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
9	20° 17.070' S	118° 35.240' E	Buoys 38-39	347°	0,28'	3913,54'	NW/SE - 0.2- 1.4	G,V,R x 15' continious	Level 5	06, 09, 12, 16	G WILUNA	SD 13; ATT204; A:281(2), 282,283(2),284,285, 286(4)	Under Command of Master and Pilot advices, cont. control depths & course. Use PI		
Note: Alert 1.1 Constrained waters.															
Note: Alert 1.2 Monitor UKC															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
10	20° 16.800' S	118° 35.175' E	Buoys 36-37	336°	2,37'	3913,26'	NW/SE - 0.2- 1.4	G,V,R x 15' continious	Level 5	06, 09, 12, 16	G WILUNA	SD 13; ATT204; A:281(2), 282,283(2),284,285, 286(4)	Under Command of Master and Pilot advices, cont. control depths & course. Use PI		
Note: Alert 1.1 Constrained waters.															
Note: Alert 1.2 Monitor UKC															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
11	20° 14.620' S	118° 34.155' E	Buoys 30-31	318°	3,90'	3910,89'	NW/SE - 0.2- 1.4	G,V,R x 15' continious	Level 5	06, 09, 12, 16	G WILUNA	SD 13; ATT204; A:281(2), 282,283(2),284,285, 286(4)	Under Command of Master and Pilot advices, cont. control depths & course. Use PI		
Note: Alert 1.1 Constrained waters.															
Note: Alert 1.2 Monitor UKC															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
12	20° 11.718' S	118° 31.365' E	Buoys 19-20	331°	6,07'	3906,98'	NW/SE - 0.2- 1.4	G,V,R x 15' continious	Level 5	06, 09, 12, 16	G WILUNA	SD 13; ATT204(12); A:281(2), 282,283(2),284,285, 286(4)	Under Command of Master and Pilot advices, cont. control depths & course. Use PI		
Note: Alert 1.1 Constrained waters.															
Note: Alert 1.2 Monitor UKC															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
13	20° 06.410' S	118° 28.200' E	Buoys 9-10	306°	3,33'	3900,91'	NW/SE - 0.2- 1.4	G,V,R x 15' continious	Level 5	06, 09, 12, 16	G WILUNA	SD 13; ATT204; A:281(2), 282,283(2),284,285, 286(4)	Under Command of Master and Pilot advices, cont. control depths & course. Use PI		
Note: Alert 1.1 Constrained waters.															

Рисунок 2.4 – Маршрутный лист переходу Port Hedland – Tianjin (1)

Distribution:
Ship

PASSAGE PLAN

VESSEL :

Lake Dolphin

Voyage No.

0414/L

From Port :		PORT HEDLAND, AUSTRALIA				Dep Draft F:	17,45	mtr	Arr Draft F:	17,27	mtr	Min. estimated UKC (corrected for squat) for the passage	
To Port :		TIANJIN, CHINA				Draft A:	17,52	mtr	Draft A:	17,79	mtr	(Refer guidelines given in SBP 201A 3.3.1) : 0,77 Mtr	
Ensure salinity of water is taken into account while calculating Max draft													
WPT No.	WPT		A / CO Landmark Brg x Dist	T/CO	DIST	DTG	Expected Current/ Tidal Stream Dir x rate	Posn fixing method & frequency in minutes(8)	Bridge Manning Level (9)	VHF watch on CH	Wx. fax Navtex stns to monitor	Reference Page No.'s (10)	Master's Remarks/ Additional Instructions or Deviation from Plan (See note 11)
	LAT	LONG											
14 Buoys 8	20° 04.460' S	118° 25.320' E	Buoys 8	332°	0,41'	3897,58'	NW/SE - 0.2-1.4	G.V.R x 15' continuous	Level 5	06, 09, 12, 16	G WILUNA	SD 13; ATT204; A:281(2), 282,283(2),284,285, 286(4)	Under Command of Master and Pilot advices, cont. control depths & course. Use PI
Note: Alert 1.1 Constrained waters.													
Note: Alert 1.2 Monitor UKC													
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.													
15 Buoys 7	20° 04.100' S	118° 25.120' E	Buoys 7	357°	1,84'	3897,17'	NW/SE - 0.2-1.4	G.V.R x 15' continuous	Level 5	06, 09, 12, 16	G WILUNA	SD 13; ATT204; A:281(2), 282,283(2),284,285, 286(4)	Under Command of Master and Pilot advices, cont. control depths & course. Use PI
Note: Alert 1.1 Constrained waters.													
Note: Alert 1.2 Monitor UKC													
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.													
16 Buoys 3-4	20° 02.260' S	118° 25.020' E	Buoys 3-4	024°	6,49'	3895,34'	NW/SE - 0.2-1.4	G.V.R x 15' continuous	Level 5	06, 09, 12, 16	G WILUNA	SD 13; ATT204; A:281(2), 282,283(2),284,285, 286(4)	Under Command of Master and Pilot advices, cont. control depths & course. Use PI
Note: Alert 1.1 Constrained waters.													
Note: Alert 1.2 Monitor UKC													
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.													
17 Hedland Channel entrance	19° 56.300' S	118° 27.800' E	Hedland Channel entrance	347°	688,28'	3888,85'	W-NW X 0.5-1.0	G.V.R x 60	Level 2/1	16	G WILUNA	SD 34, 13; A:281(2), 282,283(2),284,285.	Control depths & course. Call master w when in doubt at any time.
Note: Alert 1.1													
Note: Alert 1.2													
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.													
18 Lombok South	08° 44.000' S	115° 42.700' E	Lombok South	021°	20,25'	3200,56'	N-S X 1.5-5.5	G.V.R x 15	Level 2/3	16	D WILUNA	SD 34; A:281(2), 282,283(2),284,285.	Control depths & course. Call master w when in doubt at any time. Use PI
Note: Alert 1.1 Crossing traffic - Ferry,small crafts.													
Note: Alert 1.2 Strong Current in the passage.													
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.													
19 Lombok North	08° 25.000' S	115° 50.000' E	Lombok North	023°	177,89'	3180,32'	S X 0.5	G.V.R x 30/60	Level 2/1	16	D WILUNA	SD 34; A:281(2), 282,283(2),284,285.	Control depths & course. Call master w when in doubt at any time. Use PI
Note: Alert 1.1													
Note: Alert 1.2													
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.													
20 NW of Gosong Sibbalds	05° 40.500' S	117° 00.000' E	NW of Gosong Sibbalds	034°	162,61'	3002,42'	S X 1.0	G.V.R x 30/60	Level 2/1	16	D Wiluna, Kagoshima	SD 34; A:281(2), 282,283(2),284,285.	Control depths & course. Call master w when in doubt at any time. Use PI
Note: Alert 1.1													
Note: Alert 1.2													
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.													
21 NW of T.Rangasa	03° 25.000' S	118° 31.000' E	NW of T.Rangasa	011°	268,60'	2839,82'	S X 1.0	G.V.R x 30/60	Level 2/1	16	D/S Wiluna, Kagoshima	SD 34; A:281(2), 282,283(2),284,285.	Control depths & course. Call master w when in doubt at any time. Use PI
Note: Alert 1.1													
Note: Alert 1.2													
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.													
22 Makassar North	01° 00.000' N	119° 22.000' E	Makassar North	004°	239,40'	2571,22'	S X 1.0	G.V.R x 30/60	Level 2/1	16	S Wiluna, Kagoshima	SD 33,34; A:281(2), 282,283(2),284,285.	Control depths & course. Call master w when in doubt at any time. Use PI
Note: Alert 1.1 Constrained waters.													
Note: Alert 1.2													
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.													
23 Sibutu pass North	05° 00.000' N	119° 38.500' E	Sibutu pass North	013°	51,06'	2331,82'	S X 0.75	G.V.R x 15/30/60	Level 2/1	16	S Wiluna, Kagoshima	SD 33; A:281(2), 282,283(2),284,285.	Control depths & course. Call master w when in doubt at any time. Use PI
Note: Alert 1.1 Constrained waters.													
Note: Alert 1.2 Strong Current in the passage. Wirpols, Eddies.													
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.													
24 Perl bank Pass	05° 50.000' N	119° 50.000' E	Perl bank Pass	006°	185,14'	2280,76'	S X 0.75	G.V.R x 15/30/60	Level 2/1	16	S Wiluna, Kagoshima	SD 33; A:281(2), 282,283(2),284,285.	Control depths & course. Call master w when in doubt at any time. Use PI
Note: Alert 1.1 Constrained waters.													
Note: Alert 1.2 Strong Current in the passage. Wirpols, Eddies.													
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.													
25 E of Tubbataha Reefs	08° 55.000' N	120° 09.500' E	E of Tubbataha Reefs	000°	105,51'	2095,62'	S X 0.5	G.V.R x 30/60	Level 2/1	16	S Kagoshima, Taipei	SD 33; A:281(2), 282,283(2),284,285.	Control depths & course. Call master w when in doubt at any time. Use PI
Note: Alert 1.1 Underwater obstructions													
Note: Alert 1.2													
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.													
26 W of Calandagan isl	10° 41.000' N	120° 09.500' E	W of Calandagan isl	023°	28,11'	1990,11'	S X 0.5	G.V.R x 30/15	Level 2/1	16	S Kagoshima, Taipei	SD 33; A:281(2), 282,283(2),284,285.	Control depths & course. Call master w when in doubt at any time. Use PI
Note: Alert 1.1 Constrained waters.													
Note: Alert 1.2 Underwater obstructions													
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.													

Рисунок 2.5 – Маршрутный лист перехода Port Hedland – Tianjin (2)

Distribution:
Ship

PASSAGE PLAN

VESSEL :

Lake Dolphin

Voyage No.

0414/L

From Port :		PORT HEDLAND, AUSTRALIA				Dep Draft F:		17.45 mtr		Arr Draft F:		17.27 mtr		Min. estimated UKC (corrected for squat) for the passage	
To Port :		TIANJIN, CHINA				Draft A:		17.52 mtr		Draft A:		17.79 mtr		(Refer guidelines given in SBP 201A 3.3.1) : 0.77 Mtr	
Ensure salinity of water is taken into account while calculating Max draft															
27	Cuyo Shoals	11° 07.000' N	120° 20.650' E	Cuyo Shoals	031°	69,50'	1962,00'	S X 0.5	G.V.R x 30/15	Level 2/1	16	S, J Kagoshima, TaiPei	SD 33; A:281(2), 282,283(2),284,285.	Control depths & course. Call master w when in doubt at any time. Use Pl.	
Note: Alert 1.1 Constrained waters.															
Note: Alert 1.2 Underwater obstructions															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
28	SW of Ambulong Isl	12° 06.800' N	120° 57.200' E	SW of Ambulong Isl	000°	7,17'	1892,49'	N X 0.5	G.V.R x 30/15	Level 2	16	J Kagoshima, TaiPei	SD 31,33; A:281(2), 282,283(2),284,285.	Control depths & course. Call master w when in doubt at any time. Use Pl.	
Note: Alert 1.1 Constrained waters.															
Note: Alert 1.2 Fishing boats															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
29	NW of Ambulong Isl	12° 14.000' N	120° 57.200' E	NW of Ambulong Isl	335°	34,05'	1885,33'	N X 0.5	G.V.R x 30/15	Level 2/1	16	J Kagoshima, TaiPei	SD 31,33; A:281(2), 282,283(2),284,285.	Control depths & course. Call master w when in doubt at any time. Use Pl.	
Note: Alert 1.1 Fishing boats															
Note: Alert 1.2 Constrained waters.															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
30	W of Dongon Pt	12° 45.000' N	120° 42.500' E	W of Dongon Pt	321°	89,44'	1851,28'	N X 0.75	G.V.R x 30/60	Level 2/1	16	J Kagoshima, TaiPei	SD 31; A:281(2), 282,283(2),284,285.	Control depths & course. Call master w when in doubt at any time. Use Pl.	
Note: Alert 1.1 Fishing boats															
Note: Alert 1.2 Coastal waters															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
31	W of Cabra isl	13° 55.000' N	119° 45.000' E	W of Cabra isl	352°	100,63'	1761,84'	N X 0.75	G.V.R x 30/60	Level 2/1	16	J Kagoshima, TaiPei	SD 31; A:281(2), 282,283(2),284,285.	Control depths & course. Call master w when in doubt at any time. Use Pl.	
Note: Alert 1.1 Fishing boats															
Note: Alert 1.2 Coastal waters															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
32	W of Cape Palauing	15° 35.000' N	119° 30.000' E	W of Cape Palauing	000°	63,74'	1661,21'	N X 0.75	G.V.R x 30/60	Level 2/1	16	J,P Kagoshima, TaiPei	SD 31; A:281(2), 282,283(2),284,285.	Control depths & course. Call master w when in doubt at any time. Use Pl.	
Note: Alert 1.1 Fishing boats															
Note: Alert 1.2 Coastal waters															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
33	W of Cape Bolinao	16° 39.000' N	119° 30.000' E	W of Cape Bolinao	017°	141,68'	1597,47'	N X 0.75	G.V.R x 60	Level 2/1	16	J,P Kagoshima, TaiPei	SD 31; A:281(2), 282,283(2),284,285.	Control depths & course. Call master w when in doubt at any time. Use Pl.	
Note: Alert 1.1 Fishing boats															
Note: Alert 1.2 Coastal waters															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
34	Luzon str	18° 55.000' N	120° 13.500' E	Luzon str	031°	155,17'	1455,80'	NNE X 0.75	G.V.R x 60	Level 2/1	16	P Kagoshima, TaiPei	SD 32; A:281(2), 282,283(2),284,285.	Control depths & course. Call master w when in doubt at any time. Use Pl.	
Note: Alert 1.1															
Note: Alert 1.2															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
35	Bashi South E-Taiwan	21° 09.000' N	121° 37.500' E	Bashi South E-Taiwan	049°	47,38'	1300,63'	NNE X 1.5	G.V.R x 60	Level 2/1	16	P Kagoshima, TaiPei	SD 32; A:281(2), 282,283(2),284,285.	Control depths & course. Call master w when in doubt at any time. Use Pl.	
Note: Alert 1.1															
Note: Alert 1.2 NAVAREA XI. GUNNERY AREASee chart reference.															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
36	Bashi North E-Taiwan	21° 40.000' N	122° 16.000' E	Bashi North E-Taiwan	034°	60,00'	1253,25'	NNE X 1.5	G.V.R x 60	Level 2/1	16	P Kagoshima, TaiPei	SD 32; A:281(2), 282,283(2),284,285.	Control depths & course. Call master w when in doubt at any time. Use Pl.	
Note: Alert 1.1															
Note: Alert 1.2 NAVAREA XI. GUNNERY AREASee chart reference.															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
37	E-Taiwan	22° 30.000' N	122° 52.000' E	E-Taiwan	011°	91,39'	1193,25'	NNE X 1.5	G.V.R x 60	Level 2/1	16	P, G Kagoshima, TaiPei	SD 32, 42C; A:281(2), 282,283(2),284,285.	Control depths & course. Call master w when in doubt at any time. Use Pl.	
Note: Alert 1.1															
Note: Alert 1.2 NAVAREA XI. GUNNERY AREASee chart reference.															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
38	S of Iremote shima	24° 00.000' N	123° 11.000' E	S of Iremote shima	018°	130,19'	1101,86'	NNE X 1.5	G.V.R x 60	Level 2/1	16	P, G Kagoshima, TaiPei	SD 32, 42C; A:281(2), 282,283(2),284,285.	Control depths & course. Call master w when in doubt at any time. Use Pl.	
Note: Alert 1.1															
Note: Alert 1.2 NAVAREA XI. GUNNERY AREASee chart reference.															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
39	Senkaku Shoto	26° 04.000' N	123° 56.000' E	Senkaku Shoto	000°	205,44'	971,67'	NNE X 1.5	G.V.R x 60	Level 2/1	16	P, G Kagoshima, TaiPei	SD 32, 42C; A:281(2), 282,283(2),284,285.	Control depths & course. Call master w when in doubt at any time. Use Pl.	
Note: Alert 1.1															
Note: Alert 1.2 NAVAREA XI. GUNNERY AREASee chart reference.															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
40	Zhoushan qundao	29° 30.000' N	123° 56.000' E	Zhoushan qundao	003°	69,92'	766,23'	N X 0.5	G.V.R x 60	Level 2/1	16	Q, G Kagoshima, TaiPei	SD 32; A:281(2), 282,283(2),284,285.	Control depths & course. Call master w when in doubt at any time. Use Pl.	
Note: Alert 1.1 Fishing boats															
Note: Alert 1.2 NAVAREA XI. GUNNERY AREASee chart reference.															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															

Рисунок 2.6 – Маршрутный лист перехода Port Hedland – Tianjin (3)

Distribution:
Ship

PASSAGE PLAN

VESSEL :

Lake Dolphin

Voyage No.

0414/L

From Port :		PORT HEDLAND, AUSTRALIA				Dep Draft F:		17,45 mtr		Arr Draft F:		17,27 mtr		Min. estimated UKC (corrected for squat) for the passage	
To Port :		TIANJIN, CHINA				Draft A:		17,52 mtr		Draft A:		17,79 mtr		(Refer guidelines given in SBP 201A 3.3.1) : 0.77 Mtr	
Ensure salinity of water is taken into account while calculating Max draft															
41 E of Shanghai		30° 40.00' N	124° 00.00' E	E of Shanghai	000°	274,47'	696,31'	N X 0.5	G.V.R x 60/30	Level 2/1	16	Q Kagoshima, Taipei	SD 32: A:281(2), 282,283(2),284,285.		Control depths & course. Call master w hen in doubt at any time. Use PI.
Note: Alert 1.1 Fishing boats															
Note: Alert 1.2 NAVAREA XI. GUNNERY AREA.See chart reference.															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
42 E of Rizhao		35° 15.00' N	124° 00.00' E	E of Rizhao	348°	144,02'	421,85'	N X 0.5	G.V.R x 60/30	Level 2/1	16	Q,R Kagoshima, Taipei	SD 32 : ATT204, A:281(2), 282,283(2),284,285,286(6).		Control depths & course. Call master w hen in doubt at any time. Use PI.
Note: Alert 1.1 Fishing boats															
Note: Alert 1.2 NAVAREA XI. GUNNERY AREA.See chart reference.															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
43 Chengshan Jiao VTS off		37° 36.00' N	123° 22.50' E	Chengshan Jiao VTS off	299°	74,66'	277,83'	Tidal NW-SE X 0.5	G.V.R x 60/30	Level 2/1	16	R Kagoshima, Taipei	SD 32 : ATT204, A:281(2), 282,283(2),284,285,286(6).		Control depths & course. Call master w hen in doubt at any time. Use PI.
Note: Alert 1.1 Constrained waters.															
Note: Alert 1.2 Fishing boats															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
44 Laoteishan TSS East		38° 12.25' N	122° 00.00' E	Laoteishan TSS East	295°	59,14'	203,16'	Tidal NW-SE X 0.5	G.V.R x 15/30	Level 2	16, 10	R Kagoshima, Taipei	SD 32 : ATT204, A:281(2), 282,283(2),284,285,286(6).		Control depths & course. Call master w hen in doubt at any time. Use PI.
Note: Alert 1.1 Constrained waters, TSS															
Note: Alert 1.2 Dense traffic, Fishing boats															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
45 Laoteishan TSS West		38° 37.60' N	120° 52.00' E	Laoteishan TSS West	278°	80,22'	144,02'	Tidal NW-SE X 0.5	G.V.R x 60/30	Level 2/1	16, 10	R Kagoshima, Taipei	SD 32 : ATT204, A:281(2), 282,283(2),284,285,286(6).		Control depths & course. Call master w hen in doubt at any time. Use PI.
Note: Alert 1.1 Constrained waters, TSS															
Note: Alert 1.2 Dense traffic, Fishing boats															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
46 Platform		38° 49.40' N	119° 10.60' E	Platform	268°	19,80'	63,80'	Tidal W-E X 0.5	G.V.R x 15/30	Level 2	16, 08	R Kagoshima, Taipei	SD 32 : ATT204, A:281(2), 282,283(2),284,285,286(6).		Under Command of Master, cont. control depths & course. Use PI
Note: Alert 1.1 Constrained waters.															
Note: Alert 1.2 Dense traffic, Fishing boats															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
47 Caofeidian TSS East		38° 48.80' N	118° 45.00' E	Caofeidian TSS East	278°	18,56'	44,00'	Tidal W-E X 0.5	G.V.R x 15/cont	Level 2/3	16, 08 - 12	R Kagoshima, Taipei	SD 32 : ATT204, A:281(2), 282,283(2),284,285,286(6).		Under Command of Master, cont. control depths & course. Use PI
Note: Alert 1.1 Constrained waters, TSS															
Note: Alert 1.2 Dense traffic, Fishing boats															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS.															
48 Caofeidian TSS West		38° 51.41' N	118° 21.36' E	Caofeidian TSS West	266°	5,62'	25,44'	Tidal W-E X 0.5	G.V.R x 15/cont	Level 3	16, 08 - 09, 12	R Kagoshima, Taipei	SD 32 : ATT204(12) A:281(2), 282,283(2),284,285,286(6).		Under Command of Master, cont. control depths & course. Use PI
Note: Alert 1.1 Constrained waters															
Note: Alert 1.2 Dense traffic															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
49 Tianjingang No1 buoy		38° 51.00' N	118° 14.20' E	Tianjingang No1 buoy	307°	6,98'	19,82'	Tidal	G.V.R x 5/cont	Level 5-	16, 09, 12	R Kagoshima, Taipei	SD 32 : ATT204, A:281(2), 282,283(2),284,285,286(6).		Under Command of Master and Pilot advices, cont. control depths & course. Use PI
Note: Alert 1.1 Constrained waters, Approaching channel															
Note: Alert 1.2 Dense traffic, Monitor UKC															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
50 Tianjingang No14-13 buoys		38° 55.15' N	118° 07.02' E	Tianjingang No14-13 buoys	282°	6,58'	12,84'	Tidal	G.V.R x 5/cont	Level 5-	16, 09, 12	R Kagoshima, Taipei	SD 32 : ATT204; A:281(2), 282,283(2),284,285,286(6).		Under Command of Master and Pilot advices, cont. control depths & course. Use PI
Note: Alert 1.1 Constrained waters, Approaching channel															
Note: Alert 1.2 Dense traffic, Monitor UKC															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
51 Tianjingang Dagou Lt		38° 56.5' N	117° 58.8' E	Tianjingang Dagou Lt	280°	5,43'	6,26'	Tidal	G.V.R x 5/cont	Level 5-	16, 09, 12	R Kagoshima, Taipei	SD 32 : ATT204; A:281(2), 282,283(2),284,285,286(6).		Under Command of Master and Pilot advices, cont. control depths & course. Use PI
Note: Alert 1.1 Constrained waters, Approaching channel															
Note: Alert 1.2 Dense traffic, Monitor UKC															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
52 Tianjingang No 40-39 buoys		38° 57.5' N	117° 51.96' E	Tianjingang No 40-39 buoys	240°	0,83'	0,83'	Tidal	G.V.R x 5/cont	Level 5-	16, 09, 12	R Kagoshima, Taipei	SD 32 : ATT204; A:281(2), 282,283(2),284,285,286(6).		Under Command of Master and Pilot advices, cont. control depths & course. Use PI
Note: Alert 1.1 Constrained waters, Approaching channel															
Note: Alert 1.2 Dense traffic, Monitor UKC															
Note: Alert 1.3 Keep well clear fm NO GO AREAS., see chart reference.															
53 Tianjin Ore Berth		38° 57.08' N	117° 51.05' E	Tianjin Ore Berth	000°	0,00'	0,00'	Tidal	G.V.R x 5/cont	Level 5-	16, 09, 12	R Kagoshima, Taipei	SD 32 : ATT204; A:281(2), 282,283(2),284,285,286(6).		Under Command of Master and Pilot advices, cont. control depths & course. Use PI
Note: Alert 1.1 Constrained waters, Harbour															
Note: Alert 1.2 Dense traffic, Monitor UKC															
Note: Alert 1.3 Keen well clear fm NO GO AREAS. see chart reference.															

Рисунок 2.7 – Маршрутный лист перехода Port Hedland – Tianjin (4)

2.3.3 Графічний план переходу



Рисунок 2.8 – Графічний план переходу Port Hedland – Tianjin

2.3.4 Розрахунок природної освітленості

Використавши посібник NP 314 "Nautical Almanac" розраховуємо по моменти явищ ZT, які характеризують освітленість (користуючись для інтерполяції таблицями: "Conversion of ARC to Time" та "Tables for Interpolating Sunrise, Moonrise, etc"). Результати вносимо в таблицю, де наводимо судновий час (ZT).

За широтою місця судна і схиленню Сонця на моменти його сходу і заходу розраховуємо азимути Сонця (Z_N) при сході і заході.

$$\operatorname{tg} Z_N = \sin t / (\operatorname{tg} \delta \cdot \cos \varphi - \sin \varphi \cdot \cos t).$$

Розраховуємо місцевий час явищ:

$$\text{Correct LMT} = \text{LMT for } \varphi + \varphi \text{ correction} + \lambda \text{ correction}.$$

Місцевий час явища переводимо у Гринвіцький:

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

Гринвіцький час явища переводимо в судновий:

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

Наведемо елементи освітленості на початок, середину та кінець рейсу у вигляді Табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Елементи освітленості на переході

Date 2025	Twilight hh:mm	SUN				Twilight hh:mm	MOON		
		ZT Sunrise hh:mm	Z_N °	ZT Sunset hh:mm	Z_N °		ZT Moonrise hh:mm	Age	ZT Moonset hh:mm
05/04	05:26	06:14	84	18:03	276	18:59	00:17	7(54%)	13:09
11/04	05:02	05:48	81	18:10	279	18:56	23:24	13(98%)	10:22
17/04	04:31	05:30	76	18:42	284	19:41	08:30	19(83%)	23:48

2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

В даному підрозділі наведемо розрахунки часу та висоти повної води (HW) та малої води (LW) на дату відходу та дату приходу для портів Port Hedland (05.04.25) та Tianjin (17.04.25).

Таблиця 2.9 – Розрахунок приливів в порту відходу

TIDAL PREDICTION FORM					
STANDARD PORT	Port Hedland 6259		TIME/HEIGHT REQUIRED		H & LW
SECONDARY PORT	Dampier		DATE	05.04	TIME ZONE - 0800
STANDARD PORT	TIME		HEIGHT		RANGE
	HW	LW	HW	LW	
	1112	0501	6,8	1,6	—
	2334	1728	6,3	0,9	
Seasonal change DIFFERENCES	Standard Port		+0,1	+0,1	
Seasonal change SECONDARY PORT	Secondary Port				
	1112	0501	6,9	1,7	
	2334	1728	6,4	1,0	
	Duration				

Таблиця 2.10 – Розрахунок приливів в порту заходу

TIDAL PREDICTION FORM					
STANDARD PORT	Tianjin Xingang 7366		TIME/HEIGHT REQUIRED		H & LW
SECONDARY PORT			DATE	17.04	TIME ZONE - 0800
STANDARD PORT	TIME		HEIGHT		RANGE
	HW	LW	HW	LW	
	0259	0926	4,3	0,8	—
	1523	2118	3,5	1,0	
Seasonal change DIFFERENCES	Standard Port		-0,1	-0,1	
Seasonal change SECONDARY PORT	Secondary Port				
	0259	0926	4,2	0,7	
	1523	2118	3,4	0,9	
	Duration				

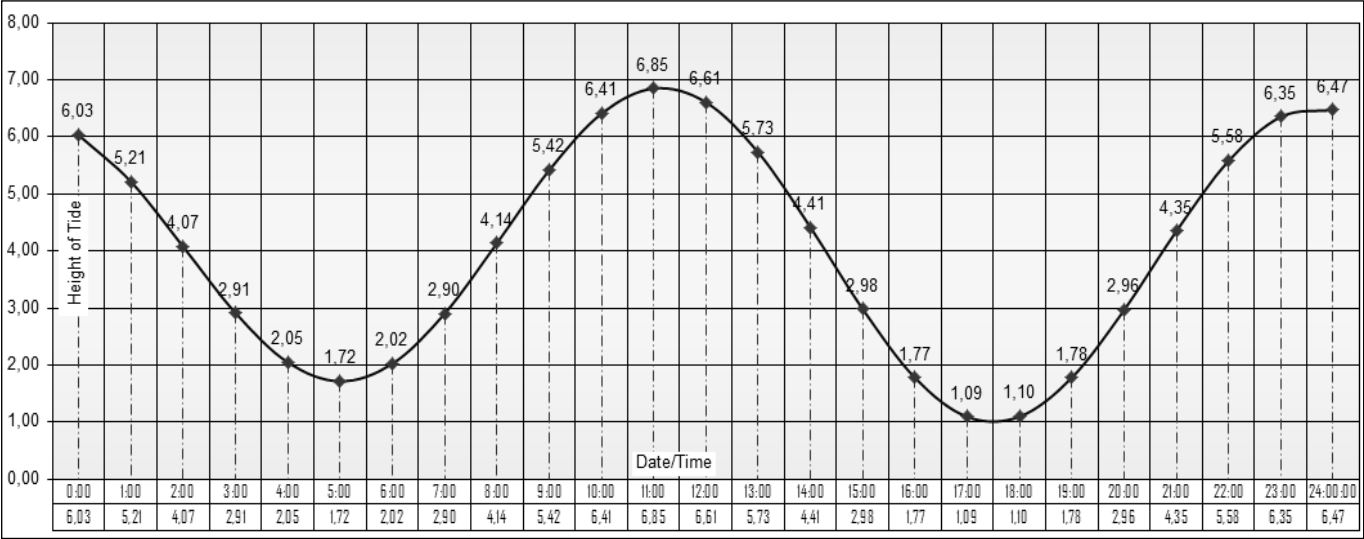


Рисунок 2.9 – Приливні явища в порту Port Hedland

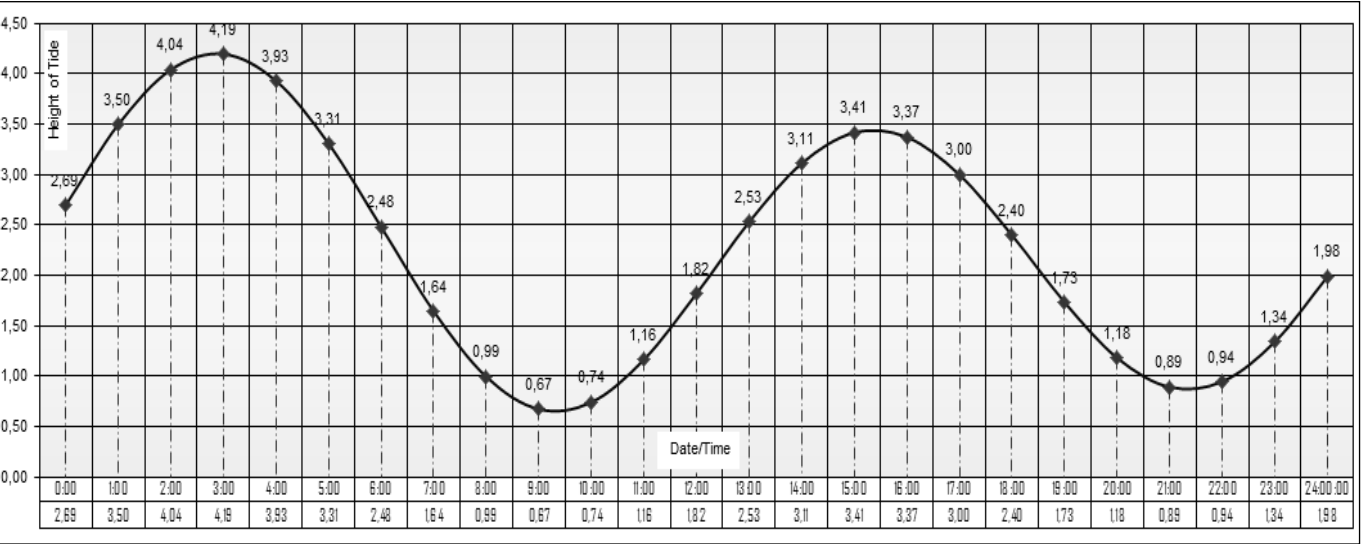


Рисунок 2.10 – Приливні явища в порту Tianjin

2.4 Висновки

Згідно з виконаним аналізом навігаційної та гідрометеорологічної інформації та навігаційними розрахунками, робимо висновок, що перехід Port Hedland – Tianjin є оптимальним та безпечним в навігаційному відношенні.

РОЗДІЛ 3

ОБРОБКА І РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ

3.1 Транспортні характеристики вантажів

Важливим етапом підготовки до розрахунку вантажного плану є детальне вивчення транспортних характеристик і властивостей вантажів, правильний облік яких сприяє забезпеченню безпеки плавання суден, своєчасної і обережної їх доставки.

Перед навантаженням трюму повинні бути повністю підготовлені відповідним чином.

3.1.1 Навалювальні вантажі

Перевезення навалювальних вантажів регламентується рядом Міжнародних документів:

- International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS-74), Chapters VI, VII;
- International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL-73/78);
- International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG-Code);
- International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code);
- Code of Practice for the Safe Loading and Unloading of Bulk Carriers (BLU Code);
- Guidance to Ship's Crews and Terminal Personnel for Bulk Carrier Inspections;
- Thomas Stowage: The Properties and Stowage of Cargoes;

Залізна руда.

Перевезення навалювальних вантажів пов'язане з певним ступенем небезпеки. Для забезпечення безпечного перевезення судноводії зобов'язані знати фізико-хімічні та транспортні властивості навалювальних вантажів і їх вплив на судно і екіпаж у процесі морського перевезення. Фізичний склад будь-якого навалювального вантажу можна розглядати як склад фракцій твердих

частинок, води і повітря. Залежно від їх співвідношення можна визначити основні фізико-механічні властивості: щільність і питомий навантажувальний об'єм. Залежно від щільності вантажі діляться на важкі – менш $0,56 \text{ м}^3/\text{т}$, середні – від $0,56$ до $1,0 \text{ м}^3/\text{т}$ і легкі – більше $1,0 \text{ м}^3/\text{т}$.

До перевезення приймається залізна руда з питомим навантажувальним об'ємом – $0,4759 \text{ м}^3/\text{т}$.

Якщо навалювальний вантаж в процесі перевезення піддається хитавиці і вібрації, то відбувається його усадка. У зв'язку з цим щільність і питомий навантажувальний об'єм навалочного вантажу неоднакові в різних шарах вантажу. Для даного вантажу проводити розрахунок усадки не потрібно.

Наявність вологи в масі навалочного вантажу впливає на взаємозв'язок окремих частинок вантажу, а отже і на властивості самого вантажу. Вологість прийнятого вантажу при навантаженні 6%.

Сипучість навалювального вантажу визначає ступінь його рухливості і є однією з найважливіших транспортних характеристик. Вона визначається характером розподілу внутрішніх сил у сипучій масі вантажу. Ступінь рухливості навалювального вантажу прийнято характеризувати величиною кута природного укосу і силою внутрішнього тертя, яке в загальному випадку визначається величиною опору зрушенню. Всі навалювальні вантажі, крім того, можна розділити за принципом механізму зсуву на два види: вантажі, які піддаються "сухому" зрушенню; вантажі, які піддаються зсуву в зволоженому стані. Небезпека "сухого" зсуву прийнято характеризувати кутом природного укосу. Вважається, що якщо кут природного укосу більше 35° , то вантаж умовно безпечний в частині зсуву, а якщо менше – небезпечний. Кут природного укосу прийнятого вантажу залізної руди 40° .

Гранично допустима концентрація газів у вантажних приміщеннях: вуглекислий газ – ГДК = $9000 \text{ мг}/\text{м}^3$; окис вуглецю – ГДК = $20 \text{ мг}/\text{м}^3$; метан – ГДК = 0,75% об. Не рідше одного разу на сім днів необхідно проводити вентилявання вантажних приміщень тривалістю не менше двох годин. Вхід в закриті вантажні приміщення без попередньої їх вентиляції протягом двох

годин забороняється. Зачисні роботи дозволяється проводити при вмісті пилу залізної руди менше 4 мг/м³.

Контроль температури вантажу у вантажних приміщеннях не потрібен.

Під час навантаження грейферами їх розкриття повинно проводитися якомога ближче до поверхні вантажу або настилу трюму. Мінімально допустима висота шару вантажу на настилі 1,2 м (у бортів).

Навантаження припиняється при випаданні інтенсивних опадів. Вантажні люки закриваються. Вантаж з вологістю, яка перевищує допустиму, до навантаження на судно не приймається.

Основна небезпека – вантаж розріджується.

Основні транспортні характеристики навалювального вантажу, що перевозяться, зводимо до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Об'ємно-масові характеристики вантажу

Найменування вантажу	IMSBC Code			IMDG Code					Норми вантажних робіт, т/добу	
	Група	Питомий навантажувальний об'єм, м ³ /т	Кут природного укосу, °	Номер ООН	Клас	Знак маркування	Категорія розміщення і обробка	Аварійні дії	Порт навантаження	Порт вивантаження
Залізна руда	"С"	0,48	40	–	–	–	–	–	25000	20000

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

Транспортні якості вантажів, характеристики вантажних приміщень та умови майбутнього рейсу визначають підготовку судна до завантаження. Підготовка ведеться в залежності від особливостей кожного вантажу, що

пред'являється до перевезення з врахуванням відповідних Кодексів та Правил перевезення.

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

Всі вантажні пристрої судна повинні бути повністю підготовлені до прийому вантажу, обумовленого в договорі морського перевезення.

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

У попередній інформації Капітан повинен подати відомості про осадку судна, кількість вантажу і розподіл його по трюмах, найменування вантажоодержувачів, а також про всі потреби судна в паливі, воді, продуктах, необхідному ремонті та інших потребах судна, задоволення яких входить в обов'язки порту.

Приведення трюмів в відповідний для даного вантажу стан починається з очищення залишків раніше перевезеного вантажу, видалення сепараційних і прокладочних матеріалів, збирання сміття. Далі підготовка ведеться в залежності від особливостей вантажу, підготовленого до перевезення.

Трюмні льяла необхідно розкривати і очищати після кожного вивантаження, так як в них накопичується вода, що стікає з трюмів і містить домішки вантажів, які можуть розкладатися.

До огляду та перевірки вантажних приміщень палубна команда судна виробляє відповідні роботи в залежності від роду вантажу і його особливих властивостей.

Особливу увагу при підготовці до прийому будь-якого роду вантажу необхідно приділяти надійності водовідливної і протипожежної систем, які слід перевіряти в дії.

Нещільно закриті кришки горловин подвійного дна нерідко були причиною псування або повної втрати вантажів. Якщо при підготовці трюму виникла необхідність відкриття горловин паливних, баластних танків або танків з прісною водою, слід після закінчення робіт закрити і оглянути щільність прилягання кришок до горловин, переконатися в правильній установці прокладок і наявності гайок.

Після закінчення підготовки судна до вантажних робіт Капітан подає на ім'я начальника порту або на адресу вантажовідправника "Повідомлення капітана", яким він формально фіксує фактичну готовність судна до навантаження. У "Повідомленні капітана" повідомляють про дату, час готовності судна до прийому (здачі) вантажу через відповідні люки трюмів, вантажопідйомності суднових вантажних засобів, часу прийому палива і води і інших потребах судна.

До початку навантаження факт готовності вантажних приміщень оформляють актом.

Перевезення вантажу здійснюється на основі договору морського перевезення, який має основну форму – рейсового чартеру.

При перевезеннях по рейсовому чартеру для розміщення вантажу надається судно цілком або його певна частина. Цю форму договору застосовують при перевезеннях масових вантажів.

У чартері детально обговорюють зміст договору і взаємні зобов'язання сторін: найменування і техніко-експлуатаційні характеристики судна, рід вантажу, його транспортні особливості і кількість, порти навантаження і вивантаження, строки готовності судна до навантаження, фрахт, порядок розрахунку сталійного часу і т.п. Умови чартеру узгоджують фрахтувальник і перевізник, при цьому вони є обов'язковими лише для партнерів і тільки на період даної угоди. На практиці для оформлення договору використовують типові проформи чартерів. В даний час налічується понад 400 проформ чартерів, які охоплюють всі основні вантажопотоки масових вантажів.

Коносамент – один з головних інструментів в угодах, пов'язаних з використанням морських суден. З юридичного боку під час перевезення по чартеру коносамент виконує дві функції:

- розписку перевізника про приймання вантажу зазначеного роду, в зазначеній кількості і стані;
- товаророзпорядчий документ, що дозволяє його власнику розпоряджатися вантажем.

У сфері трампового судноплавства, де відносини сторін оформляються чартером, функція коносаменту, як договору морського перевезення, поглинається чартером і коносамент, що виконує "урізани" функції, стає чартерним коносаментом (Charter Bill of Lading). Проте, продовжує відігравати важливу роль, наділяючи вантажоодержувача правами сторони в договорі морського перевезення, коли він договірною стороною в чартері не є.

В іноземному праві вказується, що для видачі коносамента потрібно, перш за все, фактичне вручення вантажу перевізнику, передача йому фізичного володіння вантажем і контроль над ним.

Видача коносамента допускається тільки після прийому вантажу до перевезення. Він видається один раз для перевезення даної партії вантажу. Вторинна видача коносамента на один і той же вантаж припустима лише за умови повернення перевізнику раніше виданих відправнику примірників. Недотримання цього правила призводить до майнової відповідальності перевізника. Коносамент виписується на кожну окрему партію вантажу, прийнятого на судно. Застосовуються два види коносаментів залежно від часу їх видачі відправнику:

- для вантажу, прийнятого до перевезення (Received for shipment);
- для вантажу, прийнятого на борт (On Board або Shipped On Board).

Штурманська розписка – посвідчення судновласника в прийнятті товару до перевезення. Виписує цей документ помічник капітана на підтвердження отримання конкретної партії на борт судна. Розписка описує видимий стан товарів та дозволяє перевізнику видати коносамент. У ній відображаються результати перевірки, проведеної контролерами судновласника при прийомі товару для навантаження або під час навантаження. Це не товаророзпорядчий документ. На прохання відправника він може бути замінений коносаментом.

Делівері-ордер – товаророзпорядчий документ, що видається перевізником або вантажоодержувачем з підтвердженням Капітана судна.

Використовується в разі продажу вантажоодержувачем товару до того, як він прийняв поставку. Товар може бути куплений різними покупцями, на кожного з них виписується делівері-ордер на відповідну частину товару.

Таймшит – відомість обліку стоянкового часу судна (сталійного часу), передбаченого чартером на вантажні операції. Він складається в кожному порту навантаження і вивантаження судна, підписується Капітаном і представником фрахтувальника. Служить підставою для розрахунку по диспачу і демереджу. У таймшиті фіксуються всі виробничі операції і непродуктивні простой за час стоянки судна в порту. У ньому вказуються: найменування порту і судна, дата і час прибуття судна та вручення нотіса про готовність до навантаження (розвантаження), дата і час фактичного початку і закінчення вантажних робіт, тривалість і причини перерв в роботі, норма вантажних робіт по чартеру.

Морська накладна – документ, який підтверджує наявність договору перевезення вантажу морським шляхом і прийняття або навантаження вантажу перевізником і за яким перевізник зобов'язується доставити вантаж одержувачу, вказаному в документі. Накладна не є ні оборотним, ні товаророзпорядчим документом, вантаж видається зазначеному в ній вантажоодержувачу. До накладної додаються необхідні товаросупровідні документи.

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

Виконавчий вантажний план складається за результатами навантаження судна і містить загальний розподіл вантажу по вантажним приміщенням і на верхній палубі.

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

Міжнародна Конвенція про вантажну марку 1966 року встановлює мінімальну висоту надводного борту для морських транспортних суден в залежності від району та сезону плавання, яка вказується в Міжнародному свідоцтві про вантажну марку (*International Load Line Certificate*), що видається на судно.

Повна розрахункова водотоннажність судна Δ_p , що служить вихідною величиною при визначенні його чистої вантажопідйомності $\Delta_{\text{ч}}$ на рейс, залежить від вантажних марок у портах завантаження та вивантаження, вантажних марок і обмежень осадки на трасі переходу.

Для визначення Δ_p необхідно по карті зон і сезонних районів "*World Load Line and International Time Zones*" визначити діючі вантажні марки відповідно до часу рейсу.

Перехід *Port Hedland – Tianjin* починається в зоні дії літньої вантажної марки, проходить через зону дії тропічної вантажної марки та закінчується в зоні дії літньої вантажної марки без обмеження по осадці.

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

$$\Delta_p = \Delta_{\text{л}} = 194168 \text{ т.}$$

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

$$\Delta_w = \Delta_p - \Delta_o,$$

де: Δ_o – водотоннажність судна порожнього, т.

$$\Delta_w = 194168 - 23519,3 = 170648,7 \text{ т.}$$

Ходовий час визначається по формулі:

$$t_x = S / (V \cdot 24) + t_{3T},$$

де: V – швидкість судна;

S – довжина траси переходу, миль;

t_{3T} – час затримок судна, діб.

$$t_x = 3916,6 / (13 \cdot 24) + 0,1 = 12,7 \text{ діб.}$$

Нормативна тривалість стоянкового часу розраховується по формулі:

$$t_{CT} = \sum Q_i / M + t_{доп},$$

де: Q_i – маса вантажу одного найменування, т;

M – валова норма вантажних робіт, т/добу.

$$t_{CT} = 168000/20000 + 0,1 = 8,5 \text{ діб.}$$

Кількість вантажу, що може прийняти судно, залежить від величини запасів. Зазвичай немає необхідності враховувати стоянкові запаси, що витрачаються в порту завантаження, тому що до моменту закінчення завантаження стоянкові запаси, передбачені на час завантаження будуть витрачені. Тому загальна кількість рейсових запасів $P_{зан}$ розраховується як сума ходових запасів $P_{зан}^x$ та необхідних для порту вивантаження стоянкових запасів $P_{зан}^{cm}$:

$$P_{зан} = P_{зан}^x + P_{зан}^{cm};$$

Кількість ходових запасів складає суму:

$$P_{зан}^x = P_{\Pi}^x + P_B^x + P_M^x;$$

де: P_{Π}^x, P_B^x, P_M^x – відповідно кількість палива, води та мастила, необхідна на перехід від порту завантаження до порту вивантаження з урахуванням штормового запасу.

$$P_{\Pi}^x = q_{\Pi}^x \cdot t_X \cdot k_{um}, \quad P_B^x = q_B^x \cdot t_X \cdot k_{um}, \quad P_M^x = q_M^x \cdot t_X \cdot k_{um})$$

де: q_{Π}^x, q_B^x, q_M^x – добова норма витрачання палива, води та мастила на ходу судна відповідно, т/добу;

k_{um} – коефіцієнт штормового запасу (10%).

$$P_{\Pi}^x = 46,8 \cdot 12,7 \cdot 1,1 = 653,8 \text{ т. } P_B^x = 4,1 \cdot 12,7 \cdot 1,1 = 57,3 \text{ т. } P_M^x = 0,2 \cdot 12,7 \cdot 1,1 = 2,8 \text{ т.}$$

$$P_{зан}^x = 653,8 + 57,3 + 2,8 = 713,9 \text{ т.}$$

Аналогічно знаходять кількість стоянкових запасів:

$$P_{зан}^{cm} = P_{\Pi}^{cm} + P_B^{cm} + P_M^{cm}.$$

$$P_{\Pi}^{cm} = q_{\Pi}^{cm} \cdot t_{CT}; \quad P_B^{cm} = q_B^{cm} \cdot t_{CT}; \quad P_M^{cm} = q_M^{cm} \cdot t_{CT};$$

де: $q_{\Pi}^{cm}, q_B^{cm}, q_M^{cm}$ – добова норма витрати палива, води та масла на стоянці судна відповідно, т/добу.

$$P_{\Pi}^{cm} = 3,0 \cdot 8,5 = 25,5 \text{ т. } P_B^{cm} = 5 \cdot 8,5 = 42,5 \text{ т. } P_M^{cm} = 0,03 \cdot 8,5 = 0,3 \text{ т.}$$

$$P_{зан}^{cm} = 25,5 + 42,5 + 0,3 = 68,3 \text{ т.}$$

$$P_{зан} = 713,9 + 68,3 = 782,2 \text{ т.}$$

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

Запаси палива, мастила та води прийнято більше, чим необхідно на рейс.

На відхід на судні було: важкого палива (HFO-1638 т); дизельного палива (MDO-260 т); води (FW-276 т); мастила (LO-65,8 т); інші запаси (MISC-67,4 т).

$$P_{зан} = 2307,2 \text{ т.}$$

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

$$\Delta_q = \Delta_W - (P_{зан} + const),$$

де: *const* – екіпаж, постачання, тощо.

$$\Delta_q = 170648,7 - (2307,2 + 322,3) = 168019,2 \text{ т.}$$

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

Згідно рейсовому завданням ("Voyage Order") судно повинне завантажити 168000 т вантажу.

У нашому випадку кріплення і сепарація вантажу не виконується, тому що вантаж, який перевозиться – залізна руда, вантажиться навалом і є однорідним і єдиним вантажем, прийнятим до перевезення.

Таблиця 3.2 – Відомості про маси й об'єми партій вантажу

Найменування вантажу	Маса вантажу, Q_i	Питомий вантажний об'єм вантажу, U_i	Об'єм, який займає вантаж, V_i
Залізна руда	168000 т	0,48 м ³ /т	80640 м ³

3.4 Складання вантажного плану

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

При складанні вантажного плану для навалювальних вантажів на практиці використовується принцип розподілу вагового навантаження по

довжині судна пропорційно об'єму вантажних приміщень за допомогою коефіцієнту співвідношення вантажомісткості кожного вантажного приміщення (k_{ci}), що визначається за формулою:

$$k_{ci} = W_i / W_c,$$

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

W_c – вантажомісткість судна, м³;

i – номер вантажного приміщення.

Значення розподіленої маси для i -го вантажного приміщення (Q_i) визначається як добуток коефіцієнта порівняння вантажомісткості i -го вантажного приміщення на розраховану загальну масу вантажів ($Q_{повн}$):

$$Q_i = k_{ci} \cdot Q_{повн}.$$

Таблиця 3.3 – Розподіл вагового навантаження по вантажних приміщеннях

Найменування вантажного приміщення	Вантажомісткість вантажного приміщення W_i , м ³	Коефіцієнт порівняння, K_i	Припустиме максимальне вагове навантаження вантажного приміщення Q_i
Hold №1	17193,3 м ³	0,0927	15573,6 т
Hold №2	21360,7 м ³	0,1151	19336,8 т
Hold №3	21497,0 м ³	0,1159	19471,2 т
Hold №4	21497,0 м ³	0,1159	19471,2 т
Hold №5	21363,7 м ³	0,1152	19353,6 т
Hold №6	21389,4 м ³	0,1153	19370,4 т
Hold №7	21522,7 м ³	0,1160	19488 т
Hold №8	21191,8 м ³	0,1142	19185,6 т
Hold №9	18498,1 м ³	0,0997	16749,6 т
ВСЬОГО	185513,7 м ³	1,0	168000 т

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

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

Відстань між портами – $S = 3916,6$ милі.

Час виконання рейсу – квітень 2025 року.

Порт відходу – *Port Hedland (Australia)*.

Густина води – $\rho = 1,025$ т/м³.

Вантажна марка – Summer.

Port Hedland розташований на NW узбережжі Західної Австралії, доступний для великих суден і призначений в основному для вивезення залізної руди.

Свята – Good Friday and Christmas Day.

Графік роботи – денні зміни 07:30-11:30 та 13:30-17:30. Нічні зміни 19:30-23:30 та 01:30-05:30.

Порт відходу – *Tianjin (China)*.

Густина води – $\rho = 1,023$ т/м³.

Вантажна марка – Summer.

Tianjin розташований на W узбережжі Bohai Gulf, приблизно в 170 км від Пекіна. Порт доступний для великих суден і призначений переважно для ввезення руди, зерна та добрив.

Свята – New Year's Day; Labour Day; National Day; Lunar New Year.

Графік роботи – Цілодобово.

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

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

Таблиця 4.1 – Розподіл запасів на відхід

Найменування цистерн	Міст- кість, т	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо – HFO – $\rho = 0,990 \text{ т/м}^3$						
No.1 H.F.O.TK (P/S)	1871,2	500,0	-64,590	22,346	-32295	11173
No.2 H.F.O.TK (P/S)	1893,3	500,0	-89,471	22,665	-44736	11333
No.3 H.F.O.TK	516,1	500,0	-109,600	21,847	-54800	10924
H.F.O. SERV. TK.	59,3	58,0	-110,300	21,490	-6397	1246
NO.1 H.F.O. SETT. TK.	41,8	40,0	-106,712	21,287	-4268	851
NO.2 H.F.O. SETT. TK.	42,2	40,0	-106,712	21,287	-4268	851
ВСЬОГО моторного палива		1638,0	-89,60	22,21	-146764	36378
Дизельне паливо – DO – $\rho = 0,850 \text{ т/м}^3$						
M.D.O. TK.(P)	255,4	200,0	-106,174	21,804	-21235	4361
M.D.O. SERV. TK. (P)	31,0	30,0	-110,700	21,895	-3321	657
M.D.O. SETT. TK. (P)	31,0	30,0	-109,100	21,895	-3273	657
ВСЬОГО дизельного палива		260,0	-107,03	21,83	-27829	5675
Масило – LO – $\rho = 0,900 \text{ т/м}^3$						
M/E L.O.SUMP TK.	35,3	10,0	-115,309	1,519	-1153	15

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6	7
M/E L.O. STORE. ТК.	32,8	8,0	-121,797	21,226	-974	170
M/E L.O. SETT.ТК.	29,4	12,0	-119,100	21,24	-1429	255
A/E L.O. STORE. ТК.	11,8	5,0	-124,291	21,474	-621	107
A/E L.O. SETT. ТК.	11,7	6,4	-124,291	21,474	-795	137
NO.1 CYL. STORE ТК.(P)	36,1	12,2	-113,890	20,994	-1389	256
NO.2 CYL. STORE ТК.(P)	38,6	12,2	-112,292	20,989	-1370	256
ВСЬОГО мастила		65,8	-117,49	18,18	-7731	1196
Вода – $FW - \rho = 1,000 \text{ т/м}^3$						
F.W.ТК. (P)	267,4	100,0	-131,294	21,993	-13129	2199
F.W.ТК. (S)	191	100,0	-132,176	22,005	-13218	2201
DISTILLED WATER ТК.	76,4	76,0	-129,089	21,965	-9811	1669
ВСЬОГО води		276,0	-131,01	21,99	-36158	6069
Інші танки						
F.O.DRAIN ТК.	3,3	1,2	-113,500	2,342	-136	3
F.O.Sludge ТК.	36,5	13,9	-114,300	17,700	-1589	246
L.O.Sludge ТК.	16,2	8,5	-119,500	17,700	-1016	150
G/E L.O.OVERFLOW ТК.	2,9	1,5	-126,700	11,400	-190	17
L.O. SERV. ТК.	3,3	1,6	-113,500	2,342	-182	4
S/T LO SERV. ТК.	3,6	1,8	-122,300	2,342	-220	4
Bilge Holding ТК.	60,7	30,5	-124,921	1,610	-3810	49
Oily Bilge Tank (P)	16,8	8,4	-122,266	1,643	-1027	14
ВСЬОГО		67,4	-121,22	7,23	-8170	487
ВСЬОГО ЗАПАСІВ		2307,2	-98,24	21,59	-226652	49805

Таблиця 4.2 – Розподіл запасів на прихід

Найменування цистерн	Міст- кість, т	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо – DO – $\rho = 0,990 \text{ т/м}^3$						
No.1 H.F.O.TK (P/S)	1871,2	200,0	-64,590	22,346	-12918	4469
No.2 H.F.O.TK (P/S)	1893,3	209,3	-89,471	22,665	-18726	4744
No.3 H.F.O.TK	516,1	500,0	-109,600	21,847	-54800	10924
H.F.O. SERV. TK.	59,3	58,0	-110,300	21,490	-6397	1246
NO.1 H.F.O. SETT. TK.	41,8	40,0	-106,712	21,287	-4268	851
NO.2 H.F.O. SETT. TK.	42,2	40,0	-106,712	21,287	-4268	851
ВСЬОГО моторного палива		1047,3	-96,80	22,04	-101377	23085
Дизельне паливо – DO – $\rho = 0,850 \text{ т/м}^3$						
M.D.O. TK.(P)	255,4	200,0	-106,174	21,804	-21235	4361
M.D.O. SERV. TK. (P)	31,0	29,0	-110,700	21,895	-3210	635
M.D.O. SETT. TK. (P)	31,0	29,0	-109,100	21,895	-3164	635
ВСЬОГО дизельного палива		258,0	-107,01	21,83	-27609	5631
Мастило – LO – $\rho = 0,900 \text{ т/м}^3$						
M/E L.O.SUMP TK.	35,3	10,0	-115,309	1,519	-1153	15
M/E L.O. STORE. TK.	32,8	8,0	-121,797	21,226	-974	170
M/E L.O. SETT.TK.	29,4	11,0	-119,100	21,24	-1310	234
A/E L.O. STORE. TK.	11,8	5,0	-124,291	21,474	-621	107
A/E L.O. SETT. TK.	11,7	6,4	-124,291	21,474	-795	137
NO.1 CYL. STORE TK.(P)	36,1	11,2	-113,890	20,994	-1276	235
NO.2 CYL. STORE TK.(P)	38,6	11,1	-112,292	20,989	-1246	233
ВСЬОГО мастила		62,7	-117,62	18,04	-7375	1131
Вода – FW – $\rho = 1,000 \text{ т/м}^3$						
F.W.TK. (P)	267,4	74,0	-131,294	21,993	-9716	1627
F.W.TK. (S)	191	74,0	-132,176	22,005	-9781	1628

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7
DISTILLED WATER TK.	76,4	76,0	-129,089	21,965	-9811	1669
ВСЬОГО води		224,0	-130,84	21,98	-29308	4924
Інші танки						
F.O.DRAIN TK.	3,3	1,2	-113,500	2,342	-136	3
F.O.Sludge TK.	36,5	13,9	-114,300	17,700	-1589	246
L.O.Sludge TK.	16,2	8,5	-119,500	17,700	-1016	150
G/E L.O.OVERFLOW TK.	2,9	1,5	-126,700	11,400	-190	17
L.O. SERV. TK.	3,3	1,6	-113,500	2,342	-182	4
S/T LO SERV. TK.	3,6	1,8	-122,300	2,342	-220	4
Bilge Holding TK.	60,7	30,5	-124,921	1,610	-3810	49
Oily Bilge Tank (P)	16,8	8,4	-122,266	1,643	-1027	14
ВСЬОГО		67,4	-121,22	7,23	-8170	487
ВСЬОГО ЗАПАСІВ		1659,4	-104,76	21,25	-173839	35258

Таблиця 4.3 – Розподіл вантажу

Найменування приміщення	m, т	V, м ³	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
HOLD №1	15047	7222,6	114,77	7,79	1726944	117216
HOLD №2	19072	9154,6	90,388	7,54	1723880	143803
HOLD №3	19244	9237,1	64,956	7,53	1250013	144907
HOLD №4	19244	9237,1	39,476	7,53	759676	144907
HOLD №5	19757	9483,4	13,637	7,58	269426	149758
HOLD №6	19757	9483,4	-12,753	7,58	-251961	149758
HOLD №7	19244	9237,1	-38,784	7,53	-746359	144907
HOLD №8	19125	9180	-64,207	7,57	-1227959	144776
HOLD №9	17510	8404,8	-89,443	8,76	-1566147	153388
ВСЬОГО ВАНТАЖУ	168000	80640,1	11,53	7,70	1937513	1293420

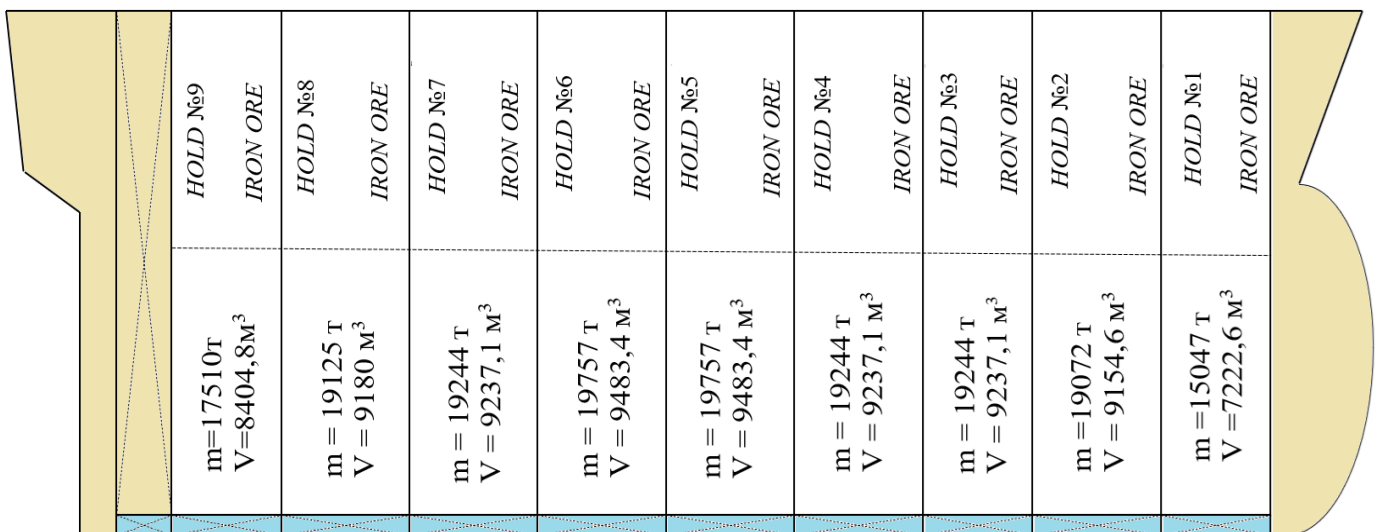
На основі виконаних розподілів вантажу і запасів складемо таблицю зведених даних і розрахунку водотоннажності з указівкою координат центру ваги судна.

Таблиця 4.4 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на відхід

Найменування статей навантаження	m, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		x	z	M _x	M _z
Судно порожнє	23519,3	-8,982	13,714	-211250	322544
Константа	322,3	-1,95	9,82	-628	3165
Суднові запаси	2307,2	-98,24	21,59	-226652	49805
Вантаж	168000	11,53	7,70	1937513	1293420
ВСЬОГО водотоннажність	194149	7,72	8,60	1498983	1668934

Таблиця 4.5 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на прихід

Найменування статей навантаження	m, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		x	z	M _x	M _z
Судно порожнє	23519,3	-8,982	13,714	-211250	322544
Константа	322,3	-1,95	9,82	-628	3165
Суднові запаси	1659,4	-104,76	21,25	-173839	35258
Вантаж	168000	11,53	7,70	1937513	1293420
ВСЬОГО водотоннажність	193501	8,02	8,55	1551796	1654387



HOLD №9 IRON ORE	HOLD №8 IRON ORE	HOLD №7 IRON ORE	HOLD №6 IRON ORE	HOLD №5 IRON ORE	HOLD №4 IRON ORE	HOLD №3 IRON ORE	HOLD №2 IRON ORE	HOLD №1 IRON ORE
m=17510 т V=8404,8 м³	m = 19125 т V = 9180 м³	m = 19244 т V = 9237,1 м³	m = 19757 т V = 9483,4 м³	m = 19757 т V = 9483,4 м³	m = 19244 т V = 9237,1 м³	m = 19244 т V = 9237,1 м³	m = 19072 т V = 9154,6 м³	m = 15047 т V = 7222,6 м³

T_к = 17,85 мT_н = 17,60 м

Рисунок 4.1 – Вантажний план судна

4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності

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

Таблиця 4.6 – Розрахунки посадки судна на відхід і на прихід

Найменування величин	Позначення та формули	Значення величин	
		ВІДХІД	ПРИХІД
Водотоннажність масова, т	D	194148,8	193501
Абсциса центра ваги судна, м	x_g	7,72	8,02
Водотоннажність об'ємна, м ³	$V = D / \rho$	189413	188781
Густина заборотної води, т/м ³	ρ	1,025	1,025
Осадка судна, м	T	17,72	17,66
Момент диферентуючий на 1 см, тм/см	M_{cm}	2496,3	2497,9
Абсциса центра величини судна, м	x_c	8,047	8,079
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	x_f	0,18	-0,546
Апліката поперечного метacentра, м	z_m	18,83	18,83
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,850	0,850
Диферент судна, м	$d = D(x_g - x_c) / (100M_{cm})$	-0,25	-0,05
Осадка судна носом, м	$T_n = T + (L/2 - x_f) d/L$	17,60	17,63
Осадка судна кормою, м	$T_k = T_n + d$	17,85	17,68

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

Таблиця 4.7 – Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h , тм
No.1 H.F.O.TK (P/S)	2974
No.2 H.F.O.TK (P/S)	5375
No.3 H.F.O.TK	383
M.D.O. TK.(P)	186
M/E L.O.SUMP TK.	21
NO.1 CYL. STORE TK.(P)	23
NO.2 CYL. STORE TK.(P)	28
F.W.TK. (P)	177
F.W.TK. (S)	112
DISTILLED WATER TK.	61
BILGE HOLDING TK.	68
$\Sigma \Delta m_h$	9408

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення та формули	Значення величин	
		ВІДХІД	ПРИХІД
Водотоннажність масова, т	D	194148,8	193501,0
Невиправлена апліката центра ваги судна, м	z_{g0}	8,60	8,55
Апліката поперечного метacentра, м	z_m	18,830	18,830
Невиправлена метacentрична висота, м	$h_0 = z_m - z_{g0}$	10,23	10,28
Виправлення на вільні поверхні, м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / D$	0,05	0,05
Виправлена апліката центра ваги судна, м	$z_g = z_{g0} + \Delta h$	8,65	8,60
Виправлена метacentрична висота, м	$h = h_0 - \Delta h$	10,18	10,23

4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації

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

Таблиця 4.9 – Перевірка остійності по критичній аплікаті центра ваги судна

Найменування величин	Позначення та формули	Значення величин	
		ВІДХІД	ПРИХІД
Водотоннажність масова, т	D	194148,8	193501
Виправлена апліката Ц.В. судна, м	z_g	8,60	8,55
Максимальна гранична апліката Ц.В., м	$z_g^{\max}$	16,556	16,555
Оскільки $Z_g < Z_g^{\max}$, то остійність задовольняє всім вимогам.			

4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності

Плечі статичної остійності розраховані з використанням таблиці плечей остійності форми. Плечі остійності форми l_ϕ вибираються по осадці для тих кутів крену, які приведені в таблиці. Ці плечі відлічуються від точки К, що відповідає кільовій лінії, то плечі остійності ваги необхідно розраховувати за формулою:

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

а виправлені плечі статичної остійності будуть рівні:

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

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

$$a_{0-40} = 1/3 \Delta\Theta \cdot \sum_{40}; \quad a_{0-30} = 3/8 \Delta\Theta \cdot \sum_{30}; \quad a_{30-40} = a_{0-40} - a_{0-30}.$$

Таблиця 4.10 – Розрахунок плечей статичної остійності на відхід

Водотоннажність D, т							193501,0	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							8,55	
Апліката умовного центра мас z_m , м (полюс – точка "O")							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м							8,60	
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плеche форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \cdot \sin \theta^\circ$	Плеche статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \theta^\circ$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	3,265	0,174	1,505	1,760	4	7,040	3	5,280
20	6,500	0,342	2,958	3,542	2	7,084	3	10,626
30	9,171	0,500	4,325	4,846	4	19,384	1	4,846
40	11,392	0,643	5,562	5,830	1	5,830	$\sum_{30}$	20,752
50	13,007	0,766	6,626	6,381	$\sum_{40}$	39,338		
60	14,028	0,866	7,491	6,537	$a_{0-40} = 2,288$		$a_{0-30} = 1,358$	
70	14,444	0,940	8,131	6,313				
80	14,332	0,985	8,520	5,812	$a_{30-40} = 2,288 - 1,358 = 0,930$			

Таблиця 4.11 – Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність D, т							193501,0	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							8,55	
Апліката умовного центра мас z_m , м (полюс – точка "O")							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м							8,60	
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плеche форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \cdot \sin \theta^\circ$	Плеche статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \theta^\circ$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	3,264	0,174	1,496	1,768	4	7,072	3	5,304
20	6,505	0,342	2,941	3,564	2	7,128	3	10,692
30	9,186	0,500	4,300	4,886	4	19,544	1	4,886
40	11,411	0,643	5,530	5,881	1	5,881	$\sum_{30}$	20,882
50	13,025	0,766	6,588	6,437	$\sum_{40}$	39,625		
60	14,042	0,866	7,448	6,594	$a_{0-40} = 2,305$		$a_{0-30} = 1,366$	
70	14,454	0,940	8,084	6,370				
80	14,337	0,985	8,471	5,866	$a_{30-40} = 2,305 - 1,366 = 0,939$			

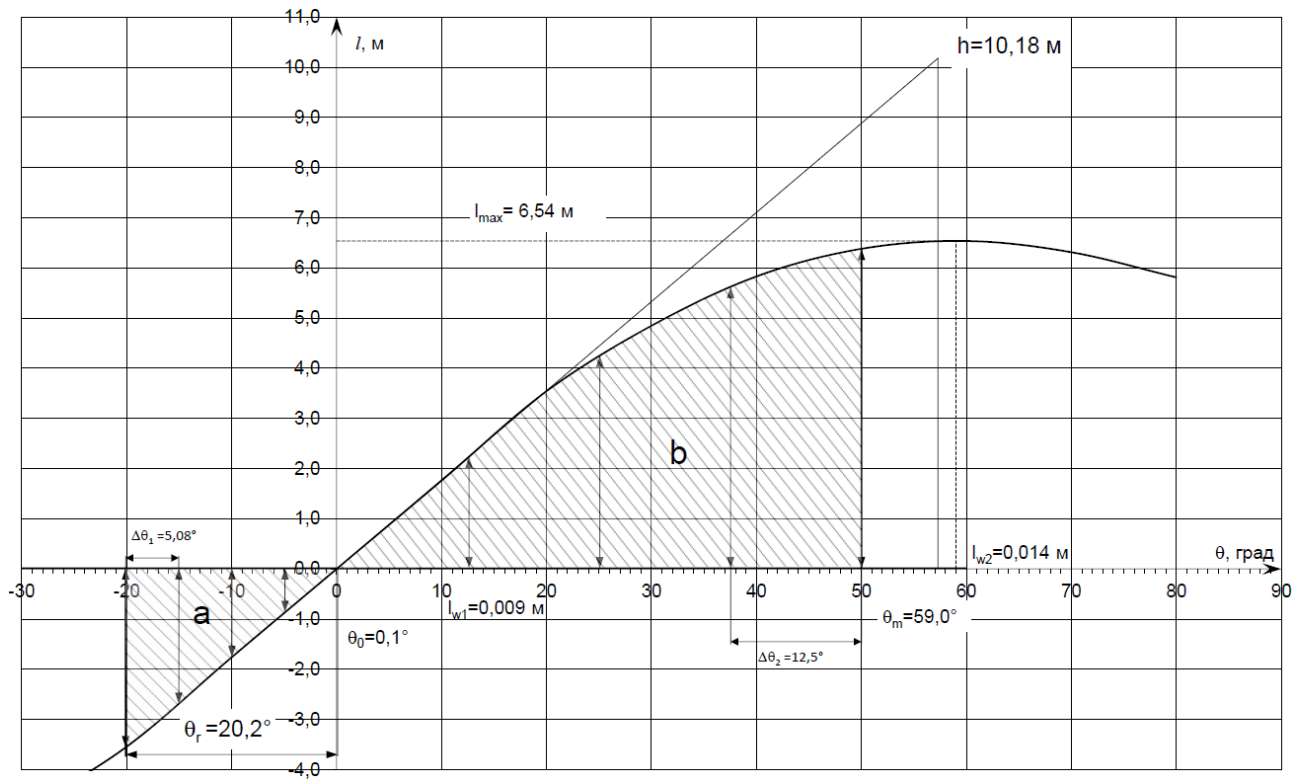


Рисунок 4.2 – Діаграма статичної остійності на відхід і визначення критерію погоди

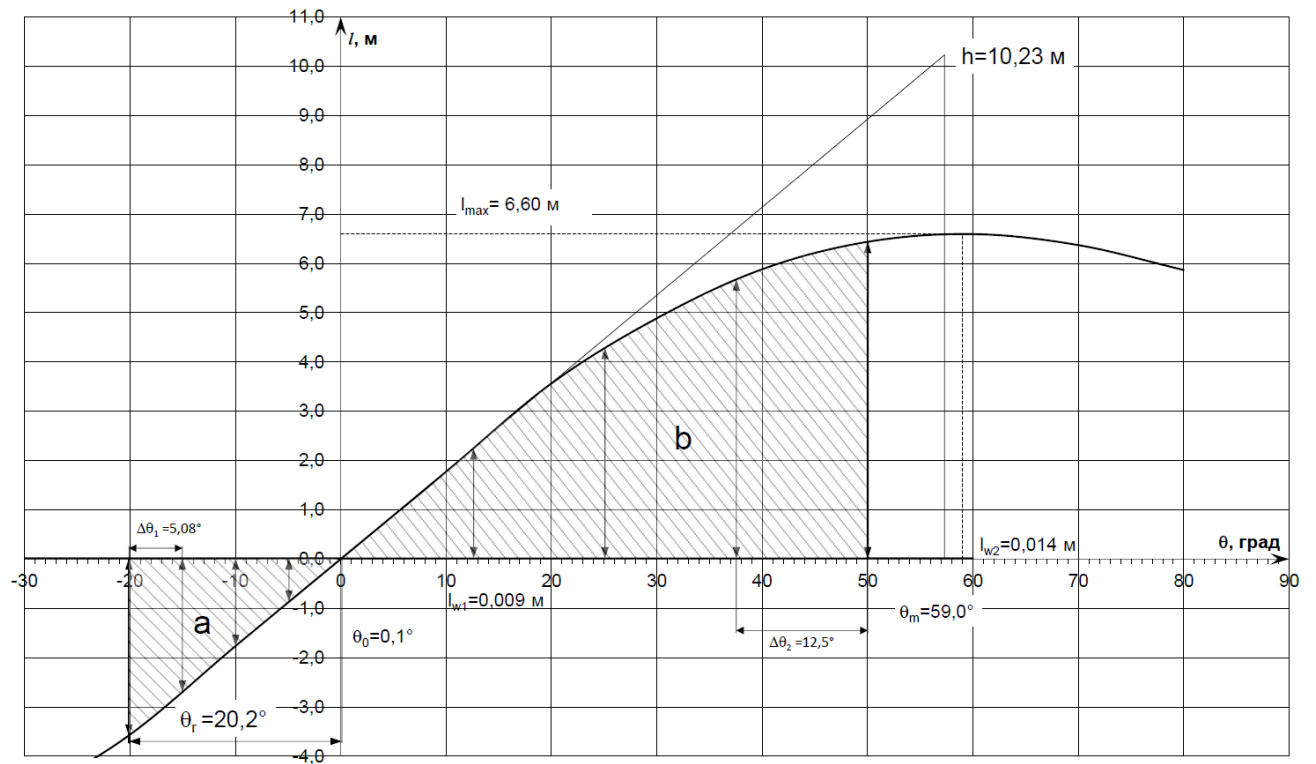


Рисунок 4.3 – Діаграма статичної остійності на прихід і визначення критерію погоди

4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності

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

Таблиця 4.12 – Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення та формули	Значення величин	
		ВІДХІД	ПРИХІД
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	194148,8	193501,0
Осадка судна, м	T	17,72	17,66
Виправлена метацентрична висота, м	h	10,18	10,23
Площа парусності, м ²	A _v	2531	2548
Апліката центра парусності (ЦП), м	z	4,82	4,85
Плече парусності при постійному вітрі, м	$z_v = z + T/2$	13,68	13,68
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	$l_{w1} = 0,504 A_v z_v / (g D)$	0,009	0,009
Кренувальне плече від пориву вітру, м	$l_{w2} = 1,5 l_{w1}$	0,014	0,014
Відносна площа скулових кілей, %	$100 A_k / (L B)$	0,482	
Коефіцієнт	k	0,990	
Відносна ширина	B/T	2,54	2,55
Безрозмірний множник	X ₁	0,972	0,970
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,850	0,850
Безрозмірний множник	X ₂	1,000	1,000
Інерційний коефіцієнт	$c = 0,373 + 0,023 B/T - 0,043 L/100$	0,310	0,310
Період хитавиці, с	$T_0 = 2 \pi B / \sqrt{h}$	8,7	8,7
Коефіцієнт	S	0,0881	0,0881
Коефіцієнт	$r = 0,73 + 0,6 (z_g - T)/T$	0,423	0,422

Продовження таблиці 4.12

1	2	3	4
Амплітуда хитавиці, °	$\theta_r = 09 \text{ k } X_1 X_2 \sqrt{rS}$	20,2	20,2
Кут заливання, °	θ_f	>50	>50
Кут входу палуби у воду, °	$\theta_d = \arctg(2(H - T)/B)$	17,4	17,5
Кут крену від постійного вітру, °	θ_0	0,1	0,1
Кут крену при хитавиці назустріч вітру, °	$\theta_1 = \theta_r - \theta_0$	20,1	20,1
Границя площ."b" діаграми праворуч, °	θ_b	50,0	50,0
Площа "a" діаграми, м-рад	a	0,632	0,636
Площа "b" діаграми, м-рад	b	3,350	3,376
Критерій погоди	$K = b / a$	5,30	5,31

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

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

Таблиця 4.13 – Визначення площ "a" та "b" на відхід за правилом Сімпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (20,1 + 1,5 \cdot 0,1)/4 = 5,08^\circ$			$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 5,08^\circ/57,3 = 0,0886 \text{ рад}$		
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 0,1)/4 = 12,48^\circ$			$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 12,48^\circ/57,3 = 0,2177 \text{ рад}$		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 3,57$	1	3,57	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 2,70$	4	10,80	$b_2 = 2,22$	4	8,880
$a_3 = 1,77$	2	3,54	$b_3 = 4,24$	2	8,480
$a_4 = 0,87$	4	3,48	$b_4 = 5,61$	4	22,440
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 6,367$	1	6,367
$\Sigma_a = 21,39$			$\Sigma_b = 46,167$		
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 21,39 \times 0,0886 = 0,632$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 46,167 \times 0,2177 = 3,350$		

Таблиця 4.14 – Визначення площ "a" та "b" на прихід за правилом Сімпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (20,1 + 1,5 \cdot 0,1)/4 = 5,08^\circ$			$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 5,08^\circ/57,3 = 0,0886 \text{ рад}$		
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 0,1)/4 = 12,48^\circ$			$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 12,48^\circ/57,3 = 0,2177 \text{ рад}$		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 3,60$	1	3,60	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 2,71$	4	10,84	$b_2 = 2,23$	4	8,92
$a_3 = 1,78$	2	3,56	$b_3 = 4,27$	2	8,54
$a_4 = 0,88$	4	3,52	$b_4 = 5,66$	4	22,64
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 6,423$	1	6,423
$\Sigma_a = 21,52$			$\Sigma_b = 46,523$		
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 21,52 \times 0,0866 = 0,636$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 46,523 \times 0,2177 = 3,376$		

4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

Виконаємо перевірку остійності за вимогами ІМО, зіставляючи розраховані значення з нормативним

Таблиця 4.15 – Перевірка виконання загальних вимог Кодексу ІМО

Найменування величин	Позна- чення	Значення величин			Викон. (YES/NO)
		норма- тивне	ВІДХІД	ПРИХІД	
Загальні критерії					
Площа під ДСО до кута крену 30°, м·рад	A ₃₀	≥ 0,055	1,358	1,366	YES
Площа під ДСО до кута крену 40°, м·рад	A ₄₀	≥ 0,09	2,288	2,305	YES
Площа під ДСО між 30° і 40°, м рад	A ₃₀₋₄₀	≥ 0,03	0,930	0,939	YES
Плече ДСО при куті крену 30° або >, м	l ₃₀	≥ 0,20	4,846	4,886	YES
Кут крену, що відповідає max. ДСО,°	θ _m	≥ 25	59,0	59,0	YES
Виправлена метацентрична висота, м	h	> 0,15	10,18	10,23	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	5,30	5,31	YES
Кут крену від постійного вітру, °	θ ₀	≤ 13,9	0,1	0,1	YES

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

На рис. 4.4. наведена епюра перерізуючих сил та згинальних моментів на відхід.

За результатами розрахунків, які представлені в таблиці 4.16 та на рис. 4.4, можна зробити висновок, що протягом усього рейсу загальна поздовжня міцність забезпечена.

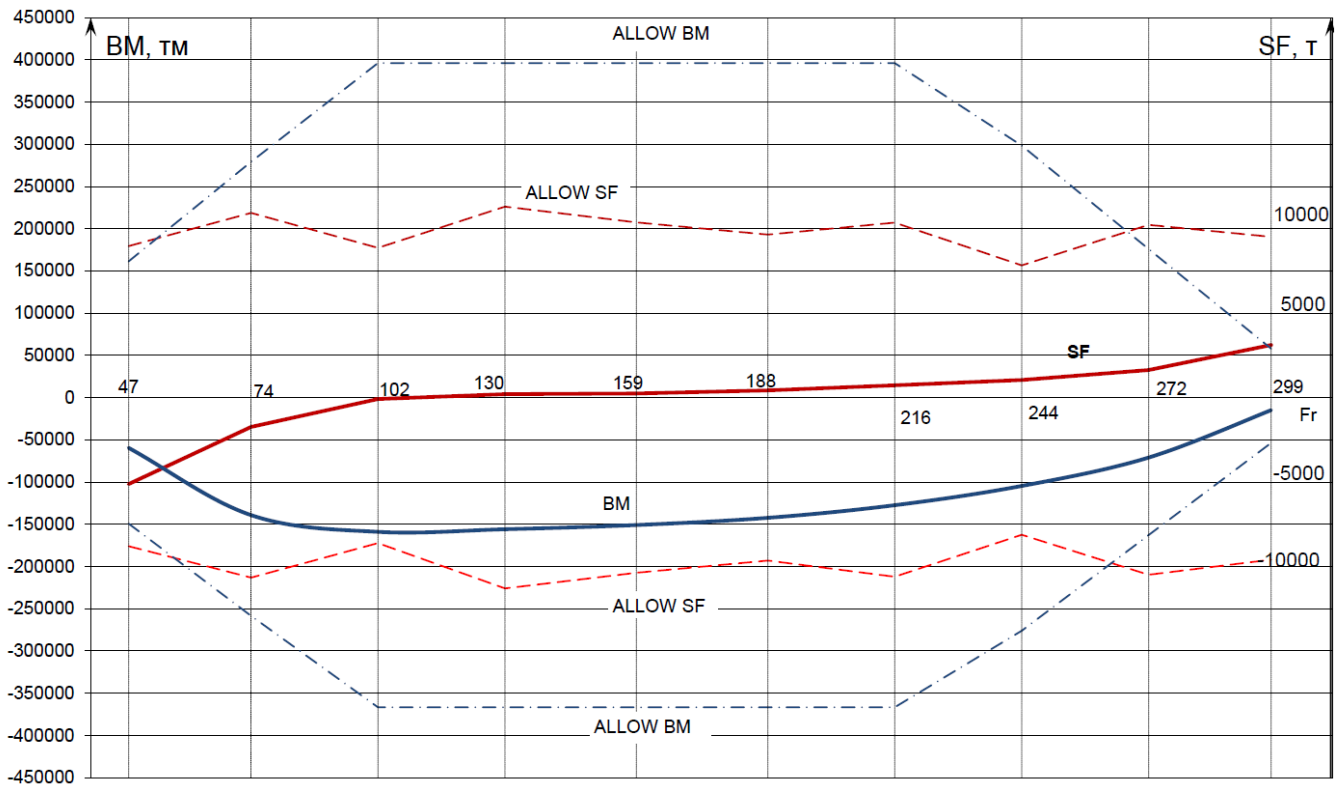


Рисунок 4.4 – Епюра перерізуючих сил і згинальних моментів на відхід

РОЗДІЛ 5

ВПЛИВ АВТОНОМНИХ СУДЕН НА БЕЗПЕКУ СУДНОПЛАВСТВА

5.1 Актуальність теми

Автономізація морських перевезень є одним з провідних трендів розвитку флоту. Сучасні навігаційні комплекси інтегрують GNSS/INS, радар/АРПА, камери, лідари, AIS і алгоритми об'єднання даних (Sensor Fusion), що дає змогу автоматизувати сприйняття середовища й планування маневрів. На цьому тлі постає ключове питання: чи знижують автономні системи сумарний ризик аварійності і за яких умов?

Узагальнені звіти (IMO "Hot Topics", "Allianz Safety & Shipping Review, EMSA") констатують, що 70-90% інцидентів так чи інакше пов'язані з людським фактором. Це створює сильну мотивацію для впровадження рішень, здатних мінімізувати втому, когнітивне перевантаження та комунікаційні збої екіпажів. Водночас автономія породжує нові технічні й правові ризики, що потребують зваженого підходу.

Попри швидкий прогрес "State of the Art", залишається низка "білих плям". По-перше, бракує уніфікованої кількісної методики, яка б напряду пов'язувала рівень автономності з очікуваним зниженням частоти/тяжкості різних типів інцидентів. По-друге, складними для формалізації є "нечіткі" положення COLREGs ("завчасність маневру", "достатній інтервал безпеки") їхня алгоритмізація потребує поєднання жорстких правил, оптимізаційних методів і, де доцільно, "Fuzzy Logic" та "Bayesian-оцінювання". По-третє, регуляторна рамка (IMO MASS Code) ще формується, а її імплементація в національні правопорядки потребуватиме часу.

Практика підтверджує технічну здійсненність MASS у контрольованих сценаріях (Норвегія, Японія, Сінгапур), проте масштабування на океанські перевезення залишається складним.

5.2 Мета, завдання, дослідницькі запитання, об'єкт, предмет і гіпотеза дослідження

Мета – комплексно оцінити вплив автономних суден на безпеку судноплавства у реальних операційних сценаріях з урахуванням вимог COLREGs, технічних/кібернетичних обмежень та регуляторних рамок.

Основне завдання:

1. Систематизувати рівні автономності MASS і типові сценарії взаємодії.
2. Порівняти ефективність людини та алгоритмів у виконанні COLREGs у типових ситуаціях (CPA/TCPA-критерії, зони безпеки).
3. Ідентифікувати технічні та кібернетичні ризики (GNSS-Spoofing/Jamming, AIS/зв'язок, сенсори, алгоритмічні помилки) та засоби їхнього пом'якшення.
4. Проаналізувати кейси впровадження (Yara Birkeland, ASKO, Японія, Сінгапур);
5. Оцінити економіко-страхові та правові аспекти (відповідальність, сертифікація, роль PSC).
5. Запропонувати *гібридну модель "людина + ШІ"* з тригерами ескалації керування.

Об'єкт – процес забезпечення безпеки судноплавства в умовах автономізації.

Предмет — технічні, організаційні та правові механізми, за допомогою яких автономні системи впливають на частоту/тяжкість інцидентів.

Гіпотеза – якщо автономні модулі сприйняття та ухвалення рішень реалізовані з дотриманням принципів багатоканальної навігації (Multi-GNSS/INS/Радіонавігація), Integrity Monitoring і обов'язкової ескалації до оператора, то на контрольованих маршрутах очікується суттєве зменшення ризику інцидентів.

Методологія та джерельна база – використано:

- систематичний огляд літератури (JMSE, Ocean Engineering, Applied Ocean Research, 2023-2025;
- аналіз звітів IMO, Allianz, EMSA;

- кейс-стаді (Yara Birkeland, ASKO, Японія, Сінгапур);
- сценарний аналіз COLREGs (CPA/TCPA, зони безпеки);
- оцінка ризиків і кіберзахист.

Новизна:

- запропоновано рамку оцінки впливу автономних систем на безпеку з прив'язкою до метрик COLREGs;
- визначено параметри *Human-in-the-Loop* (тригери ескалації, НМІ-вимоги).

Практична цінність:

- рекомендації для судновласників / портових адміністрацій щодо конфігурацій сенсорів, кіберзахисту, дистанційного управління та навчання операторів.

5.3 Людський фактор

Значення людського фактору. Людський фактор традиційно є провідною причиною аварійності у судноплавстві. За даними EMSA та Allianz (2023-2024), від 70% до 90% морських інцидентів так чи інакше зумовлені помилками людини. Це включає втому, стрес, порушення процедур та низький рівень комунікації на містку.

Втома і перевантаження. Найбільш поширеним чинником є втома штурманів. Вахтові схеми 6/6 або 4/8 призводять до хронічного недосипання. Експерименти JMSE (2023) показали: після 18 годин безперервної роботи когнітивні здібності знижуються майже на 40%. Це підвищує ризик помилок у критичних ситуаціях.

Комунікаційні бар'єри. Міжнародні екіпажі часто стикаються з проблемами спільної мови. За даними EMSA (2024), близько 25% колізій виникають через погану комунікацію на містку. Автоматизовані системи частково знімають це навантаження, виконуючи рутинні завдання без ризику "людських непорозумінь".

Приклади аварій:

– Herald of Free Enterprise (1987) – відсутність контролю за закриттям носових воріт.

– низка інцидентів з контейнеровозами у 2020-х – неправильні дії екіпажу під час штормових умов.

Усі випадки підтверджують: навіть сучасні технології не гарантують безпеки, якщо рішення залишається повністю на людському боці.

Роль тренажерної підготовки. ІМО (2024) рекомендує застосування сучасних тренажерів і VR/AR-технологій. Вони дозволяють моделювати аварійні сценарії, однак досвід показує: у стресових умовах людина часто повертається до «звичних» помилок, що вказує на обмеженість підготовки.

Автономні системи як компенсація. Алгоритми сприйняття та планування траєкторій здатні компенсувати людські слабкі сторони:

- комп'ютерний зір виявляє об'єкти у тумані;
- СПА/ТСРА-алгоритми швидше прогнозують небезпеку колізії;
- Sensor Fusion зменшує кількість помилкових рішень.

Висновки розділу. Людський фактор залишається головною причиною аварій, проте автономні системи можуть суттєво знизити його вплив. Найбільш ефективним підходом на сучасному етапі є гібридна модель, де технологія бере на себе рутинні процеси, а людина зберігає контроль у критичних ситуаціях.

5.4 Технічні та кібернетичні ризики

Загальні положення. Технічна надійність і кіберзахист є ключовими чинниками безпечного впровадження автономних суден (MASS). Якщо людський фактор можна мінімізувати алгоритмами, то технічні збої та кібератаки створюють нові загрози, що можуть нівелювати переваги автоматизації.

Сенсорні системи. Радар, лідар, камери та ІЧ-системи формують багатоканальне уявлення про середовище. Проте в умовах туману, дощу чи відблисків їхня ефективність падає. Рішенням є:

- дублювання сенсорів;
- алгоритми sensor fusion;
- використання машинного навчання для компенсації втрат даних.

Системи зв'язку. Безперервний зв'язок із береговим центром є критично важливим. Основні загрози:

- DDoS-атаки;
- підміна даних AIS;
- блокування каналів.

Захист передбачає шифрування, резервні канали (Satellite + Terrestrial), а також системи IDS/IPS.

Енергетичні відмови. Багато автономних суден працюють на електротязі. Відмова енергосистеми веде до втрати керованості. Використовуються дубльовані акумулятори, резервні приводи, а також концепція Graceful Degradation – переведення судна у безпечний режим.

Кіберзагрози. Серед найбільш критичних сценаріїв:

- несанкціонований доступ до систем управління;
- модифікація програмного забезпечення;
- підміна даних сенсорів;
- атаки на канали зв'язку.

Ці ризики вже мають практичні підтвердження, що робить кіберзахист обов'язковою складовою Safety Management System.

Методи зниження ризиків :

- багатоканальні сенсори та дублювання;
- перевірка цілісності ПЗ;
- аудит кіберзахисту і penetration-тести;
- інтеграція IDS/IPS у бортові мережі;
- підготовка персоналу берегових центрів із кібергігієни.

Висновки розділу. Технічні та кібернетичні ризики становлять один з головних бар'єрів для MASS. Їх мінімізація можлива лише за умови багаторівневого захисту: навігація + сенсори + зв'язок + ПЗ.

5.5 COLREGs і алгоритми уникнення зіткнень

Значення COLREGs для MASS. Міжнародні правила запобігання зіткненням у морі (МППСС-72, COLREGs) залишаються головним нормативним документом, що визначає поведінку суден. Для MASS правильна інтерпретація COLREGs є критичною умовою безпеки. Відхилення від правил створює не лише ризик аварії, а й юридичну відповідальність.

Основні сценарії. COLREGs описує ключові ситуації:

- зустрічний рух (Head-On) – обидва судна мають розходитися праворуч;
- пересічення курсів (Crossing) – судно, що бачить інше праворуч, повинно поступитися;
- попутний рух (Overtaking) – обганяюче судно відповідає за безпечний маневр.

Алгоритмічна інтерпретація. Для MASS використовуються метрики CPA (Closest Point of Approach) та TCPA (Time to CPA). Якщо TCPA нижче порогу, а CPA – надто мале, система виконує маневр ухилення.

Найчастіше застосовуються:

- байєсівські прогнози;
- методи траєкторного аналізу на основі AIS та сенсорів.

Виклики нечіткості правил. Терміни "завчасний маневр" і "достатній інтервал безпеки" складно формалізувати. Chang (2024) пропонує Fuzzy Logic Models, що дозволяють моделювати ступінь ризику і варіювати агресивність маневру залежно від умов.

Комбіновані методи. Найкращі результати дають гібридні алгоритми, що поєднують:

- жорсткі евристичні правила;

- оптимізаційне планування траєкторій;
- машинне навчання для прогнозування дій інших суден.

Результати симуляцій. Дослідження Ocean Engineering (2024) показали:

- автономні системи уникали 95% колізій;
- люди – лише 82%.

У багатосуднових сценаріях алгоритми демонструють перевагу, хоча залишаються ситуації з високою невизначеністю.

Взаємодія з традиційним флотом. У змішаному середовищі MASS часто ухиляються навіть тоді, коли формально мали б «право переваги», створюючи запас безпеки. Це робить поведінку передбачуванішою для екіпажів традиційних суден.

Висновки розділу. COLREGs залишаються ключовим викликом для впровадження MASS. Найбільш реалістичний підхід – поєднання алгоритмів і контролю людини: жорсткі правила + оптимізаційні моделі + можливість ескалації управління.

5.6 Кейси впровадження автономних суден

Значення практичних кейсів. Пілотні проєкти автономних суден дають можливість перевірити технічні рішення, економічну доцільність і правові механізми.

Вони демонструють, що технологія працює у контрольованих сценаріях, але масштабування потребує часу.

Yara Birkeland (Норвегія):

- Перший електричний контейнеровоз високої автономності.
- Проєкт розпочався у 2017 р., а регулярні рейси стартували у 2024 р.
- Використовує радар, лідари, камери та дистанційне управління.
- Головний виклик: регуляторні бар'єри (сертифікація, лоцманство, відповідальність).

- Досвід довів: техніка готова, але правове поле ще формується.

ASKO Seadrones (Норвегія):

- Автономні пороми для перевезення вантажівок через фіорди.
- У регулярній експлуатації з 2024 р.
- Ефективно маневрують навіть у складних погодних умовах.
- Виклик: потреба в резервних системах і можливості дистанційного

втручання.

- Висновок: автономія економічно доцільна на коротких маршрутах.

Smart Coastal Shipping (Японія):

– Державна програма 2024 р., мета – розв’язати проблему дефіциту моряків.

- Сценарій: каботажні перевезення середньотоннажними суднами.
- Підхід: поступове підвищення рівня автономності.
- Висновок: поетапне впровадження з урахуванням національних умов

працює найкраще.

Автономні буксири (Сінгапур):

- Випробування Maritime and Port Authority of Singapore (2024).
- Технології: дистанційне управління + алгоритми штучного інтелекту

для маневрування в порту.

- Результати: автономні буксири здатні виконувати швартові операції.
- Виклики: залежність від якісного зв’язку та кіберзахист.
- Висновок: найбільш ефективно застосування – портові акваторії.

Загальні висновки з кейсів:

- Автономні судна довели ефективність у контрольованих умовах.
- Основні бар’єри – правові та кібернетичні, а не технічні.
- Масштабування на океанські маршрути поки що передчасне.
- Оптимальний сценарій: починати з портів, каботажу і поступово

переходити до дальніх рейсів.

5.7 Економічні переваги

Економічні переваги. Впровадження автономних суден обіцяє значні вигоди:

- зменшення витрат на екіпаж (зарплати, харчування, соціальні виплати), які складають до 30% операційного бюджету;
- зниження аварійності, що зменшує витрати на ремонт і простої;
- оптимізація логістики: відсутність залежності від графіків відпочинку екіпажу, стабільніший режим роботи.

Інвестиційні витрати. Початкові витрати є суттєвими:

- встановлення сенсорних систем і комп'ютерів управління;
- розбудова берегових центрів моніторингу;
- навчання операторів;
- посилення кіберзахисту.

Окупність залежить від масштабу експлуатації: для каботажу вона настає швидше, ніж для океанських перевезень.

Роль IMO MASS Code. Майбутній MASS Code має визначити:

- рівні автономності;
- вимоги до сертифікації програмного забезпечення;
- процедури аудиту.

Очікується ухвалення до 2028 року, однак імплементація у національні законодавства триватиме довше.

Port State Control (PSC). Постає питання: чи інспектори PSC перевірятимуть програмне забезпечення, журнали автономних систем та алгоритми? Без уніфікації стандартів різні держави можуть запровадити власні вимоги, що створить труднощі для міжнародних рейсів.

Висновки розділу:

- Економічні вигоди MASS у довгостроковій перспективі очевидні.
- Страхові механізми лише формуються і залишаються експериментальними.
- Правове регулювання перебуває на етапі становлення.

– Масове впровадження автономних суден можливе лише після появи єдиних міжнародних стандартів і врегулювання питання відповідальності.

5.8 Гібридна модель «людина + ШІ» + Загальні висновки

Необхідність гібридної моделі. Повна автономія суден на сучасному етапі залишається ризикованою. Найбільш перспективним підходом визнана гібридна модель "людина + ШІ", у якій алгоритми беруть на себе рутинні завдання, а людина зберігає право остаточного рішення.

Переваги гібридності:

– Швидкість аналізу даних – алгоритми здатні обробляти великі масиви інформації в реальному часі.

– Інтуїція та гнучкість – людина краще справляється з непередбачуваними обставинами.

– Довіра суспільства: пасажери, страхові компанії та регулятори приймають автономію лише за умови, що людина лишається у контурі безпеки.

Архітектура взаємодії. Виділяють три рівні:

1. Decision Support – система дає рекомендації, але рішення ухвалює людина.

2. Remote Control – у складних випадках управління бере на себе оператор берегового центру.

3. Supervised Autonomy – система діє самостійно, але під постійним моніторингом людини.

Більшість сучасних проектів перебувають на межі другого й третього рівнів.

Виклики гібридної моделі:

– Проблема відповідальності: хто винен у разі аварії?

– Залежність від зв'язку: відмова інфраструктури може позбавити контролю.

– Необхідність підготовки нових фахівців: операторів, які поєднують навички навігації, ІТ та кіберзахисту.

Паралелі з авіацією. Авіація вже давно використовує автопілоти, але остаточне слово залишається за пілотом. Аналогічний підхід очікується і в морській галузі: MASS виконуватимуть рутину, а людина контролюватиме критичні моменти.

Перспективи. У 2030-х роках більшість автономних суден працюватиме саме за гібридною моделлю. Очікується, що майбутній MASS Code зробить обов'язковим механізм ескалації управління до оператора у випадках невизначеності.

5.9 Загальні висновки

– Автономні системи здатні значно знизити вплив людського фактору, але не усунути його повністю.

– Технічні та кіберзагрози лишаються головним викликом, що вимагає багаторівневого захисту.

– Виконання COLREGs потребує гібридних алгоритмів, які поєднують правила і машинне навчання.

– Практичні кейси підтверджують, що автономія найбільш ефективна у вузьких сценаріях (порти, каботаж).

– Економіка й страхування поступово адаптуються, але регуляторна база ще формується.

– Найбільш реалістичний сценарій на 2030-ті – модель «людина + ШІ».

РОЗДІЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ

6.1 Загальна частина

В умовах ринкової економіки, центр всієї економічної діяльності переміщається до основної ланки – підприємства, судноплавної компанії, судна.

Саме на цьому рівні створюється потрібна суспільству продукція, виявляються необхідні транспортні послуги. Ринкова економіка по-новому ставить питання обґрунтування економічної доцільності нововведень, постійного аналізу в області організації, управління, технології і техніки.

Є два джерела збільшення прибутку судноплавної компанії (судна), упровадження нововведення: зниження собівартості одиниці продукції або транспортних послуг і покращення їх експлуатаційно-економічних характеристик.

Реалізується це через зниження ціни та за рахунок підвищення конкурентоспроможності судна, або через підвищення ціни (фрахтової ставки) і збереження об'єму перевезень завдяки високій конкурентоспроможності через більш високі експлуатаційно-економічні показники продукції, транспортних послуг, ніж у конкурентів.

При рішенні задачі, в першу чергу, необхідно визначити джерела підвищення прибутковості судна. В другу чергу, необхідно визначити основні напрями досягнення найвищого економічного результату за рахунок вибору найкоротшого і безпечного шляху проходження, економії ходового і стоянкового часу, збільшення експлуатаційного періоду, скорочення експлуатаційних витрат і використання внутрішніх резервів.

Розрахунок виконаний на підставі завдання та даних, отриманих у попередніх розділах магістерської роботи, взятих із суднової документації при роботі на переддипломній практиці, з довідкових матеріалів кафедри "М і ЕМТ" НУОМА, прейскурантів, тарифів, тощо.

Вихідні дані рейсу:

- Bulk Carrier – "Lake Dolphin";
- Port Hedland (Australia) – Tianjin (China).

Таблиця 6.1 – Початкові дані для розрахунку рейсу

№	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1.	Дедвейт	Δ_W	т	170648,7
2.	Запаси на початок рейсу	$P_{зан}$	т	2307,2
3.	Відстань між портами	S	милі	3916,6
4.	Кількість навантаженого вантажу: <i>Залізна руда</i>	ΣQ_i	т	168000
5.	Фрахтова ставка за 1т вантажу	f	\$ / т	15
6.	Норми завантаження	$M_{ВАН}$	т / добу	25000
7.	Норми вивантаження	$M_{ВИВ}$	т / добу	20000
8.	Експлуатаційна швидкість	V_E	вузли (екс)	13
9.	Швидкість в каналах та вузкостях	V_K	вузли (кан)	9
10.	Добова витрата палива: на ходу на стоянці	$q_{П}^x$ $q_{П}^{cm}$	т / добу	46,8 3,0
11.	Ціна 1 тони палива	$C_{НФО}$	\$ / т	550
12.	Балансова вартість судна	$C_{БАЛ}$	\$	35200
13.	Річна норма амортизації	H_A	%	10
14.	Поза-експлуатаційний час	T_{ZE}	доба	15
15.	Чисельність екіпажу	$Ч_{ЕК}$	чоловік	20

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4	5
16.	Час затримки в дорозі	$t_{зт}$	доба	0,3
17.	Додатковий час в портах стоянки	$t_{дод}$	година	0,2
18.	Заробітна платня	$R_{зп}$	\$ / добу	2700
19.	Витрати на технічне постачання	$R_{т.пост}$	\$ / добу	355
20.	Навігаційні витрати	$R_{нав}$	\$ / добу	480
21.	Портові збори	$R_{порт}$	\$	54600
22.	Агентство суден	$R_{аг}$	\$ / добу	350
23.	Витрати на страхування судна	$R_{стр}$	\$ / добу	630
24.	Витрати на ремонт	$C_{рем}$	\$ / мр.п.	800000
25.	Вартість одного доковання	$C_{док}$	\$	100000

6.2 Розрахунок кількісних показників роботи судна в рейсі

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

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

$$\Delta_q = \Delta_W - (P_{зп} + const) = 168341,5 \text{ т.}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

$$T_{екс} = T_K - T_{зе},$$

де: T_K – календарний період (приймаємо 365 діб),

$$T_{екс} = 350 \text{ діб.}$$

3. Розраховуємо час рейсу:

– ходовий час:

$$t_x = S / (V_E \cdot 24) + t_{зт} = 12,7 \text{ доби;}$$

– стоянковий час:

$$t_{CT} = t_{CT}^3 + t_{CT}^B = (\Sigma Q_i / M_{BAH}) + (\Sigma Q_i / M_{BIB}) = 8,5 \text{ діб};$$

– час рейсу складе:

$$t_P = t_X + t_{CT} = 21,2 \text{ доби.}$$

4. Розрахуємо провізну спроможність судна:

– зроблено тонно-міль за рейс:

$$\Sigma Q_i \cdot S = 657988800 \text{ тонно-міль / рейс};$$

– зроблено тоннаже-міль за рейс:

$$\Delta_q S = 659326318,9 \text{ тоннаже-міль / рейс.}$$

5. Розраховуємо доходи судна за рейс:

$$\Sigma F_{РЕЙС} = \Sigma Q_i \times f = 2520000 \$ / \text{рейс.}$$

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

– витрати на заробітну плату ($R_{ЗП}$) – 2700 \$ / добу;

– витрати на харчування екіпажу ($R_{ХАР}$) розраховуємо за формулою:

$$R_{ХАР} = \mathcal{U}_{ЕК} \times n_{ХАР},$$

де: $n_{ХАР}$ – норма харчування на одного члена екіпажу – 5-15 \$ / добу;

$$R_{ХАР} = 270 \$ / \text{добу};$$

– витрати на ремонт ($R_{РЕМ}$) розраховуємо за формулою:

$$R_{РЕМ} = ((n_{ДОК} \times C_{ДОК} + C_{РЕМ}) / t_{МП}) / T_{ЕКС},$$

де: $n_{ДОК}$ – кількість докових за міжремонтний період;

$t_{МП}$ – міжремонтний період (5 років).

$$R_{РЕМ} = 177 \$ / \text{добу};$$

– витрати на амортизацію ($R_{АМ}$) розраховуємо за формулою:

$$R_{АМ} = (C_{БАЛ} \times H_A / 100) / T_{ЕКС} = 563 \$ / \text{добу};$$

– витрати на загально-суднове постачання ($R_{СП}$) розраховуємо:

$$R_{СП} = (C_{БАЛ} \times H_{СН} / 100) / T_{ЕКС},$$

де: $H_{СН}$ – норма постачання;

$$R_{СП} = 113 \$ / \text{добу};$$

– витрати на технічне постачання ($R_{Т.ПОСТ}$) – 170 \$ / добу;

– навігаційні витрати ($R_{НАВ}$) – 480 \$ / добу;

– портові збори ($R_{ПОРТ}$) – 54600 \$ / рейс;

– витрати з агентування ($R_{АГ}$) – 350 \$ / добу;

– витрати на страхування ($R_{СТР}$) – 630 \$ / добу;

– постійні експлуатаційні витрати судна за добу розраховуємо:

$$R_{ЕКС} = R_{ЗП} + R_{ХАР} + R_{РЕМ} + R_{АМ} + R_{СП} + R_{Т.ПОСТ} + R_{НАВ} + R_{ПОРТ}/t_P + R_{АГ} + R_{СТР} = 4196 \$/\text{добу}.$$

7. Розраховуємо непрямі (адміністративно-управлінські)

$$R_{КОС} = R_{ЕКС} \times k_{АД},$$

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

$$R_{КОС} = 84 \$/\text{добу}.$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

$$R_{ЗАГ} = R_{ЕКС} + R_{КОС} = 4280 \$ / \text{добу}.$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

$$\Sigma R_{ЗАГ.ЕКС} = R_{ЗАГ} \times t_P = 166900 \$ / \text{рейс}.$$

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

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

$$R_{X}^{II} = k_{СМ} \times q_{П}^X \times \Pi_{НФО},$$

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

$$R_{X}^{II} = 21175 \$ / \text{добу};$$

– витрати на паливо та мастильні матеріали на стоянці за добу експлуатації:

$$R_{CT}'' = k_{CM} \times q_{CT}'' \times C_{HFO} = 1513 \$ / \text{добу};$$

– витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

$$\Sigma R_{ПЕР} = (R_X'' \times t_X) + (R_{CT}'' \times t_{CT}) = 629200 \$ / \text{рейс}.$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

$$\Sigma R_{РЕЙС} = \Sigma R_{ЗАГ.ЕКС} + \Sigma R_{ПЕР} = 303497 \$ / \text{рейс}.$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

$$\Sigma П_{РЕЙС} = \Sigma F_{РЕЙС} - \Sigma R_{РЕЙС} = 1488756 \$ / \text{рейс}.$$

Прибуток судна "Lake Dolphin" з порту Port Hedland (Australia) в порт Tianjin (China) з вантажем залізна руда склав 1488756 \$ / рейс.

6.3 Розрахунок якісних показників роботи судна в рейсі

Якісні показники роботи судна в рейсі розраховуються за методикою:

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

$$K_E = T_{ЕКС} / T_K = 0,932.$$

2. Коефіцієнт завантаження судна:

$$\alpha_3 = 0,998.$$

3. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

$$V_{CP} = S / t_X = 304 \text{ милі/добу}.$$

4. Коефіцієнт ходового часу:

$$\varepsilon_X = t_X / t_P = 0,454.$$

5. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

$$\mu_B = \alpha_3 \times V_{CP} \times \varepsilon_X = 137,73997 \text{ т-мили/тнж-сутки}.$$

6. Валова прибутковість одних судно-діб:

$$\mu = \Sigma F_{PEЙC} / t_p = 52421 \$ / \text{добу}.$$

7. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

$$S_T = \Sigma R_{PEЙC} / \Sigma Q_i = 6,14 \$ / \text{т}.$$

8. Собівартість 1 тонно-милі в рейсі:

$$S_{T-M} = \Sigma R_{PEЙC} / \Sigma Q_i \times S = 0,0015673 \$ / \text{т-м}.$$

9. Собівартість утримання судна в добу експлуатації:

$$S_{C-C} = \Sigma R_{PEЙC} / t_p = 36311 \$ / \text{добу экс.}$$

10. Рівень дохідності являє відношення доходів до витрат:

$$PF = \Sigma F_{PEЙC} / \Sigma R_{PEЙC} = 2,44.$$

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.

6.4 Прогнозування роботи судна за експлуатаційний період

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

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$Ч_P = T_{EKC} / t_p = 17,2.$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

$$\Sigma Q_{EKC} = \Sigma Q_i \times Ч_P = 598006 \text{ т} / \text{рік}.$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний період:

$$\Sigma Q_T \times S_{EKC} = \Sigma Q_i \times S \times Ч_P = 5534316104 \text{ т-міль} / \text{рік}.$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

$$\Sigma F_{EKC} = \Sigma F_{PEЙC} \times Ч_p = 23920256 \$ / \text{рік}.$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma R_{EKC} = \Sigma R_{PEЙC} \times Ч_p = 7144487 \$ / \text{рік}.$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma П = \Sigma П_{PEЙC} \times Ч_p = 25606603 \$ / \text{рік}.$$

7. Рівень дохідності роботи судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma PF = \Sigma F_{EKC} / \Sigma R_{EKC} = 2,44.$$

6.5 Оцінка ефективності виконаного рейсу і роботи судна за експлуатаційний період

Для оцінки ефективності виконаного рейсу та роботи судна за експлуатаційний період зведем розрахункові дані в Таблицю 6.2.

Таблиця 6.2 – Кількісні та якісні показники виконаного рейсу

№	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1.	Валовий дохід	$\Sigma F_{PEЙC}$	\$	2520000
2.	Загальні затрати	$\Sigma R_{PEЙC}$	\$	1031244
3.	Прибуток	$\Sigma П_{PEЙC}$	\$	1488756
4.	Коефіцієнт ходового часу	ε_X	—	0,454
5.	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{CP}	мілі /добу	304
6.	Дохідність судна	μ	\$ / добу	52421

Продовження таблиці 6.2

1	2	3	4	5
7.	Рівень дохідності	PF	–	2,44
8.	Собівартість перевезення 1 т	S_T	\$ / т	6,14
9.	Собівартість 1 т-мілі	S_{T-M}	\$ / т-м	0,0015673
10.	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	S_{C-C}	\$ / добу экс.	36311

В результаті проведених розрахунків, слід зазначити, що виконаний рейс Port Hedland (Australia) – Tianjin (China) є прибутковим.

Рівень дохідності – 2,44; прибуток 1488756 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 25606603 \$.

Bulk Carrier "Lake Dolphin" доцільно використовувати на цій лінії.

РОЗДІЛ 7

ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ

7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту

7.1.1 Вихідні дані (сценарій виникнення надзвичайної ситуації)

Танкер "UMM AL LULU I" стоїть в порту Фрітаун (Сієрра-Леоне) біля причалу № 9 перевантажувального комплексу аміаку.

Отримано повідомлення про виникнення надзвичайної ситуації терористичного характеру на території берегового сховища: внаслідок вибуху сталося руйнування ємності зі скрапленим газом.

Наслідки вибуху призвели до розливу зрідженого аміаку, що є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). Кількість розлитої СДОР – 110 т, характер розливу – "у піддон". Висота піддона – 0,5 м. На території порту оголошена терористична загроза.

Метеорологічні умови на момент аварії: час доби – день, 13⁰⁰, температура повітря 20°C, швидкість вітру – 0,5 м/с, вітер зустрічний, суцільна хмарність.

Відстань від судна до місця аварії – 2 км. Характер місцевості – промислова забудова і територія порту.

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

Визначити стандартні робочі процедури по прийняттю відповідних заходів у разі підозрілої діяльності на судні або поблизу нього.

7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території

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

1). Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря.

За заданими метеорологічними умовами (час доби – день, швидкість вітру 0,5 м/с, суцільна хмарність) визначаємо по Табл. 7.1 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 $Q_{Э1}$ (т) аміаку в первинній хмарі:

$$Q_{Э1} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0 = 0,01 \cdot 0,04 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 110 = 0,01 \text{ т,}$$

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

Таблиця 7.2 – Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Назва СДОР	Щільність СДОР т/ м³		Температура кипіння, °С	Порогова токсодоза, мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів							
	Газ	Рідина			К ₁	К ₂	К ₃	К ₇ для температури повітря (°С)				
								-40	-20	0	20	40
Аміак	–	0,681	-33,4	15	0,01	0,025	0,04	<u>0</u> 0,9	<u>1</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1</u> 1

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

K₃ = 0,04 – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози аміаку (Табл. 7.2).

K₂ = 0,025 – коефіцієнт, який враховує ступень вертикальної стійкості повітря для ізотермії (п. 3.2. "Методики прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах морського транспорту").

K₇^I = 1 – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення первинної хмари (Табл. 7.2).

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

3). Розрахунок площі розливу, тривалості вражаючої дії та еквівалентної кількості СДОР у вторинній хмарі. Площа розливу S_p (м²) аміаку дорівнює:

$$S_p = V_p / h = Q_0 / \rho / (H - 0,2) = 110 / 0,681 / 0,3 = 538 \text{ м}^2,$$

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

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

ρ = 0,681 – щільність аміаку, т/м³ (Табл. 7.2);

H = 0,5 – висота піддону, м;

h = H – 0,2 = 0,3 – товщина шару аміаку (для характеру розливу – "в піддон"), м.

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

Розраховуємо тривалість вражаючої дії T (год.) аміаку:

$$T = h \cdot \rho / (K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{\text{II}}) + 1 / (K_M \cdot v_{\text{П}}) = 0,3 \cdot 0,681 / (0,025 \cdot 1 \cdot 1) + 1 / (0,2 \cdot 6) = 9,0 \text{ годин,}$$

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

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

$K_7^{\text{II}} = 1$ – 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);

$v_{\text{П}} = 6$ – швидкість перенесення переднього фронту зараженого повітря, км/год. (Табл. 7.5).

Розраховуємо еквівалентну кількість аміаку $Q_{\text{Э2}}$ (т) у вторинній хмарі:

$$Q_{\text{Э2}} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{\text{II}} \cdot Q_0 / (h \cdot \rho) =$$

$$= 0,99 \cdot 0,025 \cdot 0,04 \cdot 1 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 110 / (0,3 \cdot 0,681) = 0,12 \text{ т,}$$

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

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

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

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

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
Поодинокі будівлі	0,2	0,3	0,4
Міська (промислова) забудова	0,2	0,2	0,3
Територія порту	0,2	0,2	0,3

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

Ступень вертикальної стійкості повітря	Швидкість вітру (u), м/с									
	$1 \leq$	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	–	–	–	–	–	–

4). Визначення глибини та площі зони зараження.

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

Таблиця 7.6 – Глибина зони зараження (км)

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

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

Для $Q_{\Sigma 2} = 0,12$ т та швидкості вітру $u = 0,5$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою аміаку – $\Gamma_1 = 1,35$ км.

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 1,35 + 0,5 \cdot 0,38 = 1,54 \text{ км},$$

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

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

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

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

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{matrix} \right\} = 1,54 \text{ км}.$$

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

$$S_B = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^\circ = 3,14 \cdot 1,54^2 \cdot 360^\circ / 360^\circ = 7,44 \text{ км}^2,$$

де: $\Gamma = 1,54$ – розрахункова глибина зони зараження, км;

$\varphi = 360^\circ$ – кутовий розмір зони зараження, $^\circ$ (Табл. 7.7).

Визначаємо площу зони фактичного зараження S_{Φ} (км²):

$$S_{\Phi} = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 1,54^2 \cdot 1^{0,2} = 0,32 \text{ км}^2,$$

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

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
$\varphi, ^\circ$	360	180	90	45

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

Територія можливого хімічного зараження умовно представляє собою коло, що має кутовий розмір $\varphi = 360^\circ$ (Табл. 7.7) та радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 1,54$ км. Центр кола співпадає з джерелом зараження – місцем розливу аміаку.

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

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ^i (км):

$$\Gamma^i = \lambda \cdot K_M \cdot (Q_{\Sigma} / D^i)^{\Psi} = 3,73 \cdot 0,2 \cdot (0,13 / 6)^{0,606} = 0,07 \text{ км},$$

де: $\lambda = 3,73$;

$\Psi = 0,606$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (Табл. 7.8);

$Q_{\Sigma} = Q_{\Sigma 1} + Q_{\Sigma 2} = 0,01 + 0,12 = 0,13$ – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару, т;

$D^i = 6$ – летальна токсодоза для хлору, мг.хв/л.

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

$$\Gamma_{0,4^i} = \lambda \cdot K_M \cdot (Q_{\Sigma} / D_{0,4^i})^{\Psi} = 3,73 \cdot 0,2 \cdot (0,13 / 2,4)^{0,606} = 0,13 \text{ км},$$

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

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

$$\Gamma_{0,2^i} = \lambda \cdot K_M \cdot (Q_{\Sigma} / D_{0,2^i})^{\Psi} = 3,73 \cdot 0,2 \cdot (0,13 / 1,2)^{0,606} = 0,19 \text{ км},$$

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

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 1,54$ км.

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

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

$$t = x / (K_M \cdot v_{\Pi}) = 2 / (0,2 \cdot 6) = 1,7 \text{ години} = 1^{\text{год}} 42^{\text{хв}},$$

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

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

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

7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження території порту внаслідок інциденту на території берегового сховища показала, що в результаті утворення хмари зараженого повітря при розливі аміаку судно не потрапляє в зону уражень, тобто загрози для життя екіпажу судна немає.

Для уникнення можливих людських втрат пропонуються наступні заходи:

- оголосити загально суднову тривогу, попередити екіпаж про надзвичайну ситуацію в порту, припинити на судні усі роботи;
- зв'язатися з аварійними службами порту для отримання інформації про розвиток аварійної ситуації;
- повідомити аварійні служби порту, а також судновласника про прийняті на судні заходи;
- забезпечити контроль за концентрацією СДОР навколо судна та в повітрі приміщень судна;
- забезпечити суворий контроль за виходом членів екіпажу на територію порту, заборонити рух у напрямку місця аварії протягом часу дії вражаючих концентрацій.

7.1.4 Стандартні робочі процедури по прийняттю відповідних заходів у разі підозрілої діяльності на судні або поблизу нього

Стандартні робочі процедури встановлюють порядок дій суднового персоналу при порушенні захисту судна або підозрілої діяльності на судні або поблизу нього при всіх рівнях охорони. Виходячи з рекомендацій міжнародних і національних документів, можна сформулювати наступні основні заходи, які повинні бути проведені на судні:

- своєчасне виявлення засобів нападу і нападників;
- максимальне ускладнення висадки нападників на судно;
- у разі висадки нападників на судно або виявленні їх на судні максимальне ускладнення можливого встановлення ними контролю над управлінням судна або захоплення заручників.

Розподіл відповідальності членів екіпажу за виконання дій, які повинні бути зроблені у разі підозрілої діяльності на судні або поблизу нього, наведений в Табл. 7.9 та може бути використаний в якості чек-листа.

Таблиця 7.9 – Стандартні робочі процедури по прийняттю відповідних заходів у разі підозрілої діяльності на судні або поблизу нього

№	Дії, які повинні бути прийняті	Відповідальний член екіпажу
1	2	3
1.	Негайно доповісти капітану і офіцеру з охорони судна	OOW
2.	Оголосити загальносуднову тривогу	MASTER
3.	У судновому журналі відображати всі заходи по забезпеченню безпеки до закінчення дозволу надзвичайної ситуації	OOW
4.	Задраїти і закрити на замки всі приміщення на палубах	OOW
5.	Забезпечити зорове спостереження і суворий пропускний режим	SSO

Продовження таблиці 7.9

1	2	3
6.	Встановити зв'язок і взаємодію з Посадовою особою портового засобу, відповідальною за охорону, і портовою владою	SSO
7.	Тримати каюти членів екіпажу і ілюмінатори в каютах постійно закритими	OOW
8.	Забезпечити спостереження за сторонніми особами, які перебувають на борту, виключити їх вільне переміщення по судну	SSO
9.	Здійснювати постійний контроль за вантажно-розвантажувальними роботами, при перерві в роботах і по їх закінченню провести ретельний огляд трюмів, палуб і закриття люків	SSO
10.	З настанням темного часу доби забезпечити освітлення палуб і бортів судна, підняти трап, перевірити відсутність з бортів і корми звисаючих кінців, виставити додаткові спостережні пости, регулярно перевіряти, як задраєні і розкріплені зсередини всі двері і люки, що ведуть у коридори надбудови	MASTER, SSO

ВИСНОВКИ

Метою роботи було комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна "Lake Dolphin" за маршрутом Port Hedland (Australia) – Tianjin (China).

В результаті роботи отримано наступне:

- приведені основні характеристики Bulk Carrier "Lake Dolphin": основні відомості про судно, транспортно-експлуатаційні характеристики судна та його маневрені характеристики, навігаційне обладнання та забезпечення непотоплюваності;
- проведено аналіз та планування навігаційного переходу, виконані навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання;
- на основі транспортних характеристик та фізико-хімічні властивостей вантажу, складено оптимальний вантажний план;
- проведена оцінка морехідних якостей судна, побудовані діаграми статичної остійності на відхід та прихід, епюра сил, що перерізують, та згинальних моментів;
- виконано огляд проблеми "Вплив автономних суден на безпеку судноплавства". Здійснено системний аналіз впливу автономних надводних суден (*Maritime Autonomous Surface Ships, MASS*) на безпеку судноплавства. Показано, що більшість морських інцидентів пов'язана з людським фактором; автономні системи здатні зменшувати ризики завдяки безперервному моніторингу навігаційної обстановки, відтворюваності рішень та підтримці правил МППСС-72 (*COLREGs*). Розглянуто технічні та кібернетичні ризики (*GNSS-Spoofing / Jamming*, уразливості AIS / зв'язку, відмови сенсорів, алгоритмічні помилки), регуляторні виклики (майбутній *IMO MASS Code*) і економіко-страхові наслідки впровадження. Окрему увагу приділено практичним кейсам (*Yara Birkeland, ASKO Seadrones*, ініціативам Японії та Сінгапуру). Обґрунтовано доцільність гібридної моделі «людина + ШІ» як базового сценарію на 2030- ті роки.

- виконано розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі;
- розглянуто питання прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту, засоби по захисту екіпажу від терористичних та піратських дій, що стало дуже актуально в останні часи.

Підводячи підсумок, можна сказати, що даний рейс був ретельно опрацьовано, є безпечним та економічно вигідним.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ворохобін І.І. та ін. Методичні вказівки для виконання магістерської роботи. – Одеса: НУОМА, 2023 – 96 с.
2. Bulk Carrier "Lake Dolphin": Trim & Stability Booklet.
3. Міжнародна Конвенція з охорони людського життя на морі (SOLAS-74), 2014.
4. Міжнародна Конвенція та кодекс про підготовку і дипломування моряків та несення вахти (STCW-78 з поправками), 2012.
5. Резолюція ІМО А.893 (21) – "Керівництво по плануванню рейсу", 1999.
6. Рекомендації по організації штурманської служби на морських судах України (РІШСУ 98). – Одеса: ЮжНІІМФ, 1998.
7. Bridge Team Management, 2004.
8. Bridge Procedures Guide, 2016.
9. Bowditch N. American Practical Navigator. USA, 2002.
10. NP 131. Catalogue of Admiralty Charts and Publication, 2025.
11. ASD e-NP 13. Australia Pilot, Vol. I.
12. ASD e-NP 34. Indonesia Pilot, Vol. II.
13. ASD e-NP 33. Philippine Islands Pilot.
14. ASD e-NP 31. China Sea Pilot, Vol. II.
15. ASD e-NP 32. China Sea Pilot, Vol. III.
16. e-Book. Guide to Port Entry.
17. ADRS 1. Maritime Radio Stations.
18. ADRS 2. Radio Position Fixing Systems and Time Signals.
19. ADRS 3. Maritime Safety Information Services.
20. ADRS 4. Meteorological Observation Stations.
21. ADRS 5. Global Maritime Distress & Safety.
22. ADRS 6. Port Services, VTS & Port Ops.
23. NP 136. Admiralty Ocean Passages for the World, 2014.

24. Дмитрієв В.И., Григорян В.Л., Катенін В.А. Навігація і лоція. – Академ-книга, 2004.
25. Єрмолаєв Г.Г. Морська лоція, 4^е вид. – Транспорт, 1982.
26. Красавцев Б.И. Морехідна астрономія, 3^е вид. – Транспорт, 1986.
27. Сіняєв В.А., Мельничук М.П., Чирков В.П. Практична Морехідна астрономія. – Одеса: Діол.-Принт, 2009.
28. NP 314. The Nautical Almanac, 2025.
29. NP 100. The Mariner's Handbook, 2019.
30. NP 5011. Symbols and Abbreviations Used on Admiralty charts, 2020.
31. Алексішин В.Г., Козир Л.А., Симоненко С.В. Забезпечення навігаційної безпеки плавання. – Одеса: Фенікс, 2009.
32. Ніколаєва Л.Л. Комерційна експлуатація судна. – Одеса: Фенікс, 2006.
33. Савчук В.Д. Технологія перевезення вантажів. – Одеса: Видав Інформ, 2008.
34. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL-73/78), 2017.
35. International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code), 2016.
36. International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code), 2018.
37. Code of Practice for the Safe Loading and Unloading of Bulk (BLU Code), 2011.
38. Thomas Stowage: The Properties and Stowage of Cargoes, 2018.
39. Adoption of the International Code on Intact Stability (2008 IS Code), Resolution MSC.267(85), 2008.
40. Сізов В.Г. Теорія корабля, 4^е вид. – Одеса: Фенікс, 2008.
41. Maternová A. Human Error Analysis in Maritime Transport. JMSE, 2023.
42. Chang C.-H. COLREG and MASS: Analytical Review. Ocean Engineering. 2024.
43. Jo M. Improving the International Regulations for MASS. 2024.
44. Yara International. Yara Birkeland project report. 2024..
45. Offshore Energy. Yara Birkeland marks 3 years in service. 2025.
46. Максимаджи А.И. Капітану про міцність судна. – Суднобудування, 1988.
47. Вінников В.В. Економіка підприємства морського транспорту – Одеса: Фенікс, 2011.

48. Дем'янченко А.Г., Сотниченко Л.Л. Вдосконалення організаційно-економічного механізму управління розвитком підприємств морської галузі/монографія за ред. А.Г. Дем'янченко—Одеса: НУОМА, 2017.

49. Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи – Одеса: НУОМА, 2017.

50. Колєгаєв М.О., Іванов Н.Г., Басанець Н.Г. Безпека життєдіяльності та виживання на морі – Одеса: ОНМА, 2008.

51. Зеленін М.П. Ергономіка на морському транспорті – Одеса: МНПЦ "Банто", 1999.

52. Торський В.Г., Топалов В.П. Конвенція СОЛАС-74. Короткий огляд – Одеса: ОНМА, 2009.

53. Долгіх С.М. 100 питань та відповідей з МАРПОЛ 73/78 – Одеса, 2006.

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

55. <https://imo.org> – офіційний сайт ІМО.

56. <https://www.admiralty.co.uk/ukho> – офіційний сайт УКНО.

57. [http://www.onma.edu.ua / systema-dystantsijnogo-dostupu-do-navch](http://www.onma.edu.ua/systema-dystantsijnogo-dostupu-do-navch) – система дистанційного доступу до навчальних матеріалів НУОМА.