

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

Шкуро Артема Віталійовича

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема: «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна

«Sea Span Sydney» за маршрутом Пусан (Busan) – Йокогама (Yokohama)»

Підпис магістранта _____

Завідуючий кафедрою _____

Керівник _____

Рецензент _____

Нормоконтроль _____

м. Одеса
2025 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра: «Судноводіння»

Спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Завідуючий кафедрою

_____ 20__ р

З А В Д А Н Н Я

по дипломній роботі магістранта

Шкуро Артема Віталійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Sea Span Sydney» за маршрутом Пусан (Busan) – Йокогама (Yokohama)» затверджена наказом по академії від " ____ " _____ 20__ р. № _____
2. Строк здачі курсантом закінченої роботи ____ " ____ " _____ 20__ року
3. Вхідні дані до роботи:
 1. Ворохобін І.І. та інші. Методичні вказівки до виконання магістерської роботи.
 2. m/v «Sea Span Sydney» Trim and Stability Booklet, Ship manual, Informational booklet for Damage control.
 3. Nautical publication.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):
 - Розділ 1. Характеристики судна.
 - Розділ 2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу.
 - Розділ 3. Обробка та розміщення вантажів.
 - Розділ 4. Оцінка морехідних якостей судна.
 - Розділ 5. Особливості та перспективи розвитку динамічної оцінки ризиків при експлуатації сучасного флоту.
5. Перелік графічного матеріалу:
 1. Wheelhouse poster.
 2. Графічний план переходу.
 3. Вантажний план судна.
 4. Діаграма статичної остійності на відхід.
 5. Діаграма статичної остійності на прихід.

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

Розділ (визначається кафедрою)	ПІБ консультанта	Підпис і дата
1. Характеристики судна	Торський В.Г.	
2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	Торський В.Г.	
3. Обробка та розміщення вантажів	Торський В.Г.	
4. Оцінка морехідних якостей судна	Торський В.Г.	
5. Особливості та перспективи розвитку динамічної оцінки ризиків при експлуатації сучасного флоту	Торський В.Г.	
6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі	Торський В.Г.	
7. Охоронні заходи та цивільна оборона на судні	Торський В.Г.	

7. Календарний план дипломної роботи магістранта

№ п/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ. Характеристики судна.	вересень 2025	виконав
2	Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу.	вересень 2025	виконав
3	Обробка та розміщення вантажів.	жовтень 2025	виконав
4	Оцінка морехідних якостей судна.	жовтень 2025	виконав
5	Особливості та перспективи розвитку динамічної оцінки ризиків при експлуатації сучасного флоту.	листопад 2025	виконав
6	Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі.	листопад 2025	виконав
7	Охоронні заходи та цивільна оборона на судні. Висновки.	листопад 2025	виконав

8. Дата видачі завдання _____

Керівник _____

Завдання до виконання прийняв  _____

Магістерська робота містить 133 с., 21 рис., 45 табл., 28 використаних джерел.

У даній роботі виконано комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Sea Span Sydney» за маршрутом Пусан – Йокогама у березні місяці з вантажем контейнерів загальною вагою 23669,6 т.

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

Виконаний розрахунок і зроблений висновок оцінки економічних показників рейсу.

Проведено дослідження особливостей та перспективи розвитку динамічної оцінки ризиків при експлуатації сучасного флоту.

Розглянуто питання по охоронним заходам та цивільної оборони на судні.

The master's thesis contains 133 pages, 21 figures, 45 tables, 28 sources used.

In this work, a comprehensive study and study of the stages of the transition of the vessel «Sea Span Sydney» on the route Pusan – Yokohama in March with a cargo of a total weight of 23669.6 tons.

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

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

A study was conducted on the characteristics and prospects for the development of dynamic risk assessment in the operation of a modern fleet.

Issues related to security measures and civil defense on ships were considered.

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА	10
1.1 Загальні відомості і головні розміри	10
1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна	13
1.3 Маневрені характеристики	13
1.4 Навігаційне обладнання	13
1.5 Забезпечення непотоплюваності	19
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ	22
2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу	22
2.2 Оцінка запланованого переходу	24
2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході	28
2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації	32
2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибрежному пла- ванні	34
2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання	43
2.3.1 Розрахунок ортодромії	43
2.3.2 Складання маршрутних листів	45
2.3.3 Графічний план переходу	50
2.3.4 Розрахунок природної освітленості	50
2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів	52
РОЗДІЛ 3. ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ	54
3.1 Транспортні характеристики вантажів	54
3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та доку- ментальне оформлення морського перевезення	55

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна	57
3.4 Складання вантажного плану	60
3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу	61
РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА	64
4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна	64
4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності	71
4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації	73
4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності	74
4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності	76
4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності ...	81
4.7 Контроль загальної поздовжньої міцності судна	82
РОЗДІЛ 5. ОСОБЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ДИНАМІЧНОЇ ОЦІНКИ РИЗИКІВ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СУЧАСНОГО ФЛОТУ	86
5.1 Сучасна термінологія та концептуальний апарат оцінки ризиків при експлуатації морських суден	86
5.1.1 Еволюція поняття ризику та нормативно-правова регламентація в умовах глобалізації	86
5.1.2 Парадигма нових загроз: класифікація ризиків в епоху Maritime 4.0	89
5.1.3 Трансформація методології: від людського фактору до динаміч- ного управління бар'єрами	90
5.2 Особливості оцінки та управління ризиками в процесі сучасної експлуатації суден: системний аналіз та нормативна база	93
5.2.1 Технологічна конвергенція: інтеграція навігаційних, технічних та кіберризиків	93
5.2.2 Екологічні імперативи та комерційний тиск: нові вектори загроз в умовах декарбонізації	96
5.2.3 Антропоцентрична модель безпеки: від статичних процедур до	97

динамічної психофізіології	
5.3 Стратегічні вектори розвитку систем оцінки ризиків: від комплаєнсу до стійкого розвитку (ESG)	99
5.3.1 Цифрова трансформація та впровадження штучного інтелекту: від експертних оцінок до алгоритмічного прогнозування (AI-Driven Risk Assessment)	99
5.3.2 Інтегровані системи менеджменту та ESG-імперативи: розширення горизонту відповідальності	101
5.3.3 Виклики ери автономності: оцінка ризиків для морських автономних надводних суден (MASS)	103
РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ	105
6.1 Морські вантажні контейнерні перевезення	105
6.2 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі	106
6.3 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу	114
РОЗДІЛ 7. ОХОРОННІ ЗАХОДИ ТА ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ	117
7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту	117
7.1.1 Вихідні дані (сценарій виникнення надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту)	117
7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території	118
7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат	125
7.1.4 Стандартні робочі процедури при отриманні повідомлення про виявлення на території портової споруди, що взаємодіє із судном, вихового пристрою	126
ВИСНОВКИ	128
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	131

ВСТУП

Основним питанням морського транспорту є безпека плавання і ефективність роботи як окремого судна, так і флоту в цілому. Тому велику роль в досягненні цих цілей являється робота судноводія при підготовці до рейсу і в його процесі. Практика показує, що більшість навігаційних аварій трапляються через відсутність належної підготовки до майбутнього рейсу або неправильної оцінки навігаційної безпеки на небезпечних ділянках плавання, а також недооцінка усіх можливих помилок в обсерваціях. Реальний ризик полягає в можливості аварій судів, загибелі людей, вантажів, забруднення морів. Ризик в морському судноплаванні має складну багатофакторну природу. Це випадкові і некеровані дії морської стихії, невідомі навігаційні небезпеки, недосконалість і ненадійність конструкцій суднів, і їх технічного обладнання, помилкові дії людей, що є наслідком їх психофізіологічних особливостей, недоліки в організації управління судном в умовах інтенсивного судноплавства. Основні передумови безпеки міжнародного морського судноплавства наступні:

- навігаційна безпека, що включає і безпечну розбіжність суднів у морі;
- високий рівень підготовки кадрів морського флоту і високу дисципліну праці;
- технічна надійність морських суден і його обладнання;
- надійність рятувальних засобів і ефективність організації пошуково-рятувальних операцій.

Усе це і інші питання розкриті в цій магістерській роботі.

У ряді керівних джерел відносно транспорту і зв'язок, сказано про необхідність підняти рівень безпеки руху. Виконання цієї вимоги на флоті відбувається в умовах подальшого підвищення розмірів, швидкостей і безпеки руху судів, який загострює дефіцит часу в роботі судноводія. У таких умовах для підвищення навігаційної безпеки все більшого значення придбаває ретельна підготовка до плавання. Метою цієї магістерської роботи є закріплення теоретичних, практичних знань по плануванню рейсу.

РОЗДИЛ 1
ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

В табл. 1.1 приведені основні відомості про судно.

Таблиця 1.1

Основні відомості про судно

1	Назва судна	«Sea Span Sydney»;
2	Тип судна	контейнеровоз;
3	Позивний сигнал судна	VRBH9;
4	ІМО №	9290103;
5	MMSI №	477020200;
6	Рик и місце будівництва	2005. Samsung Heavy Industries. Южная Корея;
7	Клас реєстру	*100A1 Container Ship. Ship right (SDA. FDA. CM). IWS*. +LMC. UMS. SCM. L1;
8	Порт приписки	Гонконг;
9	Судновласник:	Seaspan Shipmanagement Ltd;
10	Довжина найбільша. (L):	260.05 м;
11	Довжина між перпендикулярами. (L _{⊥⊥}):	245.16 м;
12	Ширина найбільша. (B):	32.25 м;
13	Висота борту до верхньої палуби. (H):	15.588 м;

Продовження табл. 1.1

1	2	3
14	Осадка (Т) в повному вантажу:	12.626 м;
15	Водотоннажність: в повному вантажу Δ : порожнем Δ_0 :	67271.0 т; 16402.0 т;
16	Повна вантажопідйомність Δ_w :	50869.0 т;
17	Головний двигун: тип: потужність: частота обертання:	Hyundai/B&W 8K90MC – C; M.C.R. 49680 kw; 108 RPM;
18	Режим роботи головного двигуна:	35 – найменший; 45 – малий; 60 – середній; 75 – повний; 104 – найповніший;
19	Швидкість судна:	24.2 вузл.;
20	Гребний гвинт: кількість лопастей: діаметр: напрямок обертання:	6; 5850 мм; правого кроку;
21	Тип руля та площа його пера:	Semi Balanced Rudder of Spade type. 19.0 м ² ;
22	Тип рульової машини:	NV ABG TP O 2 BAR 90-475

Продовження табл. 1.1

1	2	3
23	Суднова радіостанція: Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району А3 та включає в себе:	УКВ радіостанція з ЦІВ Deveg 3817 VHF DSC; ПВ телефонна радіостанція з ЦІВ; ПВ / КВ телефонна радіостанція з ЦІВ и УБПЧ; Deveg 3105 MF / HF DSC controller; Приймач НАВТЕКС Deveg 2902; Приймач РТВ або КВ ИБМ Deveg 6348; Инмарсат – 3 Deveg 3220 В Inmarsat – 3 transp.; Аварийний радіобуй Deveg 3545; CAPT Deveg 5900 EMERGENCY RADAR TRANSPORTER; Переносна УКВ радіостанція Deveg 6701
24	Валова регістрова мисткість (GT):	39941
25	Чиста регістрова мисткість (NT):	24458
26	Добова витрата палива: на ходу: важке паливо на стоянці: дизельне паливо	95.0 т/добу; 12.0 т/добу;

Продовження табл. 1.1

1	2	3
27	Координати центру мас судна порожнем:	X = 103.00 м; Z = 12.78 м.

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна

Схематичне план бичного виду судна з розташуванням приміщень для вантажів і запасів приведений на рис. 1.1.

План верхньої палуби з вказівкою розмірів вантажних люків показаний на рис. 1.2.

Вантажна шкала представлена на рис. 1.3.

1.3 Маневрені характеристики

Дани про маневрені характеристики. дани по якорному ланцюгу. по роботі рульового пристрою. збільшенні осадки. дани про діаметр повороту і так далі представлені на рис. 1.4.

1.4 Навігаційне обладнання

Дани усіх технічних засобів навігації (ТЗН) судна (електронавігаційні прилади і системи) представлені в табл. 1.2 та табл. 1.3.

Таблиця 1.2

Технічні засоби навігації

Прилад, система	Тип	Марка
1	2	3
Магнітний компас	CMZ – 700S	YOKOGAWA
Гирокомпас	MKR – 024 MED B – 793	YOKOGAWA YOKOGAWA
Радиолокатор	FAR – 2837S FAR – 2827	FURUNO FURUNO
Ехолот	FE – 700	FURUNO
GPS	GP – 90	DUAL
GPS / LORAN	GP – 150	FURUNO
АИС	FA – 100	FURUNO

Таблиця 1.3

Точнісні характеристики ТЗН на судні

Тип и марка приладу	Умови	Вимірювані навігаційні параметри	СКП одного вимірювання
1	2	3	4
MKR – 024 YOKOGAWA	судно. яке рухається	курс/пеленг	0.078
FAR – 2827 FURUNO	електронний визир	пеленг	0.23
	шкали до 3 миль	дистанція	0.14
	шкали більше 3 миль	дистанція	0.20

Продовження табл. 1.3

1	2	3	4
FAR – 2837S FURUNO	електронний визир	пеленг	0.093
	шкали до 4 миль	дистанція	0.21
	шкали більше 4 миль	дистанція	0.29
FE – 700 FURUNO	глибини до 2 м	глибина	0.001
	глибини 10 м	глибина	0.05
	глибини більше 20 м	глибина	0.12

1.5 Забезпечення непотоплюваності

Судно двобортне – це конструктивна особливість. підвищує непотоплюваність. також є водовидливні засоби.

Осушувальна система призначена для видалення з відсіків і приміщень невеликих мас води, що з'являється в результаті запотівання і фільтрації зварних швів, пропусків в з'єднаннях трубопроводів.

Система осушення обслуговується:

двома видцентровими самовсмоктуючими насосами марки 6МВ×2 по ВТ 466-49.002-55с модифікованими крилатками з наступними характеристиками:

продуктивність 130 м³;

натиск 20 м в ст;

висота всмоктування 5 м в ст;

одним електрогвинтовим насосом марки ЕВН 5/5 по МРТУ 5.465-9200-63 з наступними характеристиками:

продуктивність 5 м³;

натиск 5 м в ст;

висота всмоктування 6 м в ст;

двома водоструминними ежекторами марки ВЕЖ6/т розташованими: один в шкиперський на верхній палуби (р-н 14-15 шп); другий – у румпельному приміщенні на нижній палуби (р-ни 182-191 шп) з наступними характеристиками:

продуктивність 6 м³;

натиск 16 м в ст;

висота всмоктування 6 м в ст;

одним водоструминним ежектором марки ВЕЖ 50/т з наступними характеристиками:

продуктивність 50 м³;

натиск 8 м в ст;

висота всмоктування до 6 м в ст.

Дани по баластній системі судна представлені на рис. 1.5.

РОЗДИЛ 2

АНАЛІЗ. ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВИГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

Загальні вимоги відносно планування переходу містяться у вимогах кодексу по підготовці і дипломуванню моряків і несенню вахти (ПДМНВ-78/95) в розділі А-VIII/2. частина 2. які формулюються таким чином:

майбутній рейс повинен плануватися заздалегідь. зважаючи на усю наявну до цього інформацію;

старший механік повинен. проконсультувавшись з капітаном. визначити заздалегідь потреби майбутнього рейсу. зважаючи на потреби в паливі. воді. мастильних матеріалах. хімікатах. витратних і інших запасних частинах. інструментах. запасах і інших вимог;

до початку кожного рейсу капітан кожного судна повинен забезпечити. щоб передбачуваний шлях з порту відходу до першого порту заходу планувався. використовуючи відповідні карти і інші навігаційні посібники. що необхідні для майбутнього рейсу. містити точну повну і видкориговану інформацію відносно тих навігаційних обмежень і небезпек. які мають постійний або передбачуваний характер. і які мають відношення до безпеки плавання суден;

після закінчення перевірки запланованого шляху. зважаючи на усю інформацію. що відноситься до нього. запланований шлях має бути прокладений на відповідних картах і бути постійно доступним для вахтового помічника капітана. який до того як лягти на відповідний курс. зобов'язаний перевірити його;

якщо в ході рейсу прийнято рішення про змину наступного порту заходу або якщо необхідно істотно відхилитися від запланованого шляху з інших

причин. змінений шлях повинен опрацьовуватися заздалегідь. до того як він буде истотно змінений.

Планування переходу и його виконання включає чотири послідовни фази:

- оцінка (Appraisal);
- планування (Planning);
- виконання (Execution);
- управління (Monitoring).

Оцінка майбутнього плавання робиться на основі зібраної інформації. яку судноводий може зібрати з наступних джерел:

Каталог карт и книг (Catalogue of Admiralty Carts and Publications NP131);

Навігаційних карт (Charts) – необхідно з'ясувати. на який картографічний основі складені карти. щоб підвищити достовірність прокладення на ній обсервацій. отриманою по навігаційних супутниках;

Океанські шляхи свиту (Ocean Passage For the World) – містить зведення про кліматичні особливості районів свиту. про системи океанських течій;

Маршрутні и лоцманські довідкові карти;

Лоції (Pilot Books. Sailing Directions);

Перелік вогнів и туманних сигналів (Admiralty List of Lights and Fog Signals);

Таблиці приливів (Tide Tables);

Сповідження мореплавцям (Notices to Mariners);

Інформація про радіосигнали (Radio Signal Information);

Радіонавігаційні и місцеві попередження (Radio and Local Warnings);

Посадка и остійність судна (Draft and Stability of Ship).

Планування переходу складається з трьох етапів:

трансокеанський перехід и відкрити морські води;

прибережні води и узкості;

ділянки лоцманської проводки.

При плануванні трансокеанського переходу вибирають шлях з урахуванням оцінки майбутніх метеорологічних умов (климату, погоди) за багаторічними даними, а також з урахуванням фактичної погоди і її прогнозу. Необхідно враховувати також океанські течії. Визначають відстань між портами, розраховують на перехід з урахуванням штормового запасу необхідну кількість бункера, мастильних олій, води, провизії.

Прибережне плавання і плавання в обмежених водах вимагає значно більшої уваги. Шлях вибирають в сторони від небезпек з урахуванням систем розділення руху. Беруть до уваги національні вимоги і обмеження при проходженні територіальних вод. Враховують час проходження найбільш складних ділянок, освітленість на цей час, дії приливних течій і тому подібне.

При плануванні плавання по ділянках лоцманської проводки необхідно враховувати маневрені елементи свого судна, співвідношення опадів і глибин під килем, збільшення опадів від швидкості і від крену на повороти, зміна швидкості, необхідна для встановлення часу проходження, коли можуть виникнути обмеження при підході вночі або залежно від висоти приливу.

При виконанні переходу головним завданням є контроль за безпечним плаванням судна по маршруту, заданому попереднім прокладенням шляхом безперервного ведення виконавчого прокладення. Виконавче прокладення полягає у веденні числення шляху судна на картах, визначенні місця судна, періодичною корекцією обсерваціями числення шляху, нанесенні на карту числимих і обсервованих місць судна.

2.2 Оцінка запланованого переходу

Приведемо конкретну інформацію, що відноситься до опрацьовуваного переходу, що відповідає етапу "Passage Plan Appraisal". Для цього проведемо підбір навігаційних і допоміжних карт, посібників і публікацій на заданий перехід по Каталогі Адміралтейських карт і публікацій (Catalogue of

Admiralty Charts and Publications) щорічно видаваних Гидрографією Великобританії.

Відомости про пидибрани карти и книги зведени в табл. 2.1 и 2.2.

Таблиця 2.1

Перелик карт на перехид

№ карти	Назва карти	Дата випуску
1	2	3
Navigational Charts		
The World Index of Charts at 1 : 3500000 or comparable scale		
4509	Western Portion of Japan	June 2021
4510	Eastern Portion of Japan	July 2022
Routening Charts and Plans		
1259	Pusan and Masan	Jan. 2019
127	Korea Strait	Jan. 2020
JP187	Nippon. Northwestern Part of Kyushu	Jan. 2020
3237	Amami – O Shima to Kagoshima Wan	Dec. 2022
JP1222	Nippon. Kyushu – West & South Coasts	Feb. 2018
JP1221	Nippon. Kyushu – South & East Coasts	Jan. 2018
1648	Kishika Saki to Shiono Misaki	May 2020
996	Shiono Misaki to Inubo Saki	Sept. 2019
JP87	South and East Coasts. Tokyo Wan to Inubo Saki	Sept. 2022
JP90	Tokyo Wan	June 2021
JP1062	Middle Part of Tokyo Wan	June 2022
JP1081	Uraga Suido	Mar. 2021
JP66	Keihin Ko Yokohama	Mar. 2022
Non – Navigational Charts		

D.6083	The Word – Load Line Regulations – Zones. Areas and Seasonal Periods	Apr. 1999
5006	The World – Time Zone Chart	May 1968
5310	The World – General Surface Current Distribution	Oct. 1999

Продовження табл. 2.1

1	2	3
Astronomical Charts		
5000	Azimuth Diagram – modified Weir (Lat. 0° to 65°)	Oct. 1950
Climatic Charts		
5302	World Climatic Chart	June 1973

Таблиця 2.2

Перелік публікацій на перехід

Номер	Назва посібника
1	2
Admiralty List of Radio Signals	
281(2)	Part 2. Maritime Radio Stations: The Americas. Far East and Oceania
Radio Aids to Navigation. Satellite Navigation Systems. Legal Time. Radio Time Signals and Electronic Position Fixing Systems	
283(2)	Part 2. Maritime Safety Information Services: The Americas. Far East and Oceania
284	Meteorological Observation Stations
285	Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS)
286(6)	Part 6. Pilot Services. Vessel Traffic Services and Port Operations: North East Asia
288	Satellite Navigation Systems
Admiralty Sailing Directions (ASD)	
43	South and East Coasts of Korea Pilot
42C	Japan Pilot. Vol.4
42A	Japan Pilot. Vol.2
Admiralty Tide Tables (ATT)	
204	Pacific Ocean (including Tidal Stream Tables)

Продовження табл. 2.2

1	2
Miscellaneous Tidal Publications	
120	Admiralty Manual of Tides
List of Lights and Fog Signals	
85	Western Side of North Pacific Ocean. East China and Yellow Seas
Astronomical Publications	
314	The Nautical Almanac 2020
303	Sight Reduction Forms
323	Star Finder and Identifier
Miscellaneous Publications	
100	The Mariners Handbook
136	Ocean Passages for the World (4th Edition. 1987)
131	Catalogue of Admiralty Charts and Publications – 2015
133A	Chart Correction Log and Folio index – Second Edition 1999
294	How to Correct your Charts the Admiralty Way
735	IALA Maritime Buoyage System. Edition 5. 1994
5011	Symbols and Abbreviations used on Admiralty Charts. Edition 2. 1998
	Weekly Edition of Admiralty Notices to Mariners
	Annual Summary of Admiralty Notices to Mariners
	International Regulations for Collision prevention at Sea 1972 (COLREG-72)
Software	
	Fairplay 2020 – World Shipping Encyclopedia
	Ports Guide 2020

2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

Нині усі завдання отримання, передачі інформації на судах вирішуються штурманським складом в процедурах і з використанням апаратних засобів ГМССБ. Однією з функцій ГМССБ є передача на судна в морі інформації по безпеці мореплавання (ИБМ). Збором, координацією і передачею ИБМ займається служба безпеки SafetyNET, що є складовою частиною ГМССБ. Структура SafetyNET і завдання, що вирішуються службою, викладені в керівництві ІМО International SafetyNET Manual.

Інформація по безпеці на морі (ИБМ, Maritime Safety Information – MSI) включає навігаційні і метеорологічні попередження, метеорологічні прогнози і інші термінові повідомлення, що відносяться до безпеки. Ця інформація є життєво важливою для усіх суден, тому вона є обов'язковою для прийому на усіх судах незалежно від району плавання.

У ГМССБ інформація по безпеці включає:

- навігаційні попередження;
- метеорологічну інформацію;
- інформацію при пошуку і рятуванні;
- попередження про піратські напади.

Збір і поширення інформації по навігаційних попередженнях забезпечується Всесвітньою службою навігаційних попереджень (ВШП). (WWNWS – World Wide Navigational Service) на основі функціонального керівництва Міжнародної гідрографічної організації (ІНО – International Hydrographic Organization).

Метеорологічна інформація забезпечується Всесвітньою метеорологічною організацією (WMO – World Meteorological Organization).

Інформація по пошуку і рятуванню забезпечується владою, відповідальними за координацію рятувальних операцій в морі. – (морськими) рятува-

льно-координаційними центрами (RCC, MRCC). відповідно до стандартів і процедур, встановлених Міжнародній морській організації (ІМО).

Для координації передач ІБМ увесь світовий океан розділений на 21 морський район, званих NAVAREA, що означають римськими цифрами. У кожному з цих районів є країна – координатор відповідальна за збір, аналіз і передачу навігаційної інформації.

Розрізняють три типи навігаційних попереджень:

- попередження NAVAREA;
- прибережні попередження;
- місцеві попередження.

Попередження NAVAREA містять інформацію, яка потрібна мореплавцям, для безпечного плавання на океанських переходах.

У прибережних попередженнях поширюється інформація, яка потрібна для безпечного плавання у межах певного регіону. Вони забезпечуються, як правило, службою NAVTEX.

Міжнародна служба SafetyNET – це служба, що використовує ІНМАРСАТ, і службовка для поширення інформації по безпеці на морі, включаючи ретрансляцію повідомлень безпеки на морі, включаючи ретрансляцію повідомлень лиха в напрямі «берег – судно».

Структура міжнародної мережі SafetyNET, що забезпечує збір, обробку і передачу інформації по безпеці мореплавання в системі супутникового зв'язку ІНМАРСАТ.

До складу інформації, що передається по каналах SafetyNET, входять:

- навігаційні попередження;
- метеорологічні попередження і метеопрогнози;
- повідомлення про лихо в напрямі «берег – судно», інформація SAR;
- попередження про напад піратів;
- дані про коригування карт і інша термінова інформація.

Передачі здійснюються за розкладом або поза розкладом. Розклади передач повідомлень SafetyNET представлені в:

- GMDSS Master Plan. Annex 8;
- ALRS vol 5 (GMDSS. 10 – 6).

Складовою ГМССБ є. також. служба NAVTEX.

NAVTEX – міжнародна автоматизована система передачі в режимі вузькосмугового буквопечатання навігаційної. метеорологічної і іншої терміновий інформації. що відноситься до прибережних вод в радіусі до 400 миль від берега. NAVTEX забезпечує передачу метеорологічних прогнозів і усих штормових попереджень.

Служба NAVTEX використовує спеціально призначену для цих цілей частоту 518 кГц. на який БС передають інформацію англійською мовою.

Для заданого переходу з посібника ALRS 283 вибираємо інформацію. потрібну для отримання факсимільних карт погоди по маршруту переходу. зводимо її в табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Радиостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

№	Радиостан- ція	Позначення и межа карти	Зміст передачі	Час передачі
1	Tokio (JMH)	X 47°N 116°E 45°N 149°E 22°N 122°E 22°N 141°E	X 24 hour Surface Analysis Wave prognosis	1930(12) 0440(00) 1719(12)

Для прийому текстової інформації про погоду – прогноз. аналіз. метеопередження. – зазвичай не підбирають спеціальних станцій. оскільки випуски NAVAREA і NAVTEX містять її в достатній кількості.

З посібника ALRS 285 вибираємо інформацію про райони NAVAREA і станціях NAVTEX по маршруту переходу. Дані зводимо в табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Райони NAVAREA. станції NAVTEX на переходи

№	Дилянка переходу	Район NAVAREA	Станції NAVTEX	Координатор NAVAREA
1	Japan	XI	Yokohama [I] Moji [H]	Japan

В ході навігаційного опрацювання переходу готуються до обміну інформацією з береговими контрольними постами, лоцманськими станціями, операторами портових терміналів в портах заходу.

За допомогою посібника ALRS 286 визначають наявність по маршруту контрольних постів, районів, де здійснюється управління рухом суден постами СУДС (Reporting Areas), вирішують питання про зв'язок з контрольними станціями і постами – терміналами, форми і способах подання інформації. З'ясовують деталі зв'язку з лоцманськими станціями і оператором терміналів в портах. Отримані відомості зводять в табл. 2.5.

Таблиця 2.5

Зв'язок на переходи

№	Станція	Спосіб зв'язку	Канали. частоти	Примітка
1	2	3	4	5
1	Pusan Pilots and Port	VHF	13. 12	Approach. berthing. unberthing.
2	Yokohama Pilots and Port VTS	VHF	11; 68; 16; 20; 22	Reporting Point. Call sign. name of ship. IMO number. Next port of Call. TSS

2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

Вивчення, аналіз і короткий опис гідрометеорологічних по маршруту на період (місяць) плавання включають наступні елементи:

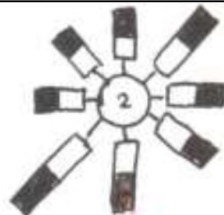
- загальна характеристика
- атмосферний тиск і вітри
- тропічні циклони
- хмарність і опади
- тумани і видимість
- температура і вологість.

Таблиця 2.6

Атмосферний тиск і розшифровка «роз вітрів»

Характеристики за ділянками	Пусан			Острів Кюсю			Йокогама		
1	2			3			4		
Атмосферний тиск. гПа	1020			1020			1020		
Вітер	Роза вітрів № 1			Роза вітрів № 2			Роза вітрів № 3		
Напрявленія вітру	Повторюваність вітру. %			Повторюваність вітру. %			Повторюваність вітру. %		
	су-мар-на	11-15 м/с	>16 м/с	су-мар-на	11-15 м/с	>16 м/с	су-мар-на	11-15 м/с	>16 м/с
N	10	—	—	7	—	—	33	—	—
NE	11	—	—	1	—	—	17	—	—
E	13	—	—	0	—	—	10	—	—

Продовження табл. 2.6

1	2			3			4		
SE	6	—	—	1	—	—	4	—	—
S	15	—	—	0	—	—	5	—	—
SW	18	—	—	1	—	—	9	—	—
W	14	—	—	8	—	—	5	—	—
NW	13	—	—	82	—	—	16	—	—
Результуючий витеp	напpавлення. у румбах	NE	напpавлення. у румбах	NW	напpавлення. у румбах	NE			
	швидкість. м/с	3-5	швидкість. м/с	3-5	швидкість. м/с	3-5			
Максимальна швидкість витеpу. м/с	спостережена	—	спостережена	—	спостережена	—			
	розрахункова	32	розрахункова	36	розрахункова	24			
Повторюваність штилив. %	2			1			1		
Схема «рози витpив»									

Таблиця 2.7

Видимість, водний і тепловий режими атмосфери, гідрологічні характеристики

Характеристики за ділянками	Пусан	Острів Кюсю	Йокогама
1	2	3	4
Температура повітря. °C	22	24	24
Температура води. °C	22	22	20

Видносна вологисть. %	80	80	80
-----------------------	----	----	----

Продовження табл. 2.7

1		2	3	4
Повторюваність туманів. %		< 2	< 2	< 2
Видимість менше 2 миль. %		—	—	—
Хмарність. бали		5	6-8	6-8
Солоність води. ‰		33.0	34.5	34.5
Щільність води. г/см ³		1.02500	1.02500	1.02500
Постійні течії	назва	—	Куро-Сиво	—
	термодинамічна характеристика	—	тепла	—
	напрявлення	—	SW	—
	швидкість. вузл.	—	0.5-2.0	—
	стійкість	—	20-50	—
Швидкість припливних течії. вузл.		—	—	—
Висота хвиль. м	середня	1.0-1.5	1.0-1.5	1.0-1.5
	максимальна	1.5	1.5	1.5
Період хвиль. с		5	5	5

2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибрежному плаванні

Порт Пусан (Busan Hang) – один з найважливіших портів Кореї. вхід в порт розташований між Данганг (Danggan) і Сеунгду (Seungdu) молами. 6 миль ENE. Пусан добре захищений і використовується великими судами. Розширення порту. закінчене в 1983 році. підняло середньорічний об'єм обробки вантажів до 19 мільйонів тонн.

Пусан Ганг розділений Еонг До на 2 гавани. Південна гавань (використовувана переважно судами прибережного плавання) розташована на південний захід від острова. і Північна гавань (з глибоководними причалами). розташована на північний схід від нього. Обидві гавани розділені на внутрішню і зовнішню. захищені хвилеломами.

Верф в Еонг До досить мистка. щоб будувати. ремонтувати. вводити в док суду до 150.000 тонн.

Мінімальні глибини. нанесені на карту у фарватері. який веде до глибоководних причалів в північній частині Північної Внутрішньої гавани. де два 500.000 тоннних судна можуть ошвартоватися лагом. складають 12.5 метрів.

Берегові орієнтири.

Саенг До (Saeng Do 35°02' N. 129°06' E) є хорошим орієнтиром при підході до Бусан Гангу. Іншими корисними орієнтирами розташованими після Саенг До являються:

Сангі Ма (Sangi Ma). південно – східна точка від Еонг До. 1.5 миль на північно – північний схід

Янг Сан (Jang San 35°11' N. 129°09' E) – гора заввишки 633 метри з вишкою. позначеною вогнем. на вершині. 10 миль на северо – северо – восток.

Говонгйон Сан (Gowongyon San). з двома вершинами (найвища 516 метрів). 7.5 миль на північ. Орюнг До (Oryung Do) – маяк. 3.75 миль на північно – північний схід. Еонг До (Yeong Do) – маяк. 1 миля на північ. Жо До (Jo Do). заввишки 140 метрів. 2.5 миль на північ.

Вежа Бусан. висота над рівнем моря 118 метрів. поблизу церкви. 5 миль на північний захід.

Лоцманська проводка і плавання. Лоцманська проводка обов'язкова. Прийняття лоцмана на борт відбувається в Північній Зовнішній гавані. Судна з осіданням понад 7.0 метрів повинні встати на якор на відстані 1 миль на північний схід від Жо До (Jo Do. 33°04' N. 129°06' E) до прибуття лоцмана.

Запит лоцмана має бути зареєстрований завчасно (за 24 години до очікуваного часу прибуття). Можливе використання радару в умовах обмеженої ви-

димости під контролем порту.

Якірні стоянки. Пронумеровані місця якірних стоянок розташовані в Північний Зовнішній гавані, як показано на карті.

Карантинна якірна стоянка розташована між молами Жо До і Сонам.

Портове обслуговування. Ремонт будь – якого виду. П'ять сухих доків. Мисткість найбільшого – 150.000 тонн. Плавучий док з мисткістю 15.000 тонн. Численні стапелі. Крани вантажопідйомністю до 100 тон розташовані у верфях.

Інші засоби обслуговування. Численні буксири. 300 барж. Три плавучі крани вантажопідйомністю 50-100 тонн. Більше висимдесяти пересувних кранів (30-100 тонн). Деякі лікарені.

Постачання. Прісна вода на причалах і ліхтерами. Усі типи палива. Провізія, усі види, хороша якість.

Повідомлення. Систематично по воді з Японією і іншими портами Кореї. Аеропорт в Кім Хой (Kim Hoу), на відстані шістнадцяти миль. План порту представлений на рис. 2.1.

Необхідні документи на прихід/відхід:

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

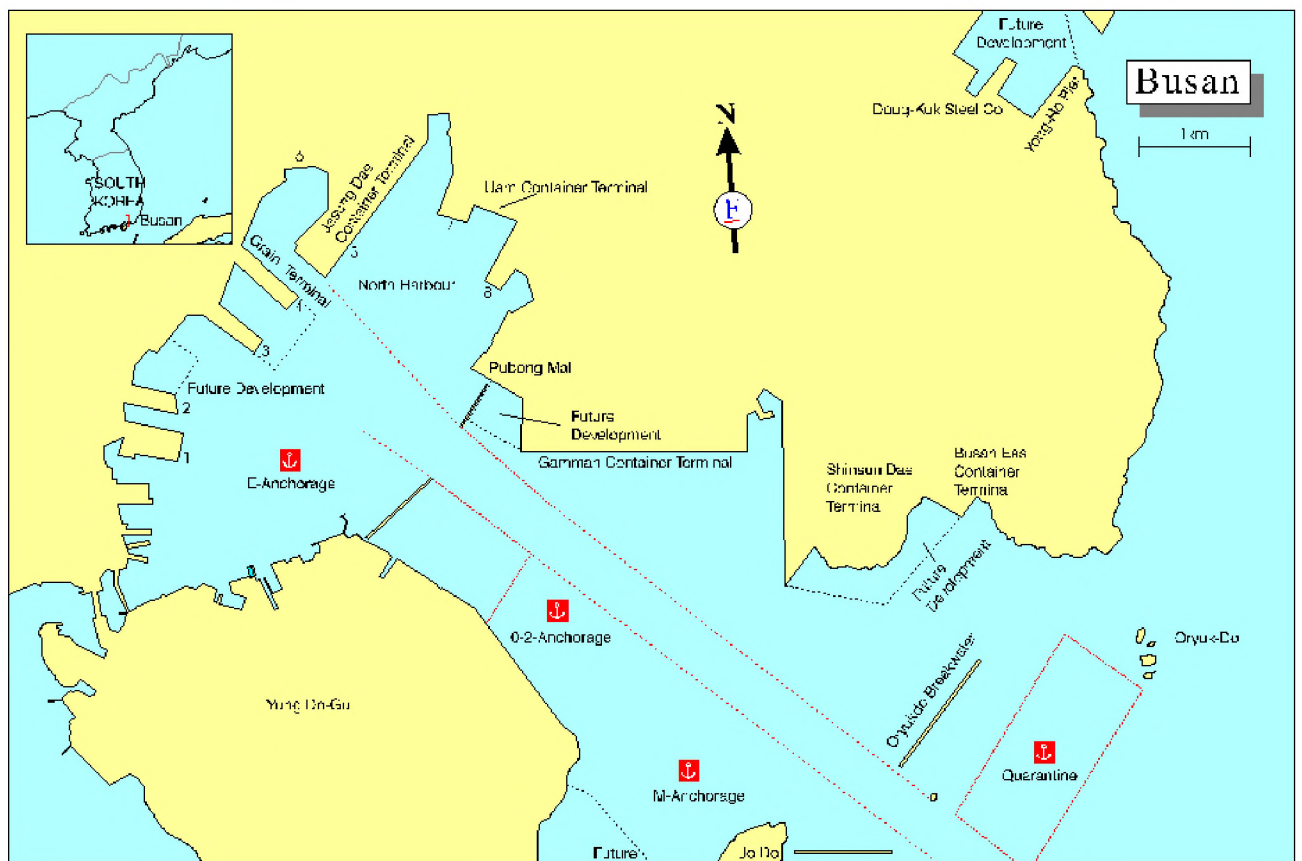


Рис. 2.1. План порту Пусан

Порт Йокогама – найбільший торговий порт Японії, доступний для океанських судів, розташований до N від порту Йокосука і зані – має бухти Негиси і Йокогама, розділені півостровом Хоммоку.

У порт Йокогама ведуть фарватери Йокогама і Цуруми. Порт укритий від усіх витрів, окрім сильних східних, розводящих велике хвилювання, яке викликає припинення навантажувально – розвантажувальних робіт. У порту Йокогама проводяться великі роботи по його розширенню. Межі порту і його районів показані на картах. Акваторія порту розбита на п'ять районів (№ 1-5).

Орієнтирами можуть служити: будівля готелю заввишки 93 м, що знаходиться в 9 кбт до SW від входу в канал Хоривари; дві труби заввишки 143 і 123 м теплової електростанції «Йосоко», розташованої в 6.9 кбт до SE від входу в канал Хоривари; чотири з'єднани разом труби заввишки 133 електростанції «Йокогама південна» що стоять в 2 кбт до W від труб електростанції «Йосоко»;

три труби заввишки 133, 135 і 134 м. що знаходяться відповідно до W вид основи пирсу А. до О вид пирсів Н і в 1.6 кбт до SO вид труби висотою 135 м. При підході до районів № 1 – 3 порти Йокогама орієнтирами служать: циліндрична зелена вежа митниці. що має висоту 54 м і стоїть в 1.1 кбт до WNW вид основи пирсу Осамбаси; дві сполучені разом труби електростанції «Йокогама» що знаходиться в 3.5 кбт до NW вид північного краю Зовнішнього хвилелому.

Грунт в порту Йокогама пісок. мул. гравій і черепашка; якори тримає добре.

Гидрометеорологічні відомості. Припливо-відливні течії в порту Йокогама зазвичай мають незначну швидкість. На напрямку течій істотний вплив роблять портові споруди і особливо Зовнішній хвилелом. На фарватері Йокогама поблизу входу і до Зовнішнього хвилелому припливна течія спрямована на NNW. а відливне – на SSE; найбільша швидкість течій спостерігається через 3 год після моменту повної і малої води і складає близько 0.6 вузлів. Пройшовши через проходи в зовнішньому хвилеломі. припливна течія поширюється виялоподібно. У ряді місць порту утворюються слабкі противотечії. З внутрішньої сторони Зовнішнього хвилелому виникають слабкі вири в результаті зустрічі течій. що йде з каналу Кейхин. з припливною течією. проникаючим через проходи в Зовнішньому хвилеломі.

Сильні витри можуть значно змінити напрям і швидкість течій.

Обгороджування. На молах. хвилеломах і портових спорудженнях встановлені знаки. що світять. і вогні. Фарватери в порту і небезпеці огорожені буями. що світять і не світять.

Райони. заборонені для плавання. знаходяться на північний схід від Північного хвилелому. на південний схід від острова Оги і в 2 милях до Про від острова Оги. Ще два райони. заборонені для плавання. знаходяться з обох боків південної частини Зовнішнього хвилелому і в межах 0.3-1.3 миль до NO вид молу Хоммоку; у першому з районів ведеться будівництво причальних споруд. а в другому – хвилелому.

Лоцманська служба. Лоцманська проводка для входу в порт Йоко – гама. виходу з нього і пересування в порту обов'язкова для усіх судів. Лоцмана зустрічають судна в 4.5 миль до SSE вид мису Каннон або поблизу східного входу на фарватер Йокогама. Виклик лоцмана здійснюється через управління порту Йокогама.

Портові засоби і устаткування. Порт має в розпорядженні буксири, танкери, Водолиї; і лихтерами. Більше 50 малих судів осуществ – ляють зв'язок між судами, що стоять у причалив і на рейди. У порту Йокогама споруджена безлич причалив, у яких можуть стояти великі судна. На причалах прокладені залізничні колії і уста – новлено велика килькість кранів. Є склади різного призначення і холодильники. На акваторії порту виставлені багато швартових бочок.

Ремонт. На суднобудівельних заводах порту Йокогама можна про – извести капітальний ремонт великих суден. У порту є п'ять сухих і один плавучий док для судів валовою місткістю до 60 000 рег. т. Є також декілька слипів для малих судів.

Постачання. Рідке паливо і вугілля можна отримати у причалив, а також на рейди. На судна, що стоять на рейди, вода доставляється водо – леями. Можна поповнити запаси продовольства.

Митниця. Усі судна, прибули з-за кордону, піддаються таможенному догляду.

Санитарно – карантинна служба. У порту Йокогама усі судна, що прибувають і убувають, піддаються санітарному огляду.

Видилення карантинної станції Йокогама знаходиться у внутрішній гавані біля основи пирсу Осамбаси. Оглядається урядовим чиновником, як правило, у світлий час доби. Видведено певне місце для огляду тварин і рослин.

Сигнальна станція Йокогама, розташована поблизу будівлі метеостанції, здійснює зв'язок з судами. При знаку, що світить, на південному краю північних секцій Зовнішнього хвилелому є сигнальна станція, на який під-

нимаються сигнали погоди. сигнали з вказівкою місця якорної стоянки і місця швартовки.

Сигнальна станція Цуруми знаходиться при знаку Цуруми. що світить. на острові Огі. На цій сигнальній станції піднімаються сигнали погоди. а також подаються сигнали. що регулюють рух судів на фарватері Цуруми.

Рятувальна служба. У порту Йокогама є 4 рятувальних і 2 пожежних ботів.

Повідомлення і зв'язок. Порт Йокогама пов'язаний із залізничною мережею острова Хонсю. Є морське пасажирське сполучення з багатьма портами світу. З міста Йокогама в міста Токіо. Йокосука. Урага і Курихама ходить трамвай. Крім того. між усіма портами. розташованими в Токийській затоці. здійснюють регулярні рейси пасажирські катери.

Попередження. У багатьох районах порту Йокогама робляться засипні і днопоглиблювальні роботи. тому потрібно уважно стежити за сповіщеннями мореплавцям і навігаційними попередженнями.

Необхідні документи на прихід/видхід:

General Declaration – 3 шт.

Cargo Declaration – 3 шт.

Ships Stores Declaration – 3 шт.

Crews Effects Declaration – 3 шт.

Crew List 1 – 3 шт.

Clearance from last port.

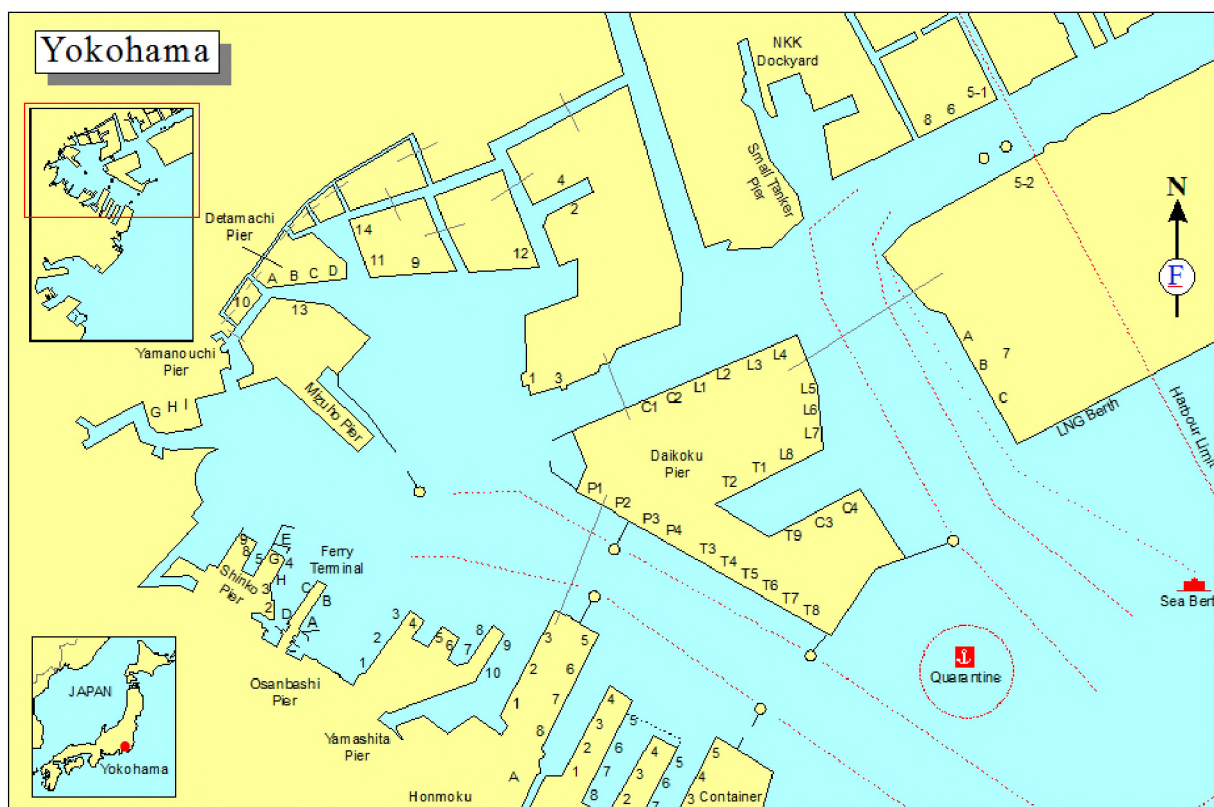


Рис. 2.2. План порту Йокогама

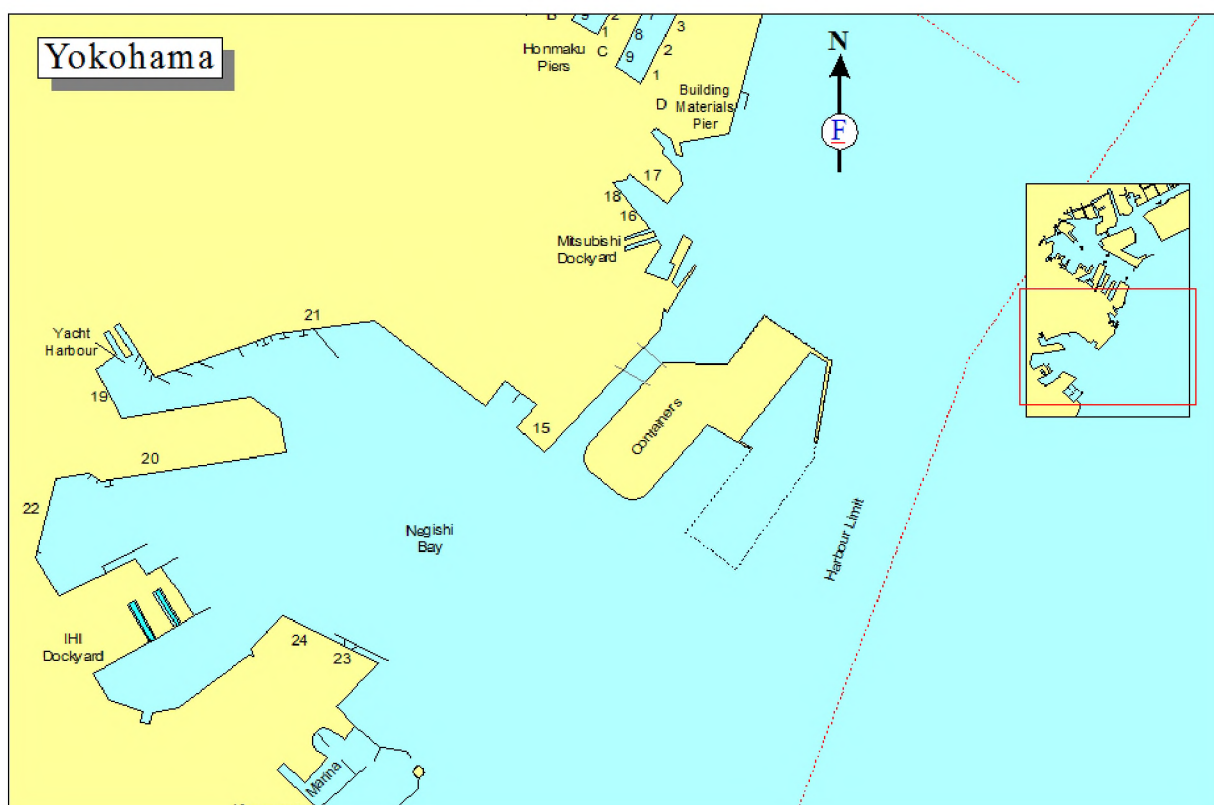


Рис. 2.3. План порту Йокогама

Засоби навігаційного обладнання, які були використовувани на переході, наведені в табл. 2.8.

Таблица 2.8

Засоби навігаційного обладнання

№	Назва	Координати φ λ	Даль- ність види- мости. мили	Харак- тери- стики	Траверз	
					Истинний пеленг	Найко- ротша видстань
1	2	3	4	5	6	7
1	Oryung Do	35°05.5' N 129°07.6' E	21	Fl10s	046	1.1
2	Yong Do	35°03.1' N 129°05.5' E	24	Fl(3) 18s	235	1.7
3	Hong Do	34°32.2' N 128°43.9' E	19	Fl10s	290	11.2
4	Tsutsu Saki	34°06.4' N 129°10.1' E	24	Fl10s	104	17.1
5	Ose Saki	32°36.8' N 128°36.0' E	27	Fl10s	047	11.3
6	Bono Misaki	31°13.8' N 130°15.5' E	27	Fl(3) 30s	030	11.8
7	Sata Misaki	30°59.1' N 130°39.3' E	26	Fl(2) 16s	007	5.2
8	Toi Misaki	31°22.0' N 131°20.8' E	26	Fl15s	332	18.8
9	To Shima	34°31.9' N 139°16.8' E	22	Fl6s	146	3.5

Продовження табл. 2.8

1	2	3	4	5	6	7
10	Habu Ko	34°41.2' N 139°27.0' E	21	Fl12s	345	4.0
11	Suno Saki	34°58.5' N 139°45.4' E	18	Fl30s	112	2.5
12	Ashika Shima	35°12.7' N 139°44.1' E	13	Fl3s	270	2.2
13	Kannon Saki	35°15.4' N 139°44.7' E	20	Fl(2) 15s	235	1.4
14	Futtso Ko	35°18.0' N 139°49.5' E	12	Iso.4s	055	3.3
15	Doisan Kaiho	35°17.3' N 139°44.3' E	11	Fl(2) 10s	235	0.54
16	Daini Kaiho	35°18.7' N 139°44.5' E	18	Fl5s	055	0.3
17	Yokohama Seaberth	35°27.2' N 139°43.8' E	10	Fl8s	036	1.5
18	Marine Tower	35°26.6' N 139°39.1' E	23	Fl20s	290	1.5

2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1 Розрахунок ортодромії

Рейс є фактичним. Так як описуваний перехід не здійснюється транскеанським шляхом, то ми наведемо приклад розрахунку ортодромії довільно вибраних точок.

$$S = \frac{PШ}{\cos K}$$

$$\operatorname{tg} K = \frac{PД}{PМЧ}$$

$$\cos D = \sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \cos(\lambda_2 - \lambda_1)$$

$$\Delta = S - D$$

Рівняння ортодромії для нанесення на меркаторську карту:

$$\operatorname{tg} \varphi_i = \operatorname{ctg} K_o \cdot \sin(\lambda_i - \lambda_o)$$

де λ_o – довгота точки перетину екватора ортодромією;

K_o – кут між меридіаном і ортодромією.

Вичислимо довжину локсодромії і ортодромії між двома точками при плаванні по Атлантичному океану.

$$\varphi_H = 45^\circ 35' \text{ N}$$

$$\varphi_K = 36^\circ 00' \text{ N}$$

$$\lambda_H = 56^\circ 15' \text{ W}$$

$$\lambda_K = 07^\circ 00' \text{ W}$$

Розрахунки представимо у вигляді табл. 2.9.

Таблиця 2.9

Розрахунок локсодромії

φ_K	36°00.0' N	λ_K	007°00.0' W	РМЧ	– 762
φ_H	45°35.0' N	λ_H	056°15.0' W	К	104.4°
РШ	– 575	РД	2955	S	2304

Таблиця 2.10

Розрахунок ортодромії

$\sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2$	+	0.421935
$\cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \cos(\lambda_2 - \lambda_1)$	+	0.371447
$\cos D$		0.7919
D		37.9° = 2274'

$$\Delta = S - D = 2304 - 2274 = 30.0 \text{ миль}$$

Висновок: Виграш у відстані складає 30.0 миль. тому не має сенсу йти по дузі великого круга.

Розрахунок параметрів ортодромії:

$$\lambda_o = \frac{(\lambda_K + \lambda_H)}{2} - a \tan \left[\operatorname{tg} \left(\frac{\lambda_K - \lambda_H}{2} \right) \cdot \sin(\varphi_K + \varphi_H) \cdot \operatorname{cosec}(\varphi_K - \varphi_H) \right]$$

$$\operatorname{ctg} K_o = \operatorname{tg} \varphi_{до} \cdot \operatorname{cosec}(\lambda_{до} - \lambda_o)$$

Результати розрахунків заносимо в табл. 2.11.

Таблиця 2.11

Курси і відстані при плаванні по ортодромії

N	Широта	Довгота	Курс	Відстань
1	45° 39.0' N	050° 00.0' W	89	262
2	45° 04.0' N	040° 00.0' W	95	423
3	45° 33.0' N	030° 00.0' W	102	439
4	41° 02.0' N	020° 00.0' W	109	469
5	37° 21.0' N	010° 00.0' W	115	514
6	36° 00.0' N	007° 00.0' W	119	166

2.3.2 Складання маршрутних листів

Відповідно до рекомендацій ІМО. при плануванні рейсу необхідно скласти маршрутні листи. Маршрутний лист приведений на рис. 2.4-2.7.

2.3.3 Графічний план переходу

Результати навігаційного планування переходу оформляють у вигляді графічного плану переходу, який представлений на рис. 2.8. На графічному плані наноситься наступна інформація: курс судна (ортодромія чи локсодромія), назви портів відходу/заходу, основні течії, рози витрів.

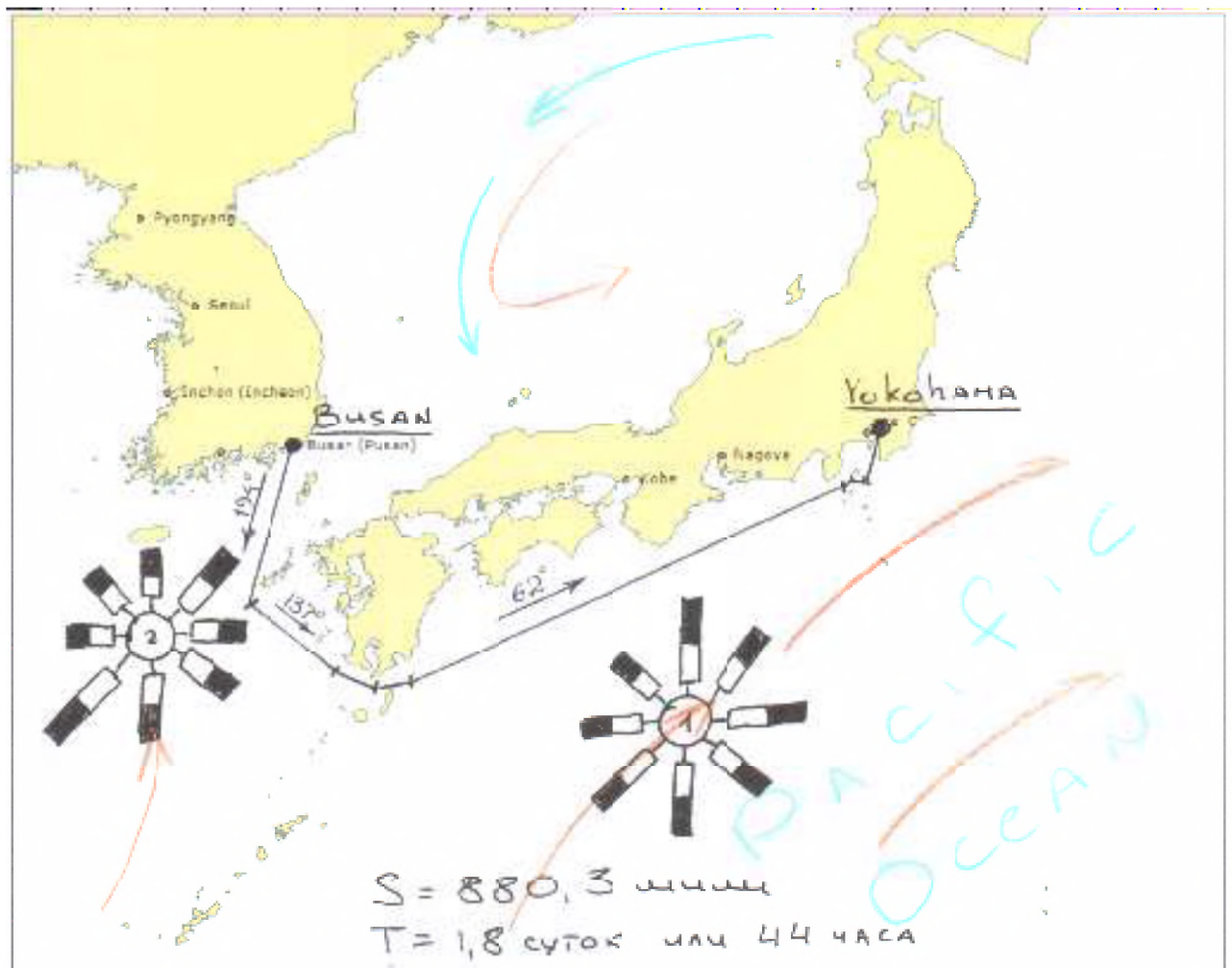


Рис. 2.8. Графічний план переходу

2.3.4 Розрахунок природної освітленості

Розрахунки освітленості виконують двома послідовними наближеннями:

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

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

По широти місця судна φ і схиленню Сонця δ на моменти його сходу і заходу по формули $\tan A$ розраховуємо азимути Сонця (Z) при сходу і заходу, які також внесемо до табл. 2.12.

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

Місцевий час явища переводять у Грінвічний:

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

Грінвічний час явища переводять в судновий:

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

Таблиця 2.12

Елементи освітленості

Дата	Початок навигац. сутинкив	Сонце				Кінець навигац. сутин- кив	Місяць		
		Схід		Захід			Схід. Т _с	Вик. дни	Захід. Т _с
		Т _с	А	Т _с	А				
08.03	05:50	06:44	95	18:26	265	19:20	06:47	29	19:08

09.03	05:44	06:37	95	18:11	265	19:02	07:12	1	19:55
10.03	05:16	06:09	94	17:44	266	18:39	07:12	2	20:44

2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

Безпека плавання в морях з припливами вимагає попередніх розрахунків для пророцтва рівня. Безпека плавання в морях з припливами вимагає попередніх розрахунків для передбачення рівня моря в заданому районі. Коливання рівня моря можна представити у вигляді кривої, побудованої в системі прямокутних координат, по осях якої відкладаються висоти припливу в метрах і час доби, що відповідає їм. Маючи таку інформацію дали неважко вирішити практично будь-яке штурманське завдання по передобчислюванню приливів.

Результати передобчислювання приливів мають бути такими, щоб надали, під час плавання судна в цьому районі, потреби в складних розрахунках не було. Зазвичай буває досить скласти таблиці і графіки, що ілюструють їх, для добового коливання рівня і зміни елементів приливо-відливної течії.

Таблиця приливів містить зведення про час настання і висоти повних і малих вод. Таким чином вибираємо з таблиць приливів для порту Пусан і порту Йокогама часи настання і висоти вод. За оперативний час відходу прийнята дата 08.03 в 18год.00хв. За даними попереднього прокладення прибуття в порт Йокогама очікується 10.03. Ці дані представлені в табл. 2.13. А також представлені графіки приливів на рис. 2.9-2.10.

Таблиця 2.13

Припливи в портах Пусан і Йокогама

Пусан	08.03		08.03		Йокога- ма	10.03		10.03	
	HW		LW			HW		LW	
	T	h	T	h		T	h	T	H
	01:08	0.8	07:26	0.4		03:38	1.3	07:43	1.3
	13:26	0.7	19:46	0.4		11:49	1.4	20:10	0.6

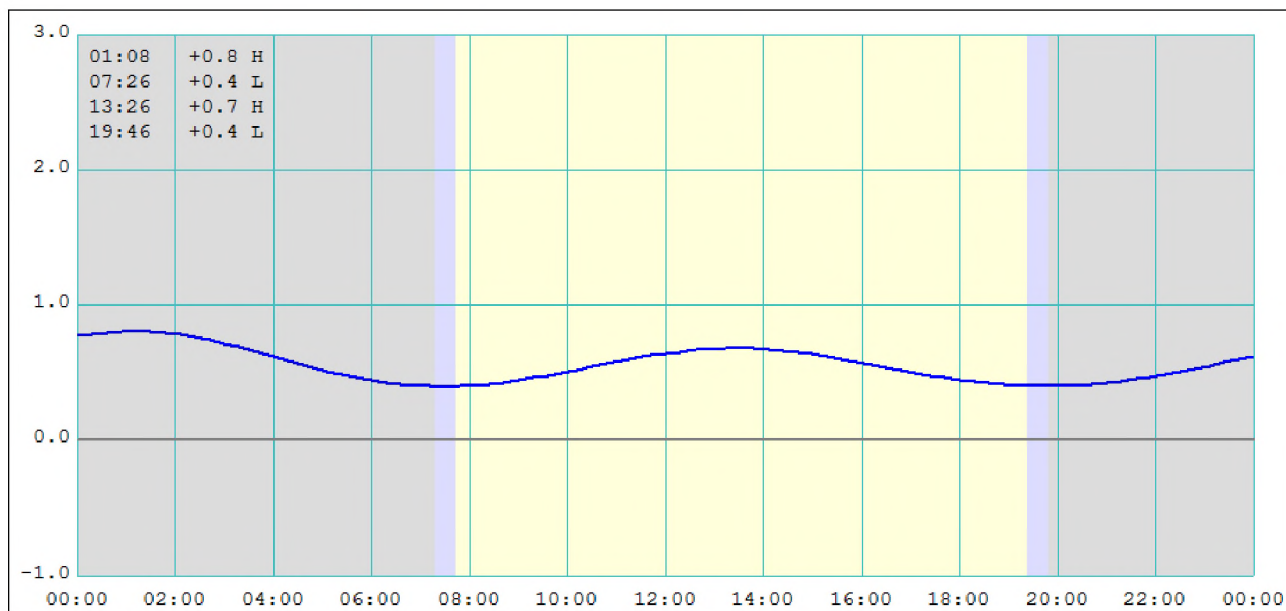


Рис 2.9. График приливив в порту Пусан

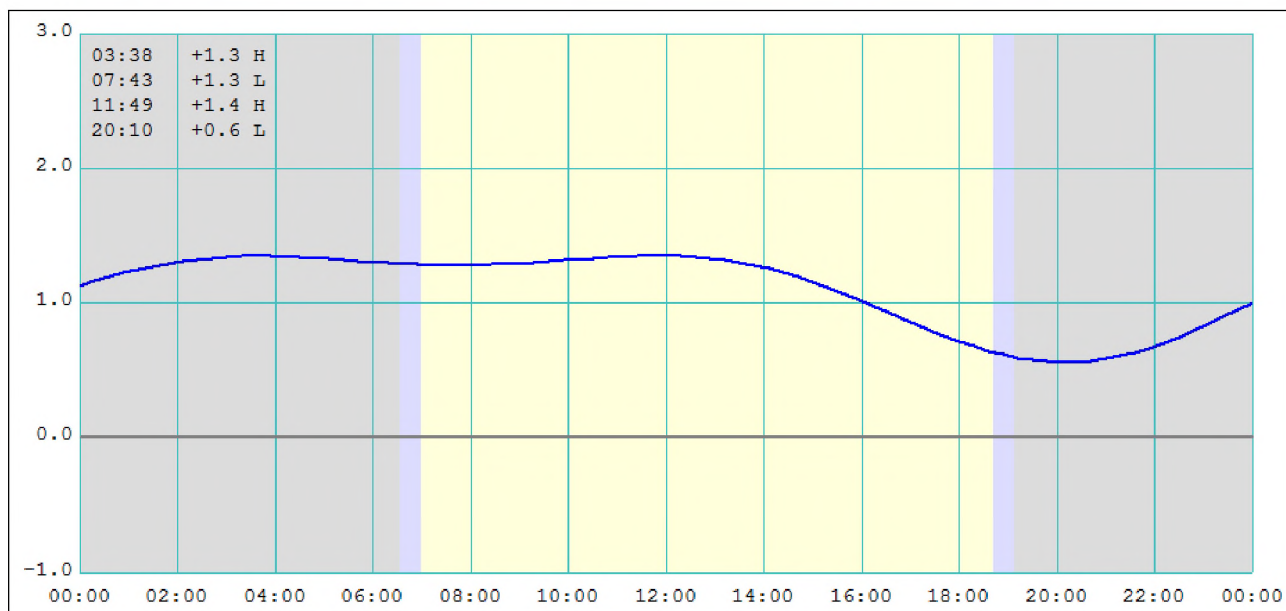


Рис. 2.10. Графики приливив в порту Йокогама

РОЗДИЛ 3

ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖИВ

3.1 Транспортні характеристики вантажив

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

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

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

- International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 74/78). Chapters VI, VII [6];
- International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78) [8];
- International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code) [9];
- Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing (CSS Code) [11];
- Thomas Stowage: The Properties and Stowage of Cargoes [12].

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

Небезпечних вантажив в контейнерах не заявлено.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

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

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

Перехид Пусан – Йокогама проходить в зоні дії літньої вантажної марки і без обмежень по осадці. За розрахункову водотоннажність приймаємо, встановлене для зони дії літньої вантажної марки.

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

$$\Delta_p = 67271 \text{ т}$$

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

$$\Delta_w = \Delta_p - \Delta_o. \quad (3.1)$$

де Δ_o – водотоннажність судна порожньому, т.

$$\Delta_w = 67271.0 - 16402.0 = 50869.0 \text{ т}$$

Ходовий час визначається по формули:

$$t_x = \frac{L}{24 \cdot V} + t_{zn} \quad (3.2)$$

де L – протяжність траси переходу, миль;

V – планова технічна швидкість, вузл..

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

$$t_x = \frac{880}{24 \cdot 20.0} + 0 = 1.8 \text{ доби.}$$

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

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

Кількість ходових запасів складає суму:

$$P_{зан}^x = P_m^x + P_v^x + P_{см}^x; \quad (3.3)$$

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

Детальніше:

$$P_m^x = q_m^x \cdot t_x \cdot k_{шт}; \quad (3.4)$$

$$P_m^x = 95.0 \cdot 1.8 \cdot 1.2 = 205.2 \text{ т}$$

$$P_v^x = q_v^x \cdot t_x \cdot k_{шт}; \quad (3.5)$$

$$P_v^x = 5.0 \cdot 1.8 \cdot 1.2 = 10.8 \text{ т}$$

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

$$P_{см}^x = 0.5 \cdot 1.8 \cdot 1.2 = 1.1 \text{ т}$$

$$P_{зан}^x = 205.2 + 10.8 + 1.1 = 217.1 \text{ т}$$

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

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

Моторне паливо $P_{нал м} = 4251.0 \text{ т}$.

Дизельне паливо $P_{нал д} = 137.3 \text{ т}$.

Запас мастильної олії $P_m = 155.1 \text{ т}$.

Запас прісної води $P_{\text{в}} = 375.0$ т.

Запас інші $P_{\text{и}} = 79.6$ т.

Константа $const = 247.0$ т.

Всього запасів $P_{\text{зан}} = 4998.0$ т.

Кінець рейсу: моторне паливо 4080.0 т; дизельне паливо 137.3 т; мастило 154.2 т; вода 365.5 т. інші 79.6.

Розрахувавши загальну кількість рейсових запасів, приступають до визначення чистої вантажопідйомності судна $\Delta_{\text{ч}}$ на рейс:

$$\Delta_{\text{ч}} = \Delta_{\text{в}} - P_{\text{зан}} - P_{\text{б}} - const \quad (3.7)$$

$$\Delta_{\text{ч}} = 50869.0 - 4998.0 - 3842.6 - 247.0 = 41781.4 \text{ т}$$

Значення чистої вантажопідйомності судна визначає максимальну кількість вантажу, яку судно може прийняти до перевезення на цей рейс. Фактична ж кількість вантажу, що приймається, залежить від вантажомисткості W і питомий вантажомисткості W судна, а також від питомого навантажувального об'єму вантажу u .

3.4 Складання вантажного плану

Перевізник несе відповідальність за неправильне розміщення вантажів на судні. Неправильне або невдале розміщення вантажів, перевантаження окремих відсіків неминуче призводить до перенапружень корпусу, а в окремих випадках до ушкоджень і навіть аварії судна. Тому судно має бути завантажено так, щоб не з'явилося крену, були належний диферент і достатня остійність, не були порушені умови місцевої і загальної міцності. Це досягається

відповідним розподилом вагового навантаження по вантажних приміщеннях судна.

За результатами розподілу вантажів складається зведена табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Розміщення вантажів на судні

Найменування вантажного приміщення	Розміщення	Маса. т
1	2	3
NO.1 HOLD	260 – 294	969.0
NO.2 HOLD	224 – 258	1686.1
NO.3 HOLD	188 – 222	3025.5
NO.4 HOLD	152 – 186	2253.3
NO.5 HOLD	116 – 150	3048.8
NO.6 HOLD	80 – 114	1559.6
NO.7 HOLD	10 – 44	1433.0
Всього в трюмах		13975.3
NO.1 DECK	260 – 294	1471.5
NO.2 DECK	224 – 258	914.9
NO.3 DECK	188 – 222	1668.1
NO.4 DECK	152 – 186	991.3
NO.5 DECK	116 – 150	1414.2
NO.6 DECK	80 – 114	978.1
NO.7 DECK	10 – 44	1291.0
BAY NO.62	8 – 8	965.2
Всього на палуби		9694.3
ВСЬОГО ВАНТАЖУ		23669.6

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

При складанні вантажного плану необхідно в комплексі враховувати характеристики судна, вантажив, траси і портив заходу.

Гидрометеорологічні умови плавання і характеристика портив заходу в частини що стосується вантажних операцій представлені в глави 2.

Видстань між портами: $S = 880$ миль.

Час виконання рейсу: березень.

Порт видходу: Пусан (щільність води $\rho = 1.02500 \text{ т/м}^3$)

У порту видходу діє литня вантажна марка.

Мінімальні глибини, нанесені на карту у фарватері, який веде до глибоководних причалив в північній частині Північної Внутрішньої гавані, де два 500.000 тоннних судна можуть ошвартоватися лагом, складають 12.5 метрів.

Портове обслуговування. Ремонт будь – якого виду. П'ять сухих доків, мисткість найбільшого – 150.000 тонн. Плавучий док з мисткістю 15.000 тонн. Численні стапеля. Крани вантажопідйомністю до 100 тон розташовані у верфях.

Інші засоби обслуговування. Численні буксири. 300 барж. Три плавучі крани вантажопідйомністю 50-100 тонн. Більше висимдесяти пересувних кранів (30-100 тонн). Декилька ликарень.

Постачання. Присна вода на причалах і лихтерами. Усі типи палива. Провізія, усі види, хороша якість.

Необхідні документи на прихід/видхід:

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

8. Ship's Registry – 1 шт.

Порт приходу: Йокогама (щільність води $\rho = 1.02500 \text{ т/м}^3$)

У порту виходу дие литня вантажна марка.

Портови засоби и устаткування. Порт мае в розпорядженні буксири, танкери, Водолиї; и лихтерами. Більше 50 малих судив осуществ – ляют зв'язок між судами, що стоять у причалив и на рейди. У порту Йокогама споруджена безлич причалив, у яких можуть стояти велики судна. На причалах прокладени залізнични колиї и уста – новлено велика килькість кранів. Є склади різного призначення и холодильники. На акваторії порту виставлени багато швартових бочок.

Ремонт. На суднобудівельних заводах порту Йокогама можна про – извести капітальний ремонт великих суден. У порту є п'ять сухих и один плавучий док для судив валовою місткістю до 60 000 рег. т. Є також декілька слипів для малих судив.

Постачання. Рідке паливо и вугілля можна отримати у причалив, а також на рейди. На судна, що стоять на рейди, вода доставляється водо – леями. Можна поповнити запаси продовольства.

Митниця. Уси судна, прибули з-за кордону, піддаються таможенному догляду.

Санитарно – карантинна служба. У порту Йокогама уси судна, що прибувають и убувають, піддаються санітарному огляду.

Видділення карантинної станції Йокогама знаходиться у внутрішній гавані біля основи пирсу Осамбаси. Оглядається урядовим чиновником, як правило, у світлий час доби. Видведено певне місце для огляду тварин и рослин.

Необхідні документи на прихід/видхід:

General Declaration – 3 шт.

Cargo Declaration – 3 шт.

Ships Stores Declaration – 3 шт.

Crews Effects Declaration – 3 шт.

Crew List 1 – 3 шт.

Clearance from last port.

РОЗДИЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

Розподіл запасів на судні на видхід и прихід представлений в табл. 4.1 и табл. 4.2.

Таблиця 4.1

Розподіл запасів на видхід

Найменування цистерн	Маса. т	Плечи. м			Моменти. тм		
		<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	M_x	M_y	M_z
1	3	4	5	6	7	8	9
<i>Моторне паливо</i>							
NO.3 HEAVY F.O. P	715.1	160.104	12.75	8.626	114490	9118	6168
NO.3 HEAVY F.O. S	732.0	160.104	-12.75	8.626	117196	-9333	6314
NO.4 HEAVY F.O. P	806.9	131.771	12.55	7.344	106326	10127	5926
NO.4 HEAVY F.O. S	801.2	131.771	-12.55	7.344	105575	-10055	5884
NO.6 HEAVY F.O. P	414.0	74.961	13.10	7.317	31034	5423	3029
NO.6 HEAVY F.O. S	349.3	75.075	-13.10	7.279	26224	-4576	2543
HFO SERVICE P	160.9	58.300	6.10	10.691	9380	981	1720
HFO SETTTL. 1 P	168.5	58.300	8.90	8.903	9824	1500	1500
HFO SETTTL. 2 P	103.1	58.300	8.70	9.570	6011	897	987
ВСЬОГО	4251				526060	4082	34071
<i>Дизельне паливо</i>							
DO STOR. ATH	99.0	51.850	0.0	1.426	5133	0	141
DO SERVICE P	38.3	50.300	13.25	13.000	1926	507	498
ВСЬОГО	137.3				7059	507	639
<i>Масило</i>							
M/E LO STOR. S	39.6	58.900	-4.55	12.550	2332	-180	497
M/E LO SUMP. C	30.0	48.522	0.0	1.233	1456	0	37
G/E LO STOR. S	9.4	55.700	-3.68	13.000	524	-35	122
CYL.O.STOR. S	43.1	59.900	-3.84	12.550	2582	-166	541

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8
LOW SUL.CYL.O. S	33.0	59.900	-4.05	12.550	1977	-134	414
ВСЬОГО	155.1				8871	-514	1611
<i>Присна вода</i>							
DISTILLED WATER P	40.0	31.900	12.95	13.856	1276	518	554
FRESH WATER P	140.0	32.162	11.20	9.639	4503	1568	1349
FRESH WATER S	195.0	32.115	-11.20	10.403	6262	-2184	2029
ВСЬОГО	375.0				12041	-98	3932
<i>Інші</i>							
FO OVER/DRAIN C	10.0	56.546	0.0	0.901	565	0	9
S/T COOLING C	52.9	11.459	0.0	3.320	606	0	176
S/T LO DRAIN C	0.2	26.366	0.0	1.875	5	0	0
BILGE HOLDING C	16.0	32.505	0.0	1.379	520	0	22
FO PURIF. SLUDGE	0.1	51.100	0.0	9.032	5	0	1
B/W AFT C	0.1	15.889	0.0	1.981	2	0	0
B/W MID P	0.1	36.303	2.20	1.991	4	0	0
B/W FRWD P	0.1	60.274	2.10	1.369	6	0	0
B/W FRWD S	0.1	60.274	-3.10	1.369	6	0	0
ВСЬОГО	79.6				1719	0	208
ВСЬОГО ЗАПАСИВ:	4998	111.19	0.80	8.10	555750	3977	40461

Таблиця 4.2

Розподіл запасів на прихід

Найменування цистерн	Маса. т	Плечи. м			Моменти. тм		
		x	y	z	M_x	M_y	M_z
1	3	4	5	6	7	8	9
<i>Моторне паливо</i>							
NO.3 HEAVY F.O. P	715.1	160.104	12.75	8.626	114490	9118	6168
NO.3 HEAVY F.O. S	732.0	160.104	-12.75	8.626	117196	-9333	6314
NO.4 HEAVY F.O. P	806.9	131.771	12.55	7.344	106326	10127	5926
NO.4 HEAVY F.O. S	801.2	131.771	-12.55	7.344	105575	-10055	5884
NO.6 HEAVY F.O. P	314.0	74.961	13.10	7.317	23538	4113	2298
NO.6 HEAVY F.O. S	278.3	75.075	-13.10	7.279	20893	-3646	2026

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8
HFO SERVICE P	160.9	58.300	6.10	10.691	9380	981	1720
HFO SETTTL. 1 P	168.5	58.300	8.90	8.903	9824	1500	1500
HFO SETTTL. 2 P	103.1	58.300	8.70	9.570	6011	897	987
ВСЬОГО	4080				513233	3702	32823
<i>Дизельне паливо</i>							
DO STOR. ATH	99.0	51.850	0.0	1.426	5133	0	141
DO SERVICE P	38.3	50.300	13.25	13.000	1926	507	498
ВСЬОГО	137.3				7059	507	639
<i>Масило</i>							
M/E LO STOR. S	38.7	58.900	-4.55	12.550	2279	-176	486
M/E LO SUMP. C	30.0	48.522	0.0	1.233	1456	0	37
G/E LO STOR. S	9.4	55.700	-3.68	13.000	524	-35	122
CYL.O.STOR. S	43.1	59.900	-3.84	12.550	2582	-166	541
LOW SUL.CYL.O. S	33.0	59.900	-4.05	12.550	1977	-134	414
ВСЬОГО	154.2					-510	1600
<i>Присна вода</i>							
DISTILLED WATER P	40.0	31.900	12.95	13.856	1276	518	554
FRESH WATER P	140.0	32.162	11.20	9.639	4503	1568	1349
FRESH WATER S	185.5	32.115	-11.20	10.403	5957	-2078	1930
ВСЬОГО	365.5				11736	8	3833
<i>Ини</i>							
FO OVER/DRAIN C	10.0	56.546	0.0	0.901	565	0	9
S/T COOLING C	52.9	11.459	0.0	3.320	606	0	176
S/T LO DRAIN C	0.2	26.366	0.0	1.875	5	0	0
BILGE HOLDING C	16.0	32.505	0.0	1.379	520	0	22
FO PURIF. SLUDGE	0.1	51.100	0.0	9.032	5	0	1
B/W AFT C	0.1	15.889	0.0	1.981	2	0	0
B/W MID P	0.1	36.303	2.20	1.991	4	0	0
B/W FRWD P	0.1	60.274	2.10	1.369	6	0	0
B/W FRWD S	0.1	60.274	-3.10	1.369	6	0	0
ВСЬОГО	79.6				1719	0	208
ВСЬОГО ЗАПАСИВ:	4816.6	112.64	0.77	8.12	542565	3708	39103

Розподил вантажив представлений в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Розподил вантажив по приміщенням

Найменування приміщення і вантажу	Мист-кисть 98%. м ³	м. т	Плечи. м			Моменти. тм		
			x	y	z	M _x	M _y	M _z
1	2	3	4	5	6	7	8	9
NO.1 HOLD	260–294	969.0	215.189	0.0	15.137	208518	0	14668
NO.2 HOLD	224–258	1686.1	188.165	0.0	11.175	317265	0	18842
NO.3 HOLD	188–222	3025.5	160.860	0.0	10.221	486682	0	30924
NO.4 HOLD	152–186	2253.3	133.050	0.0	10.185	299802	0	22950
NO.5 HOLD	116–150	3048.8	104.775	0.0	10.124	319438	0	30866
NO.6 HOLD	80–114	1559.6	69.300	0.0	10.722	108080	0	16722
NO.7 HOLD	10–44	1433.0	22.114	0.0	15.144	31689	0	21701
Всього в трюмах		13975.3	126.757	0.0	11.211	1771474	0	156673
NO.1 DECK	260–294	1471.5	214.105	0.0	26.183	315056	0	38528
NO.2 DECK	224–258	914.9	189.450	0.0	25.349	173328	0	23192
NO.3 DECK	188–222	1668.1	161.074	0.0	25.441	268688	0	42438
NO.4 DECK	152–186	991.3	133.050	0.0	25.322	131892	0	25102
NO.5 DECK	116–150	1414.2	104.775	0.0	26.186	148173	0	37032
NO.6 DECK	80–114	978.1	69.300	0.0	25.341	67782	0	24786
NO.7 DECK	10–44	1291.0	21.050	0.0	25.890	27176	0	33424
BAY NO.62	–8–8	965.2	0.225	0.0	24.643	217	0	23785
Всього на палуби		9694.3	116.802	0.0	25.612	1132312	0	248287
ВСЬОГО ВАНТАЖУ		23669.6	122.680	0.0	17.109	2903786	0	404960
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТИВ M _x							2903786	

Розподил баласту представлений в табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Розподіл баласту

Найменування цистерн	Мист- кисть. т	Плечи. м			Моменти. тм		
		x	y	z	M_x	M_y	M_z
1	2	3	4	5	6	7	8
FORE WB C	6.7	222.142	0.0	6.652	1488	0	45
NO.1 AFT WING WB P	6.6	209.456	6.74	8.160	1382	44	54
NO.1 AFT WING WB S	6.6	209.460	-6.74	8.166	1382	-44	54
NO.2 WING WB P	9.6	188.464	8.95	0.142	1809	86	1
NO.2 WING WB S	490.7	188.464	-8.95	5.118	92479	-4392	2511
NO.2 DBWB P	23.1	187.755	11.80	2.117	4337	273	49
NO.2 DBWB S	23.1	187.755	-11.80	2.117	4337	-273	49
NO.3 DBWB P	5.5	161.813	13.40	0.071	890	74	0
NO.3 DBWB S	5.5	161.813	-13.40	0.071	890	-74	0
NO.4 DBWB P	484.7	132.279	13.30	0.854	64116	6447	414
NO.4 DBWB S	484.7	132.279	-13.30	0.854	64116	-6447	414
NO.5 WING WB P	625.0	104.292	12.95	3.841	65183	8094	2401
NO.5 WING WB S	572.0	104.292	-12.95	3.463	59655	-7407	1981
NO.5 DBWB P	490.5	104.043	12.80	0.853	51033	6278	418
NO.5 DBWB S	490.5	104.043	-12.80	0.853	51033	-6278	418
NO.6 DBWB P	17.2	77.473	7.20	0.085	1333	124	1
NO.6 DBWB S	17.2	77.473	-7.20	0.085	1333	-124	1
NO.7 WING WB P	6.0	18.776	8.40	0.127	113	50	1
NO.7 WING WB S	77.4	18.776	-8.40	1.533	1453	-650	119
ВСЬОГО БАЛАСТУ:	3842.6	121.89	-1.10	2.32	468362	-4219	8931

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

Таблиця 4.5

Зведени дані і розрахунок водотоннажності на видхид

Найменування статей навантаження	На видхид						
	Маса. т	Плечи. м			Моменти. тм		
		x	y	z	M_x	M_y	M_z
Судно порожнем	16402	103.00	0.0	12.78	1689406	0	209618
Константа	247	92.56	0.0	20.65	22862	0	5101
Суднови запаси	4998	111.19	0.8	8.10	555750	3977	40461
Вантаж	23669.6	122.680	0.0	17.109	2903786	0	404960
Баласт	3842.6	121.89	-1.10	2.32	468362	-4219	8931
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНІСТЬ	49159.2	114.73	0.00	13.61	5640166	-242	669071
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТИВ M_x константи					22862		

Таблиця 4.6

Зведени дані і розрахунок водотоннажності на прихид

Найменування статей навантаження	На прихид						
	Маса. т	Плечи. м			Моменти. тм		
		x	y	z	M_x	M_y	M_z
Судно порожнем	16402	103.00	0.0	12.78	1689406	0	209618
Константа	247	92.56	0.0	20.65	22862	0	5101
Суднови запаси	4816.6	112.64	0.77	8.12	542565	3708	39103
Вантаж	23669.6	122.680	0.0	17.109	2903786	0	404960
Баласт	3842.6	121.89	-1.10	2.32	468362	-4219	8931
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНІСТЬ	48977.8	114.89	-0.01	13.63	5626981	-511	667713
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТИВ M_x константи					22862		

Схематично вантажний план представлений на рис. 4.1.

4.2 Розрахунки посадки и початкової остийности

Розрахунок посадки судна на видхид на прихид виконується з використанням вантажної шкали (Cargo Scale) и гидростатичних кривих (Hydrostatic Curves).

Таблиця 4.7

Розрахунок посадки судна на видхид и на прихид

Найменування величин	Позначення и формули	Значення величин	
		Видхид	Прихид
1	2	3	4
Водотоннажність масова. т	Δ	49159.2	48977.8
Абсциса центра ваги судна. м	x_g	114.73	114.89
Водотоннажність об'ємна. м ³	$V = \Delta / \rho$	47960	47783
Густина води. т/м ³	ρ	1.025	1.025
Осадка судна. м	T	9.91	9.88
Момент диферентуючий на 1 см. тм/см	M_l	820	817.1
Абсциса центру величини судна. м	x_c	117.91	117.94
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії. м	x_f	110.94	111.03
Апликата поперечного метacentра. м	z_m	15.02	15.02
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0.612	0.611
Диферент судна. м	$d = \Delta (x_g - x_c) / M_l$	-1.91	-1.83
Осадка судна носом. м	$T_n = T - (L - x_f) d / L$	8.87	8.88
Осадка судна кормою. м	$T_k = T_n + d$	10.78	10.71

Для виконання розрахунків и контролю остийности судна необходимо визначити поправки на вплив вильної поверхні ридких вантажив (запасив) до метacentричної висоти и плечей статичної остийности. Поправочни моменти Δm_h

вибираються з таблиці даних по суднових цистернах. приведеної в Інформації.

Таблиця 4.8

Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h . тм
1	2
NO.3 HEAVY F.O. P	238
NO.3 HEAVY F.O. S	238
NO.4 HEAVY F.O. P	183
NO.4 HEAVY F.O. S	183
NO.6 HEAVY F.O. P	739
NO.6 HEAVY F.O. S	739
DO STOR. ATH	1874
FRESH WATER P	358
FRESH WATER S	306
FO OVER/DRAIN C	416
NO.2 WING WB P	73
NO.2 WING WB S	314
NO.2 DBWB P	165
NO.2 DBWB S	165
NO.3 DBWB P	188
NO.3 DBWB S	188
NO.5 WING WB P	219
NO.5 WING WB S	219
NO.6 DBWB P	653
NO.6 DBWB S	653
NO.7 WING WB S	359
Сума: $\Sigma \Delta m_h$	8470

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний в табл. 4.9.

Таблиця 4.9

Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		видхид	прихид
1	2	3	4
Водотоннажність масова. т	Δ	49159.2	48977.8
Невиправлена апліката Ц.В. судна. м	z'_g	13.61	13.63
Апліката поперечного метацентру. м	z_m	15.02	15.02
Невиправлена МТЦ висота. м	$h_o = z_m - z'_g$	1.41	1.39
Поправка до МТЦ висоти. м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / \Delta$	0.17	0.17
Виправлена МТЦ висота. м	$h = h_o - \Delta h$	1.24	1.22
Виправлена апліката Ц.В. судна. м	$z_g = z'_g + \Delta h$	13.78	13.80

4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації

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

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

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

Таблиця 4.10

Перевірка остійності по критичному підвищенню ЦТ судна

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		видхид	прихид
Водотоннажність масова. т	Δ	49159.2	48977.8
Апликата Ц.В. судна. м	z'_g	13.61	13.63
Поправка до аплікати Ц.В. судна. м	$\Delta z_g = \Sigma \Delta m_h / \Delta$	0.17	0.17
Виправлена аплікатура Ц.В. судна. м	$z_g = z'_g + \Delta z_g$	13.78	13.80
Максимальна гранична аплікатура Ц.В.. м	z_g^{max}	14.87	14.87

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

4.4 Розрахунок и побудова діаграм остійності

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

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

$$l_g = z_g \sin \theta.$$

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

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

Розрахунок плечей діаграми статичної остійності наведено в табл. 4.11-4.12.

Таблиця 4.11

Розрахунок плечей статичної остійності на видхід

Водотоннажність Δ , т								49159.2
Апликата центра ваги судна z_{g0} , м								13.61
Апликата умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «O»)								0.00
Виправлена апліката центра ваги судна. $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м								13.78
$\Delta\theta = 0.1745 \approx 10^\circ/57.3$								
Кут крену θ°	Плече форми. l_{ϕ} , м	$\sin \theta$	$z_g^n \cdot \sin \theta$	Плече статичної остійності $l = l_{\phi} - z_g^n \cdot \sin \theta$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.000	0.0000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000
10	2.623	0.1736	2.393	0.230	4	0.921	3	0.690
20	5.252	0.3420	4.713	0.539	2	1.078	3	1.617
30	7.859	0.5000	6.890	0.969	4	3.876	1	0.969
40	10.108	0.6428	8.858	1.250	1	1.250	$\sum_{30}$	3.276
50	11.625	0.7660	10.556	1.069	$\sum_{40}$	7.125	$\alpha_{0-30} =$	0.214
60	12.435	0.8660	11.934	0.501	$\alpha_{0-40} =$	0.414	$\alpha_{30-40} =$	0.200

Таблиця 4.12

Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність Δ , т								48977.8
Апликата центра ваги судна z_{g0} , м								13.61
Апликата умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «O»)								0.00
Виправлена апліката центра ваги судна. $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м								13.80
$\Delta\theta = 0.1745 \approx 10^\circ/57.3$								
Кут крену θ°	Плече форми. l_{ϕ} , м	$\sin \theta$	$z_g^n \cdot \sin \theta$	Плече статичної остійності $l = l_{\phi} - z_g^n \cdot \sin \theta$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
1	2	3	4	5	6	7	8	9

0	0.000	0.0000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000
10	2.623	0.1736	2.396	0.227	4	0.907	3	0.680
20	5.253	0.3420	4.720	0.533	2	1.066	3	1.599

Продовження табл. 4.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	7.859	0.5000	6.900	0.959	4	3.836	1	0.959
40	10.111	0.6428	8.870	1.241	1	1.241	Σ_{30}	3.238
50	11.631	0.7660	10.571	1.060	Σ_{40}	7.049	$a_{0-30} =$	0.212
60	12.442	0.8660	11.951	0.491	$a_{0-40} =$	0.410	$a_{30-40} =$	0.198

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

4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності

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

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

Розрахунок нормованих параметрів остійності виконаний в табл. 4.13.

Таблиця 4.13

Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		видхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	Δ	49159.2	48977.8
Осадка судна, м	T	9.91	9.88
Виправлена МТЦ висота, м	h	1.24	1.22

Продовження табл. 4.13

1	2	3	4
Площа парусности. м ²	A_v	6850	6857
Підвищення Ц.П. над ватерлинією. м	z	13.83	13.85
Підвищення Ц.П. над Ц.Б. С.. м	$z_v = z + T/2$	18.79	18.79
Плече кренувального моменту від тиску витру. м	$l_{w1} = 0.504 A_v z_v / (g \Delta)$	0.135	0.135
Плече кренувального моменту від пориву витру. м	$l_{w2} = 1.5 l_{w1}$	0.203	0.203
Відносна площа скулових килив. %	$100 A_k / (L B)$	0.578	
Коефіцієнт	k	0.988	
Аргумент	$\sqrt{h_0} / B$	0.037	0.037
Відносна ширина	B/T	3.25	3.26
Безрозмірний множник	X_1	0.850	0.848
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0.612	0.611
Безрозмірний множник	X_2	0.955	0.954
Інерційний коефіцієнт	$c = 0.373 + 0.023B/T - 0.043L/100$	0.343	0.343
Період хитаєвици. с	$T_\theta = 2 c B / \sqrt{h_0}$	18.6	18.8
Коефіцієнт	S	0.0371	0.0368
Коефіцієнт	$r = 0.73 + 0.6(z_g - T)/T$	0.964	0.968
Амплітуда хитаєвици. °	$\theta_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{r S}$	16.5	16.4
Кут входу палуби у воду. °	$\theta_d = \arctg(2(H - T)/B)$	32.6	32.7
Кут крену від постійного витру. °	θ_o	5.5	5.7
Кут крену при хитає. назустріч витру. °	$\theta_1 = \theta_{rMO} - \theta_o$	11.0	10.7
Кут статич. крену. відпов. плечу l_{w2} . °	θ_2	8.8	8.9
Кут 2-ої точки перетину l_{w2} з ДСО. °	θ_{w2}	>50	>50
Межа площі "b" діаграми справа. °	θ_b	50	50

Продовження табл. 4.13

1	2	3	4
Площа "а" діаграми. м-рад	a	0.065	0.076
Площа "b" діаграми. м-рад	b	0.464	0.458
Критерій погоди	$K = b / a$	7.16	6.01
Невиправлена метацентрич. висота. м	h_o	1.41	1.39
Швидкість перед виходом на циркул.. вузл.	V_s	20.0	
Момент. що кренить на циркуляції. тм	$M_R = (0.037 \Delta V_s^2) \cdot (Z_g - T/2)/(gL)$	2674	2674
Плече моменту. що кренить. на цирк.. м	$l_R = M_R / \Delta$	0.054	0.055
Кут крену на циркуляції. градус	θ_R	2.5	2.6

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

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

Таблиця 4.14

Визначення площі "а" і "b" на видхид за правилом Симпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_r - \theta_o + \theta_l)/4/57.3 = 4.93^\circ$ $\Delta\theta_1^{rad} = 4.93/57.3 = 0.0861$ рад					
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - \theta_l)/4 = 10.32^\circ$ $\Delta\theta_2^{rad} = 10.32/57.3 = 0.1800$ рад					
1	2	3	4	5	6
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0.231$	1	0.231	$b_1 = 0.000$	1	0.000

Продовження табл. 4.14

1	2	3	4	5	6
$a_2=0.186$	4	0.745	$b_2=0.300$	4	1.201
$a_3=0.192$	2	0.385	$b_3=0.740$	2	1.481
$a_4=0.224$	4	0.894	$b_4=1.045$	4	4.180
$a_5=0.000$	1	0.000	$b_5=0.866$	1	0.866
		$\Sigma_a = 2.255$			$\Sigma_b = 7.728$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 2,255 \times 0,0861 = 0,065$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 7,728 \times 0,1800 = 0,464$		

Таблиця 4.15

Визначення площ "a" и "b" на прихид за правилом Симпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_r - \theta_o + \theta_l)/4/57.3 = 4.91^\circ$					
$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 4.68/57.3 = 0.0856$ рад					
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - \theta_l)/4 = 10.27^\circ$					
$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 11.32/57.3 = 0.1793$ рад					
1	2	3	4	5	6
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1=0.445$	1	0.445	$b_1=0.000$	1	0.000
$a_2=0.339$	4	1.358	$b_2=0.300$	4	1.198
$a_3=0.227$	2	0.455	$b_3=0.734$	2	1.468
$a_4=0.103$	4	0.412	$b_4=1.035$	4	4.142
$a_5=0.000$	1	0.000	$b_5=0.857$	1	0.857
		$\Sigma_a = 2.671$			$\Sigma_b = 7.665$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 2,674 \times 0,0856 = 0,076$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 7,665 \times 0,1793 = 0,458$		

4.6 Перевирка виконання рекомендованих ИМО критеріїв остийності

Виконаємо перевірку остийности за вимогами ИМО зиставляючи розра-

ховани значення з нормативними.

Таблиця 4.16

Перевірка виконання рекомендацій ІМО

Найменування величин	Позна- чення	Значення величин			Викон. (YES/NO)
		норма- тивне	видхид	прихид	
Загальні критерії:					
1	2	3	4	5	6
Площа під ДСО до кута крену 30°. м·рад	A_{30}	≥ 0.055	0.214	0.212	YES
Площа під ДСО до кута крену 40°. м·рад	A_{40}	≥ 0.09	0.414	0.410	YES
Площа під ДСО між кутами крену 30° и 40°. м·рад	A_{30-40}	≥ 0.03	0.200	0.198	YES
Плече ДСО при кути крену 30 ° або більше. м	l_{30}	≥ 0.20	0.969	0.959	YES
Кут крену. що відповідає максимуму ДСО. °	θ_m	≥ 25	40.9	40.9	YES
Виправлена метацентрична висота. м	h	> 0.15	1.24	1.22	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	7.16	6.01	YES
Кут крену від постійного витру. °	θ_o	≤ 16	6.1	6.2	YES

На видхид и на прихид остийність судна задовольняє усім вимогам ІМО.

4.7 Контроль загальної поздовжньої міцності судна

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

Для кожного з вибраних перерізів необхідно по прийнятому вантажному плану розрахувати перерізуючу і момент, що вигинає, і порівняти їх з допустимими значеннями.

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

Результати розрахунку за судною програмою перерізуючою SF і моменту BM, що вигинає, на видхид судна представлені в табл. 4.17.

Таблиця 4.17

Перевірка поздовжньої міцності на видхид

Переріз	Х. м	SF. т	SFsea. %	Доп.SF. т	BM. тм	BMsea. %	Доп.BM. тм
26	20.30	2502	67	3745	30045	75	40000
46	35.90	3718	76	4907	77649	78	100000
78	61.50	2807	40	7075	155196	86	180000
96	75.60	2870	40	7092	193337	92	210000
114	89.70	-67	1	-7052	213779	93	230000
132	103.95	-996	14	-7313	204344	89	230000
150	118.20	-1367	19	-7313	185260	81	230000
168	132.30	-543	7	-7313	168998	73	230000
186	146.40	-2039	28	-7313	150787	75	200000
204	160.50	-2316	33	-7058	117798	74	160000
222	174.60	-1440	26	-5442	88500	82	108000
240	188.70	-2304	42	-5442	61265	94	65000
258	202.80	-1770	33	-5442	30398	87	35000

276	216.90	-1039	36	-2914	9472	53	18000
296	232.50	-203	5	-4426	-636	13	-5000

Максимальна переризуюча сила 3718 (76%) на 46 шпангоути.

Максимальний згинальний момент 213779 тм (93%). що вигинає. на 114 шпангоути.

На рис. 4.4 представлена епюра міцності на відхид.

Протягом всього рейсу загальна поздовжня міцність забезпечена.

РОЗДИЛ 5

ОСОБЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ДИНАМІЧНОЇ ОЦІНКИ РИЗИКІВ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СУЧАСНОГО ФЛОТУ

5.1 Сучасна термінологія та концептуальний апарат оцінки ризиків при експлуатації морських суден

5.1.1 Еволюція поняття ризику та нормативно-правова регламентація в умовах глобалізації

В умовах глобальної цифровізації та ускладнення логистичних ланцюгів морська індустрія переживає фундаментальну трансформацію підходів до забезпечення безпеки мореплавства. Якщо на ранніх етапах розвитку судноплавства ризик сприймався виключно як фатальна неминучість або «воля стихії», то у ХХІ столітті це поняття трансформувалося у вимірювану, керовану категорію, що глибоко інтегрована в економічні та технологічні процеси експлуатації флоту.

Етимологія терміну «ризик» (вид італ. *risico* – скеля, яку мореплавцям потрібно оминати) спочатку несла в собі суто навігаційний контекст фізичної загрози. Проте сучасна епістемологія ризику виходить далеко за межі безпосередньої небезпеки аварії. Відповідно до актуальних міжнародних стандартів, зокрема ISO 31000:2018 «Risk management – Guidelines», ризик визначається не просто як ймовірність негативної події, а як «вплив невизначеності на цілі»[15]. Це визначення знаменує собою зміну парадигми: у морській експлуатації ризик тепер розглядається комплексно – не лише як загроза безпеці (Safety), але і як фактор, що впливає на комерційну ефективність, екологічну стійкість та репутацію судновласника (Security & Sustainability).

У контексти експлуатації суден нового покоління, включаючи автономні та напівавтономні морські надводні судна (MASS), термінологічний апарат вимагає чіткого розмежування між поняттями «небезпека» (hazard) та «ризик» (risk), які у застарілій фаховій літературі часто ототожнювалися.

Небезпека (Hazard) – це потенційне джерело шкоди (наприклад, штормові умови, токсичний вантаж, вразливість у програмному забезпеченні навігаційних систем ECDIS або втому екіпажу).

Ризик (Risk) – це комбінація ймовірності реалізації цієї небезпеки та тяжкості її наслідків[16].

Таким чином, сучасна експлуатація судна – це процес безперервного менеджменту невизначеності у динамічному середовищі, що базується на синергії вимог Міжнародної морської організації (ІМО) та міжнародних стандартів менеджменту якості. Ключовими документами, що формують сучасне понятійне поле, є:

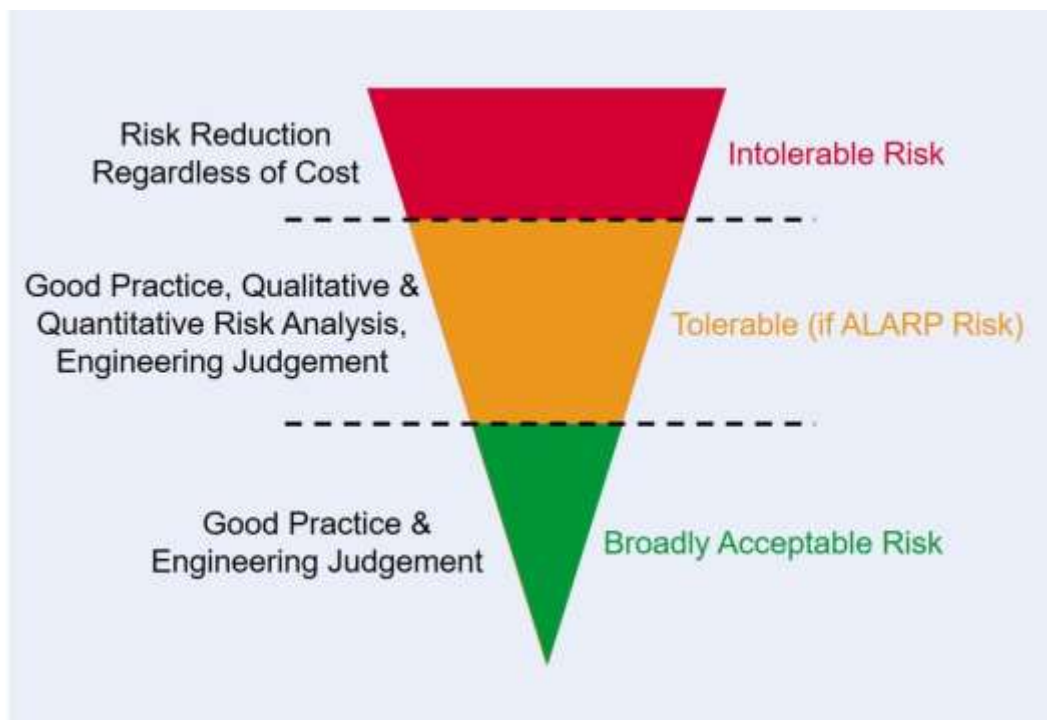
Міжнародний кодекс з управління безпекою (МКУБ / ISM Code): В редакції з останніми поправками (включаючи Резолюцію MSC.428(98) щодо управління киберризиками). МКУБ визначає ризик як об'єктивну категорію, що підлягає ідентифікації, аналізу та пом'якшенню. Кодекс вводить поняття «Призначеної особи на березі» (Designated Person Ashore – DPA), яка є сполучною ланкою в комунікації ризиків між судном і компанією. Сучасна термінологія МКУБ змищує фокус з «провини екіпажу» на «системні збої в управлінні», вимагаючи від компаній впровадження проактивних процедур.

Керівництво з Формалізованої оцінки безпеки (FSA – Formal Safety Assessment): Згідно з циркуляром ІМО MSC-MEPC.2/Circ.12/Rev.2, FSA являє собою структуровану та систематичну методологію, спрямовану на підвищення морської безпеки шляхом використання аналізу витрат і вигод. У рамках FSA вводяться такі критично важливі терміни, як:

- ALARP (As Low As Reasonably Practicable): Фундаментальний принцип, згідно з яким ризик повинен бути знижений до рівня.

«наскільки це розумно практично можливо». Це ключове економіко-філософське поняття означає, що подальше зниження ризику вимагало б витрат, неспівмірних з отриманою вигодою в плані безпеки.

- F-N криві (Frequency-Number curves): Графічне представлення суспільного ризику, що пов'язує частоту подій (F) з кількістю постраждалих (N). Цей інструмент дозволяє категоризувати ризики на «прийнятні», «толерантні» (що потребують контролю) та «недопустимі»[18].
- Галузеві стандарти (OCIMF, TMSA): У танкерному та газовому секторах термінологія ще більш деталізована через програму TMSA (Tanker Management and Self Assessment). Тут вводиться поділ на «Випереджальні та запізнили індикатори» (Leading and Lagging Indicators). Якщо класична оцінка ризиків оперувала статистикою минулих аварій (запізнили індикатори), то сучасний підхід вимагає аналізу «Near Misses» (подій, що майже трапилися) та поведінкових аудитив як випереджальних індикаторів потенційної катастрофи[19].



5.1.2 Парадигма нових загроз: класифікація ризиків в епоху Maritime 4.0

Традиційна класифікація ризиків (навігаційні, технічні, комерційні) у 2024-2025 роках зазнала суттєвих змін. Сучасна термінологія виділяє нові, раніше не враховані групи загроз, що вимагають специфічних методів оцінки та інтеграції у загальну Систему Управління Безпекою (СУБ).

А. Киберфізичні ризики (Cyber-Physical Risks)

З прийняттям Резолюції ІМО MSC.428(98), управління киберризиками стало обов'язковою частиною СУБ. У термінологічний апарат увійшли поняття зі сфери ІТ-безпеки, адаптовані під морську специфіку. Критично важливим є розмежування двох сфер:

- ІТ (Information Technology) проти ОТ (Operational Technology): Якщо ІТ-ризики стосуються переважно витоку даних та конфіденційності, то ОТ-ризики стосуються безпосереднього контролю над судновими механізмами, їх доступності та цілісності. Злам системи управління баластними водами або дистанційне відключення головного двигуна через супутниковий канал – це реалії сучасної оцінки ризиків, де кібератака може мати прямі фізичні наслідки (зиткнення, забруднення) [20].
- GPS Spoofing/Jamming: Підміна або глушіння навігаційного супутникового сигналу класифікується тепер не просто як навігаційна помилка, а як зовнішній зловмисний кіберризик, що вимагає від навігаторів навичок розпізнавання аномалій у роботі обладнання [21].

Б. Ризики декарбонізації та енергопереходу

Введення індексів енергоефективності (ЕЕХІ) та індикаторів вуглецевої інтенсивності (СІІ) породило новий клас ризиків, пов'язаних з «зеленим переходом»[22]:

- Регуляторний ризик невідповідності: Ймовірність того, що судно втратить комерційну привабливість або отримає заборону на захід у порти через низький рейтинг СІІ. Це трансформує екологічні показники у прями фінансові ризики.
- Технологічні ризики нових видів палива: Використання альтернативних палив, таких як аміак, водень або метанол, вимагає перегляду термінів «пожежобезпечність» та «вибухобезпечність». Наприклад, висока токсичність аміаку або криогенні температури водню створюють зони ризику, не передбачені традиційними конвенціями[9]. Окремим викликом є перевезення електромобілів (EV) на поромках типу Ro-Pax, де ризик теплового розгону (thermal runaway) литий-іонних батарей робить штатні системи гасіння CO₂ неефективними, вимагаючи нових протоколів оцінки ризику.

5.1.3 Трансформація методологій: від людського фактору до динамічного управління бар'єрами

Методологія оцінки ризиків також еволюціонувала від статичних паперових процедур до динамічних моделей, що враховують психофізіологію людини та реальні умови експлуатації.

Вид «Помилки» до «Надійності людини» У застарілих роботах домінував термін «Людська помилка» (Human Error), що часто мав на увазі провину конкретного індивіда. У сучасній науці про безпеку (Safety Science) використовується термін «Людський елемент» (Human Element) або «Надійність людини» (Human Reliability) [24]. Сучасна оцінка ризиків оперує концепцією Справедливої культури (Just Culture). Це середовище, в якому

персонал не карається за дії або рішення, прийняти відповідно до їхнього досвіду, але при цьому не заохочується груба недбалість. Важливим доповненням стала термінологія, пов'язана з психоемоційним станом (Well-being). Після кризи зміни екіпажив під час пандемії та в умовах геополітичної нестабільності, ментальне здоров'я офіцера розглядається як критичний параметр системи. Втома (Fatigue), соціальна ізоляція та «цифрове перенавантаження» (information overload) тепер є вимірюваними факторами ризику в матрицях оцінки.

Динамічна оцінка ризиків (DRA) Класична «статична» оцінка ризиків (заповнення чек-листа перед роботою) поступається місцем терміну «Динамічна оцінка ризику» (Dynamic Risk Assessment – DRA). DRA – це безперервний ментальний процес оцінки зміни ситуації в режимі реального часу. Якщо на початку швартовної операції ризик був «прийнятним», то при раптовому посиленні витру або відмови пидрулюючого пристрою він переходить у статус «недопустимого» за лічени секунди. Сучасна методологія вимагає від вахтового офіцера навички *Ситуаційної обизнаности* (Situational Awareness) для проведення DRA без звернення до паперових процедур у критичний момент[24].



Рис. 5.2. Dynamic Risk Assessment – DRA

Концепція бар'єрів безпеки (Метод «Краватка-метелик») та матричний аналіз Для формалізації оцінки ризиків широко використовується метафора «краватки-метелика» (Bow-Tie), яка розділяє заходи контролю на дві групи:

- Превентивні бар'єри (Preventive Controls): Заходи, що вживаються до настання небажаної події (ліва сторона діаграми). Наприклад, навчання екіпажу, технічне обслуговування, навігаційні попередження.
- Митигуючі бар'єри (Mitigating Controls / Recovery Measures): Заходи, що вживаються після настання події для зниження тяжкості наслідків (права сторона діаграми). Наприклад, наявність рятувальних шлюпок, страхування P&I, аварійні плани (SOPER).

Введення цієї термінології дозволяє перейти від абстрактного «дотримання безпеки» до конкретного управління бар'єрами (Barrier

Management) [15]. Кількісна ж оцінка традиційно проводиться за допомогою матриці ризиків, де зиставляються категорії ймовірності (від «вкрай малоймовірно» до «часто») та тяжкості наслідків (для людей, довкілля, майна та, що важливо для сучасності, репутації компанії).

Висновок.

Підсумовуючи, сучасна термінологія оцінки ризиків при експлуатації суден являє собою складний синтез інженерних, психологічних, ІТ та економічних понять. Видбувся вихід від реактивної моделі (аналіз аварій, що вже сталися) до проактивної та предиктивної (прогнозування на основі слабких сигналів та Big Data). Понятійний апарат розширився шляхом включення кіберзагроз, екологічних нормативів та глибокого аналізу психофізіології людини, що робить сучасну науку про безпеку на морі міждисциплінарною галуззю знань.

5.2 Особливості оцінки та управління ризиками в процесі сучасної експлуатації суден: системний аналіз та нормативна база

Специфіка оцінки ризиків у сучасному торговому мореплавстві третього десятиліття ХХІ століття визначається фундаментальною трансформацією парадигми безпеки: від «безпеки конструкції» (Safety I) до «безпеки як керованого процесу» (Safety II). Цей перехід регламентується впровадженням новітніх міжнародних стандартів, зокрема оновлених вимог Міжнародної морської організації (ІМО) та стандартів ISO серії 31000. Сучасне судно розглядається як складна соціотехнічна система, функціонування якої відбувається в умовах агресивного зовнішнього середовища, високої комерційної конкуренції та зростаючої залежності від кіберфізичних систем.

5.2.1 Технологічна конвергенція: інтеграція навігаційних. технічних та кіберризиків

Визначальною рисою сучасного етапу розвитку судноплавства, який у науковій літературі все частіше класифікується як «Maritime 4.0», є безпрецедентна конвергенція фізичних та цифрових експлуатаційних процесів. Ця синергія докорінно трансформувала онтологію оцінки ризиків, зміщуючи фокус з ідентифікації видимих механічних загроз на аналіз латентних системних збоїв та інформаційних аномалій.

Трансформація навігаційної парадигми в контексті e-Navigation
Імплементация Стратегічного плану впровадження електронної навігації (e-Navigation Strategy Implementation Plan), затвердженого циркуляром **MSC.1/Circ.1593**, створила якісно нове операційне середовище[25]. Якщо історично головним фактором навігаційного ризику вважався дефіцит інформації (неповнота карт, дискретність обсервацій), то сучасний судноводий стикається з діаметрально протилежною проблемою – інформаційною ентропією та надлишковістю даних.

Впровадження Інтегрованих навігаційних систем (INS), що функціонують відповідно до стандартів резолюції **MSC.252(83)**, актуалізувало необхідність управління специфічним когнітивним ризиком – «автоматизаційною упередженістю» (Automation Bias). Цей психологічний феномен характеризується схильністю оператора ігнорувати суперечливі показання аналогових приладів або візуальні спостереження на користь даних, що генеруються цифровими дисплеями. У цьому контексті процедура оцінки ризиків перед вахтою трансформується з формальної перевірки обладнання в процес глибокої верифікації налаштувань фільтрації даних ECDIS (Electronic Chart Display and Information System). Критичним елементом безпеки стає здатність офіцера розпізнати ситуацію, коли програмні

алгоритми створюють ілюзорну картину безпеки («clean chart policy»), приховуючи реальні навігаційні небезпеки.

Вразливість глобальних систем позиціювання Геополітична турбулентність останніх років вивела на перший план ризики, пов'язані з цілісністю сигналу глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS). Відповідно до рекомендацій циркуляру **MSC.1/Circ.1704**, сучасна методологія оцінки ризиків імперативно вимагає врахування загроз спуфінгу (когерентної підміни координат) та джеммінгу (ширококуткового глушіння сигналу) [21]. Матриця ризиків сучасного судна повинна передбачати сценарій деградації навігаційного комплексу та перехід на конвенційні методи орієнтування (астронавігація, візуальні пеленги, Parallel Indexing) як критичні бар'єри безпеки. При цьому втрата екіпажем навичок використання цих аналогових методів (феномен skill fade) класифікується як високий латентний ризик, що потребує компенсаторних заходів на рівні СУБ компаній.

Еволюція технічної експлуатації та Інтернет речей (IoT) Паралельно з навігаційною сферою, фундаментальних змін зазнає архітектура технічних ризиків. Під впливом стандартів **ISO 13374** (Condition monitoring and diagnostics of machines), судноплавна індустрія здійснює перехід від планово-попереджувальних ремонтів (Time-Based Maintenance) до стратегії обслуговування за фактичним станом (Condition-Based Maintenance). Використання технології «Цифрових двійників» (Digital Twins) дозволяє виявляти деградацію механізмів на ранніх стадіях шляхом аналізу масивів телеметричних даних. Однак, цифровізація породжує нову групу стохастичних ризиків, пов'язаних з надійністю сенсорних мереж. Оцінка ризику відмови головного двигуна тепер нерозривно пов'язана з верифікацією точності даних IoT-пристроїв, оскільки хибне спрацювання датчика або помилка в алгоритмі обробки Big Data може призвести до необґрунтованої автоматичної зупинки судна (Blackout) у критичних зонах інтенсивного судноплавства.

Киберризики як наскризний вектор загроз Завершує картину технологичної конвергенції інтеграція управління киберризиками. регламентована Резолюцією **ИМО MSC.428(98)** [17]. Специфіка сучасного етапу полягає у стиранні меж між інформаційними (ІТ) та операційними (ОТ) технологіями. Системи, що раніше були фізично ізольованими (управління баластними операціями, вантажні насоси, пропульсивний комплекс), тепер інтегровані в єдину судову мережу. Згідно з керівництвом **BIMCO "Guidelines on Cyber Security Onboard Ships"** та стандартами **ISO/IEC 27001**, критичними векторами атак визнано не лише зовнішні хакерські втручання, але й процедури віддаленого технічного обслуговування (Remote Maintenance) та «соціальну інженерію»[20]. Таким чином, поняття «кибергігієни» перестає бути метафорою і стає операційним терміном, що визначає стійкість судна до зовнішніх впливів, а оцінка киберризиків стає невиділеною частиною щоденної експлуатаційної рутини.

5.2.2 Екологічні імперативи та комерційний тиск: нові вектори загроз в умовах декарбонізації

Другим фундаментальним аспектом, що визначає сучасну архітектуру ризиків, є жорстка інтеграція екологічного регулювання в операційну діяльність флоту. Цей процес, драйвером якого виступає глобальна стратегія декарбонізації (згідно з **MARPOL Annex VI**), створив складну дихотомію між вимогами безпеки та комерційною ефективністю, породжуючи принципово нові класи загроз[22].

Комерціалізація екологічних ризиків Впровадження індикаторів вуглецевої інтенсивності (CII) та індексів енергоефективності існуючих суден (EEXI) відповідно до резолюції **MEPC.328(76)** призвело до

трансформації екологічних показників у прями фінансови ризики [22]. Сучасна оцінка маршруту (Passage Planning) більше не обмежується навігаційною безпекою; вона включає складний багатофакторний аналіз паливної ефективності. Капітан судна змушений балансувати між необхідністю безпечного (часто швидкого) проходження штормових зон або піратських районів та вимогою підтримання високого рейтингу СІІ. Отримання низького рейтингу («D» або «E») протягом трьох років веде до санкцій та втрати фрахту, що створює безпрецедентний комерційний тиск на процес прийняття рішень щодо безпеки мореплавства.

Технологічні виклики альтернативних енергоносіїв Фізична адаптація флоту до нових видів палива актуалізує загрози, регламентовані Міжнародним кодексом безпеки суден, що використовують газ або інші види палива з низькою температурою спалаху (**IGF Code**) [23].

Аміачна енергетика: Використання аміаку як безвуглецевого палива вимагає перегляду концепції хімічної безпеки. Оцінка ризиків фокусується на аналізі зон токсичного ураження, оскільки навіть мікроскопічний витік може бути фатальним для екіпажу. Це передбачає впровадження нових систем газоаналізу та аварійного відключення (ESD), надійність яких стає критичним бар'єром безпеки.

Електромобільність: Зростання обсягів перевезень електромобілів (BEV) на поромках типу Ro-Pax виявило неадекватність традиційних систем пожежогасіння. Ризик «теплого розгону» (thermal runaway) литій-іонних акумуляторів, який неможливо нейтралізувати стандартними системами CO₂ або водяного туману, вимагає розробки нових матриць оцінки пожежних ризиків, що виходять за рамки чинних вимог конвенції SOLAS.

Зміна філософії інспекційного контролю (SIRE 2.0) Реакцією індустрії на ускладнення експлуатаційного середовища стала реформа системи вейтінг-контролю танкерного флоту – впровадження програми **OCIMF SIRE 2.0**. Ця система знаменує перехід від статичної перевірки технічного стану («hardware check») до динамічної оцінки людського фактору

та процесив. Інспектори. озброєні динамічними запитальниками (CVIQ). тепер оцінюють не наявність сертифікатив. а рівень поведінкових компетенцій (Behavioral Competency). Ключовим критерієм ризику стає нерозуміння екіпажем причинно-наслідкових зв'язків своїх дій. Така зміна парадигми змушує судноплавні компанії інвестувати у розвиток м'яких навичок (soft skills) та критичного мислення персоналу. визнаючи їх найнадійнішим запобіжником аварійності[19].

5.2.3 Антропоцентрична модель безпеки: від статичних процедур до динамічної психофізіології

Третьою. и найбільш значущою особливістю сучасної системи управління ризиками. є остаточне визнання центральної ролі людини (Human Element) в управлінні високотехнологічними системами. Якщо парадигма ХХ століття розглядала людський фактор переважно як джерело помилок. то сучасна наука про безпеку (Safety Science) постулює. що саме адаптивність людини є головним ресурсом надійності в умовах невизначеності.

Концепція динамічної оцінки ризиків (DRA) Традиційна «статична» оцінка ризиків (формальне заповнення чек-листів перед роботою) сьогодні доповнюється концепцією **Динамічної оцінки ризиків (Dynamic Risk Assessment – DRA)**. Це безперервний когнітивний процес моніторингу змін у навколишньому середовищі. що базується на високому рівні ситуаційної обізнаності (Situational Awareness). Згідно з рекомендаціями **Code of Safe Working Practices (COSWP)**. критичним інструментом DRA стає «оцінка в останню хвилину» (Last Minute Risk Assessment) та право будь-якого члена екіпажу зупинити роботу при виникненні сумнівів («Stop Work Authority»)[24]. Ефективність цього механізму прямо залежить від корпоративної культури: в сучасній матриці ризиків авторитарний стиль

управління, що пригнічує ініціативу («power distance»), класифікується як критична загроза безпеки.

Психофізіологічні детермінанти та ментальне здоров'я Сучасні дослідження доводять, що когнитивний ресурс людини є вичерпним, а його дефіцит веде до помилок прийняття рішень. Відповідно до поправок до **Конвенції MLC 2006** та рекомендацій **MSC.1/Circ.1598** щодо втоми, ментальне здоров'я (Mental Health) та соціальне благополуччя визнано інтегральними компонентами експлуатаційної безпеки. Хронічна втома, викликана скороченням чисельності екіпажів, соціальна ізоляція та «цифровий стрес» розглядаються як фактори ризику, еквівалентні алкогольному сп'янінню. У відповідь на це передові Системи управління безпекою (СУБ) інтегрують об'єктивні методи контролю: використання носних гаджетів (wearables) для моніторингу якості сну та рівня стресу. Це дозволяє перейти від суб'єктивних декларацій про відпочинок до об'єктивної оцінки готовності моряка до несення вахти.

Культура справедливості (Just Culture) як фундамент безпеки Замикаючим елементом сучасної системи оцінки ризиків є концепція «**Культури справедливості**» (Just Culture). Вона передбачає створення атмосфери довіри, в якій персонал не приховує власні помилки або потенційні загрози (near misses) через страх покарання. У такій системі людська помилка розглядається не як привид для дисциплінарних стягнень, а як цінний сигнал про недосконалість системи. Саме здатність організації вчитися на власних помилках, трансформуючи індивідуальний досвід у системні покращення, є головним індикатором зрілості системи управління ризиками на сучасному етапі.

Висновок до 5.2

Підсумовуючи, можна констатувати, що оцінка ризиків у сучасній експлуатації суден трансформувалася у багатовимірний процес, що вимагає синтезу технічних даних, навігаційної обстановки та психологічних

факторів. Успіх цієї системи залежить від інтеграції цифрових інструментів з глибоким розумінням нормативної бази та людської природи.

5.3 Стратегічні вектори розвитку систем оцінки ризиків: від комплаєнсу до стійкого розвитку (ESG)

Еволюція методології оцінки ризиків у морський індустрії не є статичним процесом; вона перебуває у стани перманентної трансформації під впливом технологічного прогресу та зміни суспільних запитів. Аналіз сучасних тенденцій дозволяє стверджувати, що вектор розвитку спрямований на інтеграцію розрізнених процедур безпеки в єдину екосистему управління даними. Майбутнє оцінки ризиків лежить у площини переходу від ретроспективного аналізу (реагування на аварії) до предиктивного моделювання (попередження інцидентів) та інтеграції принципів сталого розвитку (ESG).

5.3.1 Цифрова трансформація та впровадження штучного інтелекту: від експертних оцінок до алгоритмічного прогнозування (AI-Driven Risk Assessment)

Основним драйвером розвитку оцінки ризиків у найближчому десятилітті стане фундаментальний зсув парадигми від суб'єктивних евристичних методів до об'єктивного алгоритмічного аналізу Великих даних (Big Data). Традиційні інструменти ідентифікації небезпек, такі як HAZOP (Hazard and Operability Study) або SWIFT (Structured What-If Technique), базуються на колективному досвіді учасників "мозкового штурму"[16]. Попри свою історичну ефективність, ці методи мають критичні обмеження в епоху "Maritime 4.0": вони статичні, дискретні та залежать від когнітивних упереджень експертів. Людина фізично не здатна обробити терабайти

телеметричних даних. що генеруються сучасним судном щомити. що створює розрив між реальною картиною загроз та її сприйняттям екіпажем.

Еволюція до предиктивної аналитики (Predictive Analytics) Розвиток галузи нерозривно пов'язаний з імплементацією технологій машинного навчання (Machine Learning - ML) та глибокого навчання (Deep Learning). Сучасні берегові центри управління флотом (Fleet Operation Centers) агрегують знеособлені дані з тисяч суден, створюючи глобальні навчальні вибірки. Алгоритми штучного інтелекту здатні виявляти приховані нелінійні кореляції ("слабкі сигнали"), які передують аваріям. Наприклад, замість реагування на спрацювання аварійної сигналізації (що є постфактум-дією), нейромережа може прогнозувати ризик відмови головного двигуна за 48 годин до інциденту. Це досягається шляхом аналізу мікроскопічних відхилень у вібраційних паттернах, температурних градієнтах вихлопних газів та якості палива у динамічному співставленні з погодними умовами. Така система перетворює оцінку ризику з "мистецтва передбачення" на точну інженерну дисципліну.

Перехід до прескриптивної аналитики (Prescriptive Analytics) Наступним етапом еволюції є впровадження прескриптивних (наказових) моделей. Якщо предиктивна аналитика відповідає на питання "Що може статися?", то прескриптивна надає відповідь "Що потрібно зробити, щоб цього уникнути?". Оцінка ризиків трансформується у **інтелектуальну Систему підтримки прийняття рішень (Decision Support System - DSS)**. У критичній ситуації, наприклад, при загрози зіткнення в умовах інтенсивного трафіку, AI-асистент не просто демонструє вектор небезпеки (CPA/TCPA), а миттєво генерує кілька сценаріїв маневру ухилення, розраховуючи ймовірність успіху для кожного з них з урахуванням інерційних характеристик судна та гідрометеорологічних умов. Це дозволяє мінімізувати вплив стресу та паніки на рішення вахтового офіцера, залишаючи за людиною функцію фінальної валидації запропонованого алгоритмом рішення.

Цифрови двійники (Digital Twins) як полігон для оцінки ризиків

Інтегральним елементом нової системи стають "Цифрови двійники" – віртуальні репліки фізичного судна, що оновлюються в реальному часі. Вони дозволяють моделювати вплив ризиків у віртуальному середовищі без загрози для реального об'єкта. Капітан може "програти" складну швартовну операцію в умовах штормового вітру на цифровому двійнику за 10 хвилин до початку реальної операції, ідентифікувати критичні точки відмови та адаптувати план дій. Це переводить оцінку ризиків з площини абстрактних припущень у площину емпіричного досвіду.

5.3.2 Інтегровані системи менеджменту та ESG-імперативи: розширення горизонту відповідальності

Другим стратегічним вектором розвитку є фундаментальна гармонізація суто морських стандартів безпеки із загальнопромисловими системами менеджменту та принципами сталого розвитку. Хоча Міжнародний кодекс з управління безпекою (МКУБ) залишається законодавчим фундаментом, його рамки розширюються через інтеграцію зі стандартами ISO 45001 (Охорона здоров'я та безпека праці) та ISO 14001 (Екологічний менеджмент). [15] Сучасна оцінка ризиків виходить за межі технічної експлуатації судна, стаючи інструментом фінансової та корпоративної стійкості через призму критеріїв ESG (Environmental, Social, and Governance) [26].

Екологічний вимір (Environmental): від розливів до кліматичних ризиків У площині екології відбувається зміщення акцентів з локальних інцидентів (розлив нафти) на глобальні кліматичні ризики. Впровадження фінансових механізмів, таких як «Принципи Посейдона» (Poseidon Principles), зобов'язує судновласників оцінювати ризик невідповідності траєкторії декарбонізації ІМО [26]. Оцінка ризиків тепер включає поняття «stranded

asset risk» – ризик того, що судно стане комерційно непридатним (знециненням активом) через неможливість відповідати майбутнім екологічним нормативам (CII/EECI). Капітани та берегові оператори змушені включати у рівняння безпеки параметри вуглецевого сліду, балансує між навігаційною безпекою (штормування) та екологічною ефективністю.

Соціальний вимір (Social): гуманізація оцінки ризиків Соціальний компонент ESG вимагає перегляду оцінки ризиків, пов'язаних з умовами праці. Стандарт ISO 45001, на відміну від попередніх норм, робить акцент на ментальному здоров'ї та психосоціальних ризиках [15]. Оцінки підлягають не лише фізичні загрози (падиння з висоти), а й ризики вигорання, ізоляції та утисків (bullying and harassment). Інвестори та фрахтувальники розглядають компанії з високим рівнем плинності кадрів або поганими умовами побуту як ризикові активи. Відповідно, сучасна матриця ризиків судна включає індикатори добробуту екіпажу (crew well-being metrics), оскільки депресивний стан капітана становить для судна загрозу, порівнянну з пожежею в машинному відділенні.

Управлінський вимір (Governance): прозорість та антикорупційні ризики В аспекті управління розвиток оцінки ризиків спрямований на боротьбу з корупцією, яка традиційно була «сліпою зоною» безпеки. Співпраця з мережею MACN (Maritime Anti-Corruption Network) вводить у процедури оцінки ризиків заходу в порт аналіз ймовірності вимагання хабарів. Капітани отримують інструменти для оцінки ризику неправомірних затримок та відмови у наданні послуг, що дозволяє приймати рішення без компромісів із совістю та безпекою судна.

5.3.3 Виклики ери автономності: оцінка ризиків для морських автономних надводних суден (MASS)

Третім, футурологічним, але вже цілком реальним вектором розвитку, є підготовка методологічної бази для експлуатації Морських автономних

надводних суден (MASS – Maritime Autonomous Surface Ships). Розробка Кодексу MASS в рамках ІМО створює прецедент повної деконструкції та перебудови філософії безпеки, де людина поступово виводиться з контуру безпосереднього управління («human-out-of-the-loop»).

Проблема латентності та цілисності каналів зв'язку Оцінка ризиків для автономних суден перемищується з борту судна до берегового Центру дистанційного керування (ROC – Remote Operation Centre). Ключовим новим ризиком стає **латентність (затримка) сигналу**. Якщо для конвенційного судна ризик зіткнення оцінюється в категоріях відстані та часу (CPA/TCPA), то для MASS додається змінна «часу реакції каналу». Оцінка ризику включає сценарії повної втрати зв'язку, де судно повинно перейти в режим «fail-safe», самостійно приймаючи рішення про безпечний дрейф або постановку на якор. Це вимагає розробки імовірнісних моделей поведінки штучного інтелекту в умовах невизначеності.

Сенсорна недостатність та злиття даних (Sensor Fusion) Традиційна оцінка ризиків базується на мультимодальному сприйнятті людини: капітан бачить хвилю, чує звук двигуна, відчуває вібрацію корпусу. Для MASS виникає ризик «сенсорної депривації». Розвиток систем оцінки ризиків фокусується на технологіях **Sensor Fusion** – злитті даних від радарів, лидарів, оптичних камер та інфрачервоних сенсорів для створення цілісної картини свиту. Критичним ризиком стає розбіжність даних (наприклад, радар бачить об'єкт, а камера – ні). Алгоритми оцінки ризику повинні мати вбудовані протоколи вирішення таких конфліктів, щоб уникнути «паралічу прийняття рішень».

Трансформація компетенцій: від судноводія до системного архітектора Впровадження MASS докорінно змінює профіль ризиків, пов'язаних з людським фактором. Замість ризику «помилки ручного управління» з'являється ризик «помилки нагляду» (monitoring error). Оператор ROC, керуючи кількома суднами одночасно, стикається з когнитивним перенавантаженням принципово іншого характеру. Тому розвиток систем

оцінки ризиків вимагає зміни парадигми підготовки кадрів: від навичок штурманської прокладки до навичок системного аналізу, кібербезпеки та валідації рішень штучного інтелекту. Майбутній офіцер – це менеджер ризиків складної кіберфізичної архітектури.

Висновки до 5.3

Підсумовуючи, можна стверджувати, що стратегічний розвиток оцінки ризиків у морський індустрії характеризується переходом від фрагментарних, реактивних заходів до створення цілих, проактивних екосистем безпеки. Майбутнє галузі лежить у площині синергії передових технологій (Штучний інтелект, Цифрові двійники, IoT) з глибоко гуманістичним підходом (ESG, Добробут екіпажу, Культура справедливості). Оцінка ризиків перестає бути "гальмівним механізмом", що обмежує операції, і стає драйвером ефективності, що дозволяє судноплавству безпечно навігувати у турбулентному середовищі XXI століття, забезпечуючи сталість глобальних ланцюгів постачання.

Висновки до Розділу 5

Проведене у даному розділі дослідження сучасної методології та практики оцінки ризиків при експлуатації морських суден дозволяє сформулювати

наступни узагальнюючі висновки, що відображають фундаментальну трансформацію галузі безпеки судноплавства у третьому десятилітті ХХІ століття.

1. Зміна онтологічного статусу ризику Дослідження термінологічного апарату (п. 5.1) засвідчило, що поняття «ризик» у морській індустрії вийшло за межі суто технічної категорії ймовірності аварій. У сучасних умовах ризик інтерпретується як комплексна міра невизначеності, що впливає на досягнення стратегічних цілей судноплавної компанії. Видбулася інтеграція ризикорідних векторів загроз – навігаційних, технічних, кібернетичних та екологічних – у єдину матрицю управління. Це вимагає вид командного складу суден та берегових менеджерів відмови від фрагментарного мислення на користь системного підходу, де збій у програмному забезпеченні розглядається як пряма загроза фізичній цілісності судна.

2. Технологічна конвергенція та нові вразливості Аналіз особливостей експлуатації (п. 5.2) виявив парадоксальну тенденцію: впровадження цифрових технологій (e-Navigation, IoT, автоматизація), покликаних підвищити рівень безпеки, згенерувало нові класи ризиків. Феномени «автоматизаційної упередженості», інформаційного перенавантаження та кібервразливості (GNSS-спуфінг) стали домінуючими загрозами для сучасного флоту. Технічна експлуатація перейшла від реактивної моделі (ремонт після відмови) до предиктивної (обслуговування за станом на основі Big Data), що, однак, поставило безпеку судна в критичну залежність від надійності сенсорних мереж та каналів передачі даних.

3. Екологічний та соціальний імперативи Дослідження показало, що архітектура ризиків зазнала незворотних змін під тиском глобальних вимог декарбонізації та сталого розвитку (ESG). Екологічні показники (СІІ, ЕЕХІ) трансформувалися у жорсткі комерційні обмеження, створюючи конфлікт між безпекою мореплавства та економічною ефективністю. Водночас відбулася гуманізація систем безпеки: ментальне здоров'я екіпажу та соціальне благополуччя визнано критичними елементами експлуатаційної

надійності. Впровадження концепції «Справедливої культури» (Just Culture) стає не менш важливим інструментом зниження аварійності, ніж модернізація навігаційного обладнання.

4. Стратегічний вектор розвитку: від інтуїції до алгоритмів Аналіз перспектив розвитку (п. 5.3) дозволяє стверджувати, що майбутнє систем управління безпекою лежить у площині штучного інтелекту та предиктивної аналітики. Перехід від ретроспективного аналізу аварій до сценарного моделювання на базі цифрових двійників дозволить виявляти латентні загрози задовго до їх реалізації. Підготовка до ери автономного судноплавства (MASS) вже сьогодні змушує переглядати базові принципи оцінки ризиків, зміщуючи акцент з навичок ручного управління на навички системного моніторингу та управління складними киберфізичними комплексами.

Підсумок Таким чином, сучасна система оцінки ризиків перестала бути статичною бюрократичною процедурою «комплаєнсу» (відповідності правилам). Вона трансформувалася у динамічний, безперервний процес управління даними та ресурсами. Головним висновком дослідження є теза про те, що в епоху «Maritime 4.0» абсолютна безпека недосяжна, проте керована стійкість (resilience) системи може бути забезпечена через синергію передових технологій, компетентного людського капіталу та проактивної культури безпеки.

1. **ISO 31000:2018.** Risk management – Guidelines. Geneva: International Organization for Standardization. 2018. 16 p.

2. **IMO MSC-MEPC.2/Circ.12/Rev.2.** Revised Guidelines for Formal Safety Assessment (FSA) for Use in the IMO Rule-Making Process. London: International Maritime Organization. 2018.
3. **IMO Resolution MSC.428(98).** Maritime Cyber Risk Management in Safety Management Systems. London: International Maritime Organization. 2017.
4. **IMO MSC.1/Circ.1593.** Interim Guidelines for the Harmonization and Display of Navigation Information Received via Communication Equipment. London: International Maritime Organization. 2018. (Context of e-Navigation Strategy Implementation Plan).
5. **OCIMF.** Ship Inspection Report Programme (SIRE) 2.0: Inspection Programme Variant and Question Set. London: Oil Companies International Marine Forum. 2022.
6. **BIMCO.** The Guidelines on Cyber Security Onboard Ships. Version 4.0. Bagsvaerd: BIMCO. 2021. 56 p.
7. **IMO MSC.1/Circ.1704.** Interference with the Global Navigation Satellite System (GNSS). London: International Maritime Organization. 2022.
8. **IMO Resolution MEPC.328(76).** Amendments to MARPOL Annex VI (2021 Revised MARPOL Annex VI). London: International Maritime Organization. 2021.
9. **IMO IGF Code.** International Code of Safety for Ships using Gases or other Low-flashpoint Fuels. London: International Maritime Organization. 2017.
10. **MCA.** Code of Safe Working Practices for Merchant Seafarers (COSWP). Amendment 6. 2021. Southampton: Maritime and Coastguard Agency. 2021.
11. **IMO Resolution MSC.252(83).** Adoption of the Revised Performance Standards for Integrated Navigation Systems (INS). London: International Maritime Organization. 2007.
12. **The Poseidon Principles.** A global framework for responsible ship finance. Version 3.0. Copenhagen: Poseidon Principles Association. 2022.

РОЗДИЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙС

6.1 Морські вантажні контейнерні перевезення

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

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

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

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

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

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

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

6.2 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейси

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

Таблиця 6.1

Початкові дані для розрахунку рейсу

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

1	Дедвейт т/х «SEA SPAN SYDNEY»	Δ_w	Тон	50869
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	4998

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5
3	Видстань між портами	L	мили	880
4	Кількість навантаженого вантажу: контейнери всього	$\Sigma Q_{шт}$	шт	1518
	Контейнери 20'	$Q^1_{шт}$	шт	417
	Контейнери 40'	$Q^2_{шт}$	шт	1101
5	Фрахтова ставка за 1 шт вантажу	f_1	\$/шт	180
		f_2	\$/шт	280
6	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	шт/ год.	648
7	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	шт/ год.	552
8	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	20.0
9	Швидкість в каналах. вузостях	v	кан. вуз.	10
10	Добова витрата палива на ходу: важке	q^e_x	тон/доб	95.0
	Добова витрата палива на стоянці: легке	$q_{ст}$	тон/доб	12.0
11	Ціна 1 тони палива: важке	C_v	\$/т	420
	легке	C_l	\$/т	650
12	Балансова вартість судна	$C_{бал}$	\$	10173800
13	Річна норма амортизації	Ha	%	10
14	Позаексплуатаційний час	$T_{зе}$	днб.	15
15	Чисельність екіпажу	$Ч_{ек}$	чол.	26
16	Час затримки в дорозі	$t_{зат}$	год.	3
17	Додатковий час в портах стоянки	$t_{дод}$	год.	3
18	Заробитна платня	$R_{зн}$	\$/доб	2800
19	Витрати на технічне постачання	$R_{т.пос}$	\$/доб	300
20	Навігаційні витрати	$R_{нав}$	\$/доб	200
21	Портові збори	$R_{порт}$	\$	23420

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5
22	Агентування суден	R_{ag}	\$/доб	200
23	Витрати на страхування судна	R_{cmp}	\$/доб	220
24	Витрати на ремонт	$C_{рем}$	\$/мр.п.	700000
25	Вартість одного доковання	$C_{док}$	\$	50000

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

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

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

$$D_q = 50869 - 4998 = 45871 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

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

де T_k - календарний період. приймаємо 365 диб;

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

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

$$t_x = 880 / (20.0 \times 24) + 3/24 = 1.9 \text{ диб}$$

- стоянковий час:

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

$$t_{cm} = 1518 / 648 + 1518 / 552 + 3/24 = 5.2 \text{ диб.}$$

- час рейсу складе:

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

$$t_p = 1.9 + 5.2 = 7.1 \text{ диб}$$

4. Розрахуємо провизну спроможність судна:

- зроблено шт-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 1518 \times 880 = 1335840 \text{ шт-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_q L = 45871 \times 880 = 40366480 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

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

$$\Sigma F_{рейс} = 417 \times 180 + 1101 \times 280 = 383340 \text{ $/рейс}$$

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

Постийни експлуатаційни витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

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

- витрати на заробитну плату ($R_{зн}$) 2800 \$/добу;

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

$$R_{хар} = \mathcal{U}_{ек} \cdot n_{хар} \quad (6.8)$$

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

$$R_{хар} = 26 \times 12 = 312 \text{ \$/добу};$$

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

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

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

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

$$R_{рем} = ((50000 + 700000) / 5) / 350 = 429 \text{ \$/добу}$$

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

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

$$R_{ам} = (10173800 \times 0.1) / 350 = 2907 \text{ \$/добу};$$

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

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

де $H_{сн}$ - норма постачання;

$$R_{сн} = (10173800 \times 0.02) / 350 = 581 \text{ \$/добу};$$

- витрати на технічне постачання ($R_{т.пос.}$) 300 \$/добу;

- навігаційні витрати. \$/добу ($R_{нав}$) 200 \$/добу;

- портові збори ($R_{порт}$) 23420 \$/рейс;

- витрати з агентування ($R_{аг}$) 200 \$/добу;

- витрати на страхування ($R_{\text{стр}}$) 220 \$/добу.

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

$$R_{\text{екс}} = 2800 + 312 + 429 + 2907 + 581 + 300 + 200 + 23420 / 7.1 + \\ + 200 + 220 = 11248 \text{ \$ / добу}$$

7. Розраховуємо непрямі (адміністративно-управлінські)

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

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

$$R_{\text{кос.}} = 11248 \times 0.02 = 225 \text{ \$ / добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{\text{заг}} = 11248 + 225 = 11473 \text{ \$ / добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{\text{заг.екс}} = 11473 \times 7.1 = 81458 \text{ \$ / рейс}$$

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

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

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

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

$$R_x^e = 1.1 \times 95.0 \times 420 = 43890 \text{ \$/добу}$$

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

$$R_{cm}^n = k_{cm} \cdot q_{cm} \cdot Ц_{л} \quad (6.16)$$

$$R_{cm}^n = 1.1 \times 12.0 \times 650 = 8580 \text{ \$/добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

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

$$\Sigma R_{nep} = 43890 \times 1.9 + 8580 \times 5.2 = 128007 \text{ \$/рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{рейс} = 1086 + 128007 = 129093 \text{ \$/рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

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

$$\Sigma \Pi_{рейс} = 383340 - 129093 = 254247 \text{ \$/рейс}$$

Прибуток судна т/х «SEA SPAN SYDNEY» з порту Пусан в порт Йокогама з вантажем контейнери за рейс склав 254247 \$/рейс.

Якисні показники роботи судна в рейси розраховуємо за методикою:

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

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

$$K_e = 350 / 3194 = 0.959$$

2. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

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

$$V_{cp} = 880 / 1.9 = 463$$

3. Коефіцієнт ходового часу:

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

$$\varepsilon_x = 1.9 / 7.1 = 0.268$$

4. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

$$\mu_6 = \alpha_3 \cdot V_{cp.} \cdot \varepsilon_x. \quad (6.23)$$

$$\mu_6 = 0.986 \times 463 \times 0.268 = 122.34$$

5. Валова прибутковість одних судно-днів:

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

$$\mu = 383340 / 7.1 = 53992 \text{ \$}/\text{доба}$$

6. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейси:

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

$$S_{um} = 129093 / 1518 = 85.04 \text{ \$ / шт}$$

7. Собивартисть 1 тонно-мили в рейси:

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

$$S_{um-м} = 129093 / 1335840 = 0.0966381 \text{ \$ / шт-м}$$

8. Собивартисть утримання судна в добу експлуатації:

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

$$S_{с-д} = 129093 / 7.1 = 18182 \text{ \$ / доба.екс}$$

10. Ривень дохидности являе видношення доходив до витрат:

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

$$PF = 383340 / 129093 = 2.97$$

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

6.3 Прогнозування роботи судна. оцінка ефективности рейсу

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

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$\mathcal{U}_p = T_{\text{екс}} / t_p \quad (6.29)$$

$$\mathcal{U}_p = 350 / 7.1 = 49.30$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma Q_{\text{екс}} = 1518 \times 49.30 = 74837 \text{ шт / рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

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

$$\Sigma Ql_{\text{екс}} = 1335840 \times 49.30 = 65856912 \text{ шт-миль / рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma F_{\text{екс}} = 383340 \times 49.30 = 18898662 \text{ \$ / рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma R_{\text{екс}} = 129093 \times 49.30 = 6364285 \text{ \$ / рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma \Pi = 254247 \times 49.30 = 12534377 \text{ \$ / рік}$$

7. Рівень доходності роботи судна за експлуатаційний період:

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

$$PF = 18898662 / 6364285 = 2.97$$

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

Таблиця 6.2.

Кількісні і якісні показники виконаного рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Валовий дохід	F	\$	383340
2	Затрати загальні	R	\$	129093
3	Прибуток	Π	\$	254247
4	Коефіцієнт ходового часу	ε_x		0.268
5	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	мили/доб	463
6	Доходність судна	μ	\$/доб	53992
7	Рівень доходності	PF		2.97
8	Собівартість перевезення 1 шт вантажу	$S_{шт}$	\$/шт	85.04
9	Собівартість 1 шт-мили	$S_{шт-м}$	\$/шт-м	0.0966381
10	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	$S_{c-д}$	\$/доб.	18182

В результаті проведених розрахунків, наведених у табл. 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень доходності 2.97, прибуток 254247 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 12534377 \$. Судно «SEA SPAN SYDNEY» доцільно використовувати на даний ліній.

управління даними та ресурсами. Головним висновком дослідження є теза про те, що в епоху «Maritime 4.0» абсолютна безпека недосяжна, проте керована стійкість (resilience) системи може бути забезпечена через синергію передових технологій, компетентного людського капіталу та проактивної культури безпеки.

РОЗДІЛ 7

ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ

7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту

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

Судно-контейнеровоз «RIO CHARLESTON» чекає дозволу на вхід у порт Мумбаї (Індія). Отримано повідомлення про вибух у порту на території перевантажувального комплексу аміаку.

Внаслідок вибуху сталося руйнування ємності зі скрапленим газом та розлив аміаку, що є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). Кількість розлитої СДОР – 550 т, характер розливу – «у піддон». Висота піддона – 0,5 м.

Метеорологічні умови на момент аварії: час доби – день, 16.00, температура повітря 20⁰, швидкість вітру 5 м/с, вітер зустрічний, суцільна хмарність.

Відстань від судна до місця аварії – 2 км. Від судна до місця аварії – водна поверхня, відкрита місцевість.

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 при отриманні повідомлення про виявлення на території портової споруди, що взаємодіє із судном, вибухового пристрою.

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 5 м/с, суцільна хмарність) визначаємо по табл. 7.1 ступень вертикальної стійкості повітря - ізотерія.

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_{31} (т) аміаку в первинній хмарі:

$$Q_{31} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0 = 0,01 \cdot 0,04 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 550 = 0,05 \text{ т,}$$

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

Таблиця 7.2

Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найме- нування СДОР	Щіль- ність СДОР, т/ м ³		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 K_7 у чисельнику - K_7^I (для первинної хмари), у знаменнику - K_7^{II} (для вторинної хмари).

$K_1 = 0,04$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози аміаку (табл. 7.2);

$K_1 = 0,23$ – коефіцієнт, який враховує ступень вертикальної стійкості повітря для ізотермії (п. 3.2. Методики прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах морського транспорту);

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

$Q_0 = 550$ – 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:

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

де V_p – об'єм аміаку, що розлився, м^3 ;

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

$\rho = 0,681$ - щільність аміаку, т/м^3 (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:

$$T = h \cdot \rho / (K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{\text{II}}) + 1 / (K_m \cdot v_{\text{п}}) = 0,3 \cdot 0,681 / (0,025 \cdot 2,34 \cdot 1) + 1 / (1 \cdot 29) = 3,53 \text{ год.},$$

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

$K_4 = 2,34$ – 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);

$K_m = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари аміаку (таблиця 7.4);

$v_{\text{п}} = 29$ – швидкість перенесення переднього фронту зараженого повітря, км/год. (табл. 7.5).

Таблиця 7.3

Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

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

Таблиця 7.4

Значення коефіцієнту K_m
залежно від впливу характеру місцевості

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

Таблиця 7.5

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

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

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

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

$$= 0,99 \cdot 0,025 \cdot 0,04 \cdot 2,34 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 550 / (0,3 \cdot 0,681) = 1,43 \text{ т},$$

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.

4) Визначення глибини і площі зони зараження

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

Для $Q_{\text{в1}} = 0,05$ т та швидкості вітру $u = 5$ м/с визначаємо глибину зони зараження первинною хмарою аміаку: $\Gamma_1 = 0,38$ км.

Для $Q_{\text{в2}} = 1,43$ т та швидкості вітру $u = 5$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою аміаку: $\Gamma_2 = 1,91$ км.

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 1,91 + 0,5 \cdot 0,38 = 2,1 \text{ км},$$

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

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

$$\Gamma_{\Pi} = N \cdot v_{\Pi} = 1 \cdot 29 = 29 \text{ км}.$$

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

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{matrix} \right\} = 2,1 \text{ км.}$$

Таблиця 7.6

Глибина (км) зони зараження

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

Таблиця 7.7

Кутові розміри зони можливого зараження

СДОР залежно від швидкості вітру

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

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

$$S_v = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^0 = 3,14 \cdot 2,1^2 \cdot 45^0 / 360^0 = 1,7 \text{ км}^2,$$

де $\Gamma = 2,1$ - розрахункова глибина зони зараження, км;

$\varphi = 45^0$ - кутовий розмір зони зараження, град (табл. 7.7).

Визначаємо площу зони фактичного зараження S_ϕ (км²):

$$S_\phi = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 2,1^2 \cdot 1^{0,2} = 0,59 \text{ км}^2,$$

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

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

Територія можливого хімічного зараження умовно представляє собою сектор, що має кутовий розмір $\varphi = 45^\circ$ (табл. 7.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 2,1$ км. Вершина сектору співпадає з джерелом зараження - місцем розливу аміаку.

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

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ_1 (км):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_1} \right)^\Psi = 1,34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,48}{6} \right)^{0,542} = 0,63 \text{ км},$$

де $\lambda = 1,34$; $\Psi = 0,542$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (табл. 7.8);

$Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0,05 + 1,43 = 1,48$ – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару, т;

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

Таблиця 7.8

Коефіцієнти λ и ψ , що залежать від швидкості вітру

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

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

$$\Gamma_{0,4\text{ т}} = \lambda \cdot K_{\text{м}} \cdot \left(\frac{Q_{\text{э}}}{D_{0,4\text{ т}}} \right)^{\Psi} = 1,34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,48}{2,4} \right)^{0,542} = 1,03 \text{ км},$$

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

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

$$\Gamma_{0,2\text{ т}} = \lambda \cdot K_{\text{м}} \cdot \left(\frac{Q_{\text{э}}}{D_{0,2\text{ т}}} \right)^{\Psi} = 1,34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,48}{1,2} \right)^{0,542} = 1,5 \text{ км},$$

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

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 2,1$ км.

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

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

$$t = x / (K_{\text{м}} \cdot v_{\text{п}}) = 2 / (1 \cdot 29) \approx 4 \text{ хв.},$$

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

7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження території порту внаслідок руйнування обвалованої ємності із зрідженим аміаком показала, що судно «RIO CHARLESTON» знаходиться в небезпечній зоні (в зоні легких уражень).

Враховуючи швидкість вітру (5 м/с) та незначну відстань до місця аварії (2 км), встановлено, що хмара зараженого повітря досягне судна майже через 4 хв.

Для зменшення людських втрат пропонуються наступні заходи:

- після отримання повідомлення про аварії в порту оголосити загально суднову тривогу;
- попередити про небезпеку та швидко прибрати усіх людей з палуби всередину надбудови судна, максимально герметизувати усі приміщення в надбудові судна, в яких укритися екіпаж;
- судну терміново відійти подалі від берегу на відстань, що перевищує глибину зони ураження, протягом часу дії вражаючих концентрацій хмари контролювати цю відстань;
- у випадку необхідності знаходження на палубі судна використовувати наявні дихальні апарати, при цьому забезпечити контроль часу знаходження людей в апаратах (захисна дія дихальних апаратів обмежена часом у 30 хв.);
- встановити зв'язок із аварійними службами порту, підготуватися до можливої евакуації постраждалих членів екіпажу.

7.1.4 Стандартні робочі процедури при отриманні повідомлення про виявлення на території портової споруди, що взаємодіє із судном, вибухового пристрою

Заходи, які повинні бути прийняті у разі отримання повідомлення про виявлення на території портової споруди, що взаємодіє із судном, вибухового пристрою, перелічені в табл. 7.9.

Таблиця 7.9

№ п/п	Дії, які повинні бути виконані	Відповідальний член екіпажу
1	2	3
1	Записати докладно попередження про загрозу вибуху. Негайно доповісти капітану і ОКС. Поки триває стан надзвичайної ситуації, у судовому журналі відображати всі заходи по забезпеченню безпеки	Вахтовий помічник
2	Оголосити загальносуднову тривогу, провести герметизацію корпусу судна, засоби боротьби з водою і пожежею привести у негайну готовність	Капітан
3	Оповістити екіпаж судна	Вахтовий помічник
4	Зв'язатися з посадовою особою портового засобу, відповідальною за охорону. Повідомити про ситуацію посадову особу компанії, відповідальну за охорону. Всі подальші дії здійснювати у контакті з цими особами.	Офіцер з охорони судна
5	Аварійну партію привести в готовність №1	Старший помічник
6	За погодженням з портом прийняти рішення про відвід судна від причалу або залишення його на місці та евакуацію екіпажу	Капітан
7	Про результати вжитих заходів доповісти посадовій особі портового засобу, відповідальній за охорону, та посадовій особі компанії, відповідальній за охорону	Офіцер з охорони судна

ВИСНОВКИ

Справжня робота зроблена відповідно до методичних вказівок НУ «ОМА» за підсумками роботи на т/х «Sea Span Sydney».

У роботу включені найважливіші розділи судноводіння, що включають навігаційне устаткування, підбір карт, керівництва і посібників, зберігання і коректура карт і книг, гідрометеорологічні і навігаційно-гідрографічні умови переходу, відомості про порти, вибір трансокеанського шляху, підготовка технічних засобів навігації, розрахунок природної освітленості, приливних явищ.

Також був складений вантажний план судна, в якому були розраховані посадка і міцність, зроблена перевірка остійності судна.

В дослідницькому розділі розглянуто: «Особливості та перспективи розвитку динамічної оцінки ризиків при експлуатації сучасного флоту».

Проведене дослідження сучасної методології та практики оцінки ризиків при експлуатації морських суден дозволяє сформулювати наступні узагальнюючі висновки, що відображають фундаментальну трансформацію галузі безпеки судноплавства у третьому десятилітті ХХІ століття.

1. Зміна онтологічного статусу ризику Дослідження термінологічного апарату (п. 5.1) засвідчило, що поняття «ризик» у морській індустрії вийшло за межі суто технічної категорії ймовірності аварії. У сучасних умовах ризик інтерпретується як комплексна міра невизначеності, що впливає на досягнення стратегічних цілей судноплавної компанії. Відбулася інтеграція різномірних векторів загроз – навігаційних, технічних, кібернетичних та екологічних – у єдину матрицю управління. Це вимагає від командного складу суден та берегових менеджерів відмови від фрагментарного мислення на користь системного підходу, де збій у програмному забезпеченні розглядається як пряма загроза фізичній цілісності судна.

2. Технологічна конвергенція та нові вразливості Аналіз особливостей експлуатації (п. 5.2) виявив парадоксальну тенденцію: впровадження цифрових

технологій (e-Navigation, IoT, автоматизація), покликаних підвищити рівень безпеки, згенерувало нові класи ризиків. Феномени «автоматизаційної упередженості», інформаційного перенавантаження та кібервразливості (GNSS-спуфінг) стали домінуючими загрозами для сучасного флоту. Технічна експлуатація перейшла від реактивної моделі (ремонт після відмови) до предиктивної (обслуговування за станом на основі Big Data), що, однак, поставило безпеку судна в критичну залежність від надійності сенсорних мереж та каналів передачі даних.

3. Екологічний та соціальний імперативи Дослідження показало, що архітектура ризиків зазнала незворотних змін під тиском глобальних вимог декарбонізації та сталого розвитку (ESG). Екологічні показники (СП, EEXI) трансформувалися у жорсткі комерційні обмеження, створюючи конфлікт між безпекою мореплавства та економічною ефективністю. Водночас відбулася гуманізація систем безпеки: ментальне здоров'я екіпажу та соціальне благополуччя визнано критичними елементами експлуатаційної надійності. Впровадження концепції «Справедливої культури» (Just Culture) стає не менш важливим інструментом зниження аварійності, ніж модернізація навігаційного обладнання.

4. Стратегічний вектор розвитку: від інтуїції до алгоритмів Аналіз перспектив розвитку (п. 5.3) дозволяє стверджувати, що майбутнє систем управління безпекою лежить у площині штучного інтелекту та предиктивної аналітики. Перехід від ретроспективного аналізу аварій до сценарного моделювання на базі цифрових двійників дозволить виявляти латентні загрози задовго до їх реалізації. Підготовка до ери автономного судноплавства (MASS) вже сьогодні змушує переглядати базові принципи оцінки ризиків, зміщуючи акцент з навичок ручного управління на навички системного моніторингу та управління складними кіберфізичними комплексами.

Підсумок Таким чином, сучасна система оцінки ризиків перестала бути статичною бюрократичною процедурою «комплаєнсу» (відповідності правилам). Вона трансформувалася у динамічний, безперервний процес

управління даними та ресурсами. Головним висновком дослідження є теза про те, що в епоху «Maritime 4.0» абсолютна безпека недосяжна, проте керована стійкість (resilience) системи може бути забезпечена через синергію передових технологій, компетентного людського капіталу та проактивної культури безпеки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ворохобін І.І. та інші. Методичні вказівки до виконання магістерської роботи.
2. m/v «Sea Span Sydney» Trim and Stability Booklet, Ship manual, Informational booklet for Damage control.
3. Nautical publication.
4. Ніколаєва Л. Л. Комерційна експлуатація судна: підруч. [для студ. вищ. навчал. закл.] / Л. Л Ніколаєва. – Одеса: Фенікс, 2006. – 754 с.
5. Савчук В. Д. Технологія перевезення вантажів: підруч. / В. Д. Савчук. – Одеса: ВидавІнформ, 2008. – 335 с.
6. International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 74/78) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.marinedocs.co.uk/wp-content/uploads/2016/10/SOLAS%20Consolidated%20Edition%202014.pdf>
7. International convention on Load Lines, 1966/1988 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896_007
8. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.marinedocs.co.uk/wp-content/uploads/2017/08/MARPOL-Consolidated - Edition-2011-1.pdf>
9. International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code) [Електронний ресурс]. – Режим доступа: [http://asp.mot.gov.il/media/com_form2content/documents/c3/a830/f27/MSC%20406\(96\).pdf](http://asp.mot.gov.il/media/com_form2content/documents/c3/a830/f27/MSC%20406(96).pdf)
10. IMDG Code, Supplement 2020 edition [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tmgdgebze.com/wp-content/uploads/2020/12/sozlesme6.pdf>
11. Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing (CSS Code) 1988 [Електронний ресурс]. – Режим доступа: http://www.axelzone.ro/storage/ttm/_lessons/stowage%20&%20securing/CSS%20Code%202011.pdf

12. Thomas Stowage: The Properties and Stowage of Cargoes [Електронний ресурс]. – Режим доступа: http://www.axelzone.ro/storage/ttm/_lessons/bulk_carriers/thomas_stowage_3rd.pdf

13. Adoption of the International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code), Resolution MSC.267(85).

14. Правила класифікації та побудови морських суден. В 5-ти т. Том 2. – Київ: Регістр судноплавства України, 2014.

15. ISO 31000:2018. Risk management — Guidelines. Geneva: International Organization for Standardization, 2018. 16 p.

16. IMO MSC-MEPC.2/Circ.12/Rev.2. Revised Guidelines for Formal Safety Assessment (FSA) for Use in the IMO Rule-Making Process. London: International Maritime Organization, 2018.

17. IMO Resolution MSC.428(98). Maritime Cyber Risk Management in Safety Management Systems. London: International Maritime Organization, 2017.

18. IMO MSC.1/Circ.1593. Interim Guidelines for the Harmonization and Display of Navigation Information Received via Communication Equipment. London: International Maritime Organization, 2018. (Context of e-Navigation Strategy Implementation Plan).

19. OCIMF. Ship Inspection Report Programme (SIRE) 2.0: Inspection Programme Variant and Question Set. London: Oil Companies International Marine Forum, 2022.

20. BIMCO. The Guidelines on Cyber Security Onboard Ships. Version 4.0. Bagsvaerd: BIMCO, 2021. 56 p.

21. IMO MSC.1/Circ.1704. Interference with the Global Navigation Satellite System (GNSS). London: International Maritime Organization, 2022.

22. IMO Resolution MEPC.328(76). Amendments to MARPOL Annex VI (2021 Revised MARPOL Annex VI). London: International Maritime Organization, 2021.

23. IMO IGF Code. International Code of Safety for Ships using Gases or other Low-flashpoint Fuels. London: International Maritime Organization, 2017.

24. MCA. Code of Safe Working Practices for Merchant Seafarers

(COSWP). Amendment 6, 2021. Southampton: Maritime and Coastguard Agency, 2021.

25. IMO Resolution MSC.252(83). Adoption of the Revised Performance Standards for Integrated Navigation Systems (INS). London: International Maritime Organization, 2007.

26. The Poseidon Principles. A global framework for responsible ship finance. Version 3.0. Copenhagen: Poseidon Principles Association, 2022.22. <https://unctad.org/en/pages/> – Review of Maritime Transport 2018 (Обзор морского транспорта).

27. Дем'янченко А.Г., Сотниченко Л.Л. Вдосконалення організаційно-економічного механізму управління розвитком підприємств морської галузі / кол. монографія за ред. А. Г. Дем'янченко. – Одеса: НУ «ОМА», 2017. – 325 с.

28. Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки до розрахункової роботи. – Одеса: НУ «ОМА», 2017, с.