

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

Іванов Іван Іванович

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи: **Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу**
судна «IJSSELBORG» за маршрутом
Роттердам (Rotterdam) – Баркадера (Barcadera)

Підпис магістранта _____

Завідуючий кафедрою _____ / Сікірін В.Є. /

Керівник _____ / Кульбацький А.А. /

Рецензент _____ / _____ /

Нормоконтроль _____ / Сікірін В.Є. /

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

_____ / Сікірін В.Є./

" ____ " _____ 2025 р

З А В Д А Н Н Я

по дипломній роботі магістранта

Іванов Івана Івановича

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: **Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «IJSELBORG» за маршрутом Роттердам (Rotterdam) – Баркадера (Barcadera)**

затверджена наказом по академії від " ____ " _ грудня ____ 2025 _р. № _____

2. Строк здачі курсантом закінченої роботи "17 " _ листопада _ 2025 року

3. Вхідні дані до роботи:

Методика виконання магістерської роботи (НУ ОМА) _____

Технічна інформація по судну _____

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

Технічні характеристики судна _____

Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу _____

Обробка та розміщення вантажів _____

Оцінка морехідних якостей судна _____

Дослідницька частина _____

5. Перелік графічного матеріалу:

Магістерська робота включає _____ малюнків та графіків

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

Розділ (визначається кафедрою)	ПІБ консультант	Підпис і дата
1.Характеристики судна	Кульбацький А.А.	
2.Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	Кульбацький А.А.	
3.Обробка та розміщення вантажів	Кульбацький А.А.	
4.Оцінка морехідних якостей судна	Кульбацький А.А.	
5. Дослідницька частина	Кульбацький А.А.	
6.Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі (кафедра «Менеджменту і економіки морського транспорту»)		
7.Охоронні заходи та цивільна оборона на судні	Кульбацький А.А.	

7. Календарний план дипломної роботи магістранта

№ п/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Збір інформації по характеристикам судна	01/09/2025	виконано
2	Аналіз умов навігаційного переходу	01/09/2025	виконано
3	Оцінка умов навігаційного переходу	01/09/2025	виконано
4	Планування навігаційного переходу	01/09/2025	виконано
5	Обробка та розміщення вантажів та оцінка морехідних якостей судна	01/10/2025	виконано
6	Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі	01/10/2025	виконано
7	Проробка питань охорони праці та охоронних заходів та цивільної оборони на судні	01/10/2025	виконано
8	Дослідницька частина	01/11/2025	виконано

8. Дата видачі завдання _____ 10/04/2025 _____

Керівник _____ Завдання до виконання прийняв _____

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА.....	12
1.1 Загальні відомості і головні розміри судна	12
1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна	14
1.3 Маневрені характеристики	17
1.4 Навігаційне обладнання	20
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ.....	23
2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу	23
2.2 Оцінка запланованого переходу	24
2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході.....	31
2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації	37
2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибрежному плаванні	39
2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання	43
2.3.1 Розрахунок ортодромії	43
2.3.2 Складання маршрутних листів	44
2.3.3 Графічний план переходу	46
2.3.4 Розрахунок природної освітленості	46
2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів	48
2.3.6 Контроль запасу води під кілем та вибір безпечної швидкості на мілководді.....	50
2.4 Висновки	51
РОЗДІЛ 3 ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ.....	52
3.1 Транспортні характеристики вантажів.....	52
3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та документальне	

оформлення морського перевезення	53
3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна	60
3.4 Складання вантажного плану	63
3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу	64
РОЗДІЛ 4 ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА.....	67
4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна	67
4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності	72
4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації	73
4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності	74
4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності.....	76
4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності	80
4.7 Контроль загальної поздовжньої міцності судна	81
4.8 Висновки	83
РОЗДІЛ 5 НАВІГАЦІЙНА БЕЗПЕКА СУДНОПЛАВСТВА В ЗОНІ МОСТІВ...	84
5.1 Аналіз умов судноплавства	86
5.2 Методи оцінки ймовірності навалу суден на мостові опори	94
5.3 Забезпечення надійності функціонування мостових споруд.....	101
РОЗДІЛ 6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ	109
6.1 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі	109
6.2 Розрахунок якісних показників роботи судна в рейсі	114
6.3 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу	116
РОЗДІЛ 7. ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ	119
ВИСНОВКИ.....	129
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	130

ВСТУП

Водним транспортом, під керівництвом вітчизняних спеціалістів щорічно перевозиться значна кількість вантажів та пасажирів. Зовнішньоторгові зв'язки нашої країни відбуваються з багатьма країнами світу. Важливим показником стабільності на водному транспорті є безпека судноплавства.

В основних напрямках економічного і соціального розвитку України відмічено, що для виконання задач, поставлених перед транспортом, необхідно забезпечити рівень надійності руху, знизити негативний вплив транспорту на навколишнє довкілля. Підвищення ефективної транспортної роботи морського флоту - важлива комплексна проблема, рішення якої можливо, тільки при забезпеченні надійності мореплавства. Збільшення розмірів та поява нових типів суден стимулювало поглибленню дослідження проблеми підвищення безпеки плавання в прибережних водах.

Сьогодні, аварійність суднів залишається на високому рівні, проблема забезпечення надійності руху займає важливе місце й вимагає прийняття ефективних мір в інфраструктурі водного транспорту.

При плаванні в стислих умовах, в прибережній зоні при швидком змінненні зовнішніх умов, час для оцінки ситуації складається з урахуванням усіх факторів і дуже обмежений, що приводить до аварійних ситуацій. Навігаційна аварійність в світовому транспортному флоті складає біля 30% усіх видів аварій.

За останні роки кожен рік втрати тонажу складають біля 1-3% щорічного приросту флоту. Проблема зниження навігаційної аварійності комплексна. Її успішне рішення залежить від розробки вопросів аналізу місця судна, оцінки та підвищення точності судноводіння в районі плавання, застосовую засоби навігаційного огороження, суднові технічні засоби, системи управління рухом суднів з берега (СУРС), застосовую берегові радіолокаційні станції (БРЛС).

В останні роки розвиток методів оперативного контролю місця судна намітив новий підхід к рішенням задач плавання в стислих водах. З'явилась можливість розрахунків не тільки безпечних, но і вибіра оптимальних по заданому критерію

курса и скорості суднів, з урахуванням факторів, впливаючих на умови плавання. Задача оптимізації плавання в стислих умовах можлива за допомогою бортових комп'ютерів на основі оперативного аналізу маршрута плавання, надійності обсервацій, засобів навігаційних огорожень, вибраних орієнтирів для контролю місця судна.

Різними авторами виконувались дослідження, зв'язані з запобіганням посадки суднів на мілину. Але доки не має достатньої теоретичної бази, яка дозволяє розглядати досліджуєме явище з єдиної точки зору. Серед причин посадок суднів на мілину найбільш часто вказують на недостатню точність розрахунків місця і габаритів судна та фарватеру. Актуальність цих розробок в сучасності возросла у зв'язку з дослідженнями по автоматизації судноводіння.

Підвищення безпеки мореплавства - одна із відомих проблем, що стоїть перед водним транспортом України. Вхід и вихід із портів в основному відбувається через канали при коливанні рівня води. Радіолокаційне зображення узбережжя змінюється через низький берег. Для плавання в прибережній зоні сьогодняшні методи оцінки габаритів не завжди відповідають вимогам безпеки: не дають необхідну точність обсервацій на всьому протязі маршрута слідування. Сьогодняшні ЗНО, в даному районі не дають необхідної точності обсервацій, відповідно стандартам ІМО, що часто приводить до посадки на мілину, а в деяких випадках і до зіткнення суднів.

Викладене обґрунтовує актуальність теми магістерської роботи.

Актуальність теми полягає в забезпеченні надійності судноплавства в районі з мостами належаному до категорії важливих морських транспортних артерій. Масштаби морського судноплавства в нашому столітті набувають особливої ролі в районах зі стислими умовами, через які проходять водні шляхи з інтенсивним транзитним судноплавством. Істотно зростає вантажонапруженість водних шляхів від використання численних інтермодальних ліній, що зв'язують порти прибережних та країн, розташованих у середині континентів. Прибережні райони зі стислими умовами, через велику кількість гідротехнічних споруд, особливо мостів, є однією з визначальних ланок транспортного ланцюга регіону,

що забезпечує зв'язок за допомогою декількох видів транспорту мережу вантажовідправників і вантажоодержувачів. Це і зумовлює провідну роль морського транспорту і портових наземних транспортних мереж, зростаючу інтенсивність руху транспорту і вантажопотоків регіону, через деякі мости проходить щорічно понад десятків тисяч морських суден у рік. Ці обставини вимагають створення в регіоні системи управління судноплавством з таким рівнем навігаційної безпеки, яке б сприяло би підвищенню ефективності роботи транспортної галузі.

Мета роботи полягає в аналізі теоретичних та розробці практичних рекомендацій щодо підвищення безпеки проведення суден та забезпечені надійності судноплавства в районі мостів вантажонапружених маршрутів.

Об'єкт дослідження – Розглянуто також окремі методи та процедури для оцінки положення місця судна та прогнозу надійності судноплавства.

Предмет дослідження пізнання взаємозв'язку показників аварійності та компетентності плавскладу, судових операторів, для розробки рекомендацій щодо підвищення їх надійності та безпеки мореплавання.

Методи дослідження. Проведено комплексні дослідження, які включали: Аналіз опублікованих у пресі в 2000-2020 рр. матеріалів з аварійних ситуацій морських суден під різними прапорами в зоні мостів, економічних показників вантажопотоків в регіоні.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в доповненні та уточненні оцінки безпеки плавання в зоні мостів

Практичне значення та апробація отриманих результатів. Підвищення рівня безпеки та надійності транспорту - Зменшення кількості та тяжкості аварійних випадків на транспорті, викликаних міжнародними перевезеннями і порушень безпеки операторами, при зміні навігаційних параметрів для використання більш безпечних маршрутів транспорту або інфраструктури.

АНОТАЦІЯ

Магістерська робота містить с., рис., табл., використаних джерел. Магістерська робота присвячена дослідженню умов, розробці методичних основ і практичних рекомендацій щодо підвищення ефективності застосування контролю місцеположення судна.

Виконано класифікацію і аналіз ризиків, що виникають у діяльності судна під впливом різних факторів під час переходу.

Розроблено методичні положення на підставі сучасних методів управління судном, з урахуванням ризиків у діяльності плавскладу .

Побудовано схему моделювання процесу контролю кількісних та якісних оцінок безпеки проводки судна, які дозволяють розрахувати основні показники ефективності роботи судна.

Обґрунтовано умови ефективного впровадження методу оцінювання безпеки під час навігаційної підготовки до переходу та проходження небезпечних ділянок шляху .

Ключові слова : безпека судноплавства, оцінювання навігаційної безпеки, засоби контролю місця судна.

THE SUMMARY

The Master's thesis contains pages, pictures, tables, sources.

The master's thesis is devoted to the study of conditions, the development of methodological bases and practical recommendations for improving the effectiveness of the application of location control of the ship.

The thesis classifies and analysis of the risks arising from the vessel's activities under the influence of various factors during the transition was performed.

The Master's thesis has worked out the Methodological provisions based on modern ship management methods have been developed, taking into account the risks in the activity of the vessel.

There is simulation scheme of modeling of process of control of quantitative and qualitative estimations is constructed safety of the vessel's posting, which allow to calculate the basic performance indicators of the ship.

The conditions for effective implementation of the method of safety assessment during navigation preparation for crossing and passage of dangerous sections of the route are substantiated.

Key words: navigation safety, navigation safety assessment, methods of controlling the position of the ship.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

GT	валовий тоннаж (Gross Tonnage)
FEU	сорока футовий еквівалент (Forty Foot Equivalent)
HC	транспортний контейнер підвищеної місткості (High Cube)
ЄЕК ООН	Європейська економічна комісія організації Об'єднаних Націй
AIS	Автоматична ідентифікаційна система
ECDIS	Electronic Chart Display and Information System
ГМЗЛБ	Глобальна морська система зв'язку під час лиха і для забезпечення безпеки
ІМО	Міжнародна морська організація
ПРРС	Пост регулювання руху суден
СРРС	Служба регулювання руху суден
UNCTAD	Конференція ООН з торгівлі та розвитку (United Nations Conference Of Trade And Development)
ISO	Міжнародна організація по стандартизації (International Standartization Organization))
ЗНО	Засоби навігаційного обладнання
ЗНБ	Зона навігаційної безпеки
РЛС	Радіолокаційна станція
GPS	Global Positioning System

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

1	2	3
1.	Назва судна	IJSSELBORG
2.	Тип судна	General Cargo
3	Позивний сигнал судна	PBTT
4	IMO №	9456745
5	MMSI №	244707000
6	Рік і місце будівництва	2010 /Damen Shipyards
7	Клас реєстру	Lloyd`s Register
8	Порт приписки	Netherlands, Delfzijl
9	Судновласник:	Nirint Shipping B.V., Netherlands
10	Менеджмент:	Nirint Shipmanagement Netherlands
11.	Довжина найбільша,(L):	143
12	Довжина між перпендикулярами, ($L_{\perp\perp}$): (м):	134,4
13	Ширина найбільша,(B):	19
14	Висота борту до верхньої палуби, (H):	10,95
15	Найбільше осідання(T):	7.945
16	Осадка (T) в повному вантажу і порожньому:	8,2 2,68
17	Водотоннажність:	
	в повному вантажу Δ :	16893,85
	порожньом Δ_0 :	4894,5

Продовження таблиці 1.1					
1	2	3			
18	Повна вантажопідйомність Δw :	11999,35			
19	Головний двигун:	MaK Caterpillar 6M43C 4			
	тип:	дизель			
	потужність: кВт/к.с	6000/8107			
	частота обертання:	98			
	Режим роботи головного двигуна:	Manoeuvring engine order	Rpm/min	Speed (kts.) Loaded	Speed (kts.) Ballast
		Full sea ahead	102,7	15,0	17,6
		Full ahead	96,0	14,0	16,0
		Half ahead	78,7	11,5	13,1
		Slow ahead	59,5	8,7	9,9
		Dead slow ahead	40,3	5,9	6,7
		Dead slow astern	28,2	4,1	4,7
		Slow astern	41,7	6,1	6,9
		Half astern	55,1	8,0	9,2
		Full astern	67,2	9,8	11,2
21	Швидкість	14			

Продовження таблиці 1.1		
1	2	3
22.	Гребний гвинт Кількість лопастей Діаметр та крок (мм) Діскове відношення Напрямок обертання	4 7100/7295 0,68 праворуч
23.	Тип руля и площа пера:	балансирний, напівпідвісний; максимальний кут перекладки керма 35°; розрахункова тривалість перекладання керма з борту на борт при роботі електричним приводом не більше 30 сек., площа-42 кв м
24.	Тип стернової машини:	C.Plath, електрогідравлична, плунжерного типа
	підрулюючий пристрій:	носовий, 720 kW (965 hp)
25.	Суднова радіостанція: Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району А3 та включає в себе:	УКВ радіостанція с ЦІВ; приймач NAVTEX; радіолокаційний відповідач; аварійний радіобуй системи КОСПАС – CAPSAT; портативні УКВ радіостанції; супутниковий термінал
26.	Валова реєстрова місткість (GRT):	8999
27.	Чиста реєстрова місткість (NRT):	4585
28.	Добова витрата палива: на ходу: Важке паливо (HFO) на стоянці: Дизельне паливо (DO)	17,5 1,5
29.	Координати центру мас порожнього судна: абсциса, м апліката, м	60,01 8,69

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна

Схематичний план бокового вигляду судна з розташуванням приміщень для вантажів і запасів, а також план верхньої палуби судна (малюнки 1,1, 1,2.).

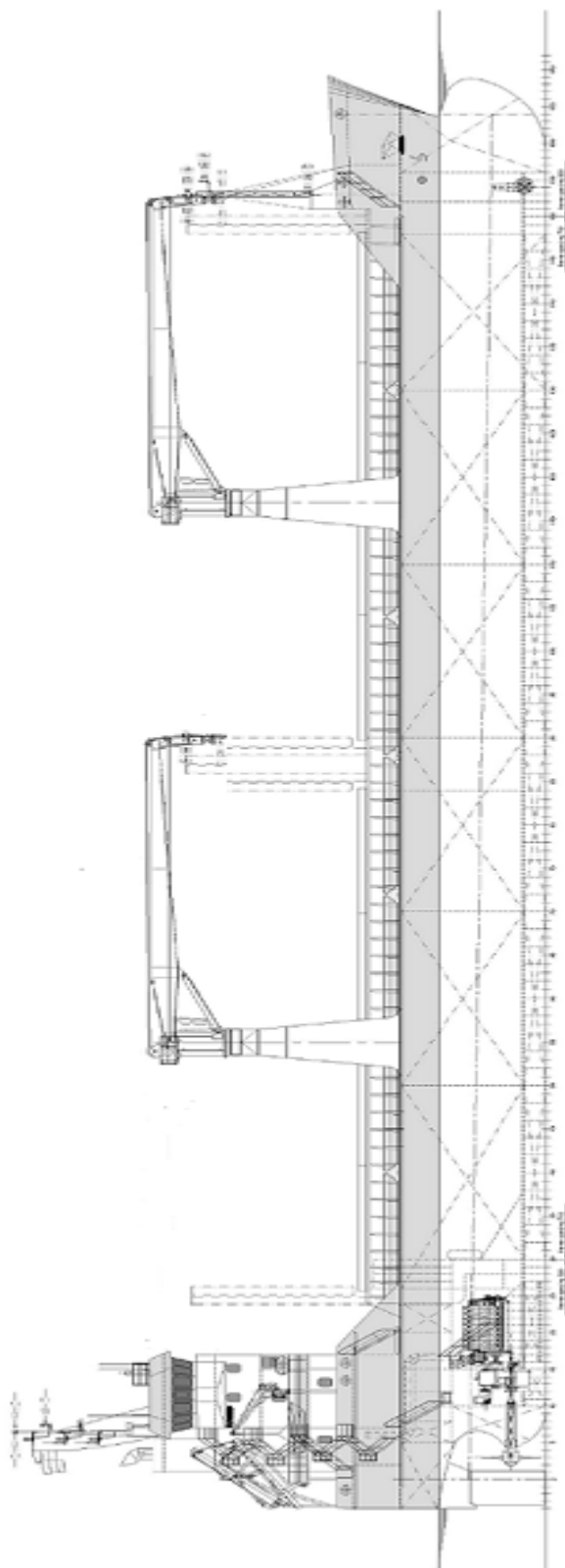


Рисунок 1.1. – Схематичний бічний вид судна з розтошуванням приміщень для вантажів та запасів.

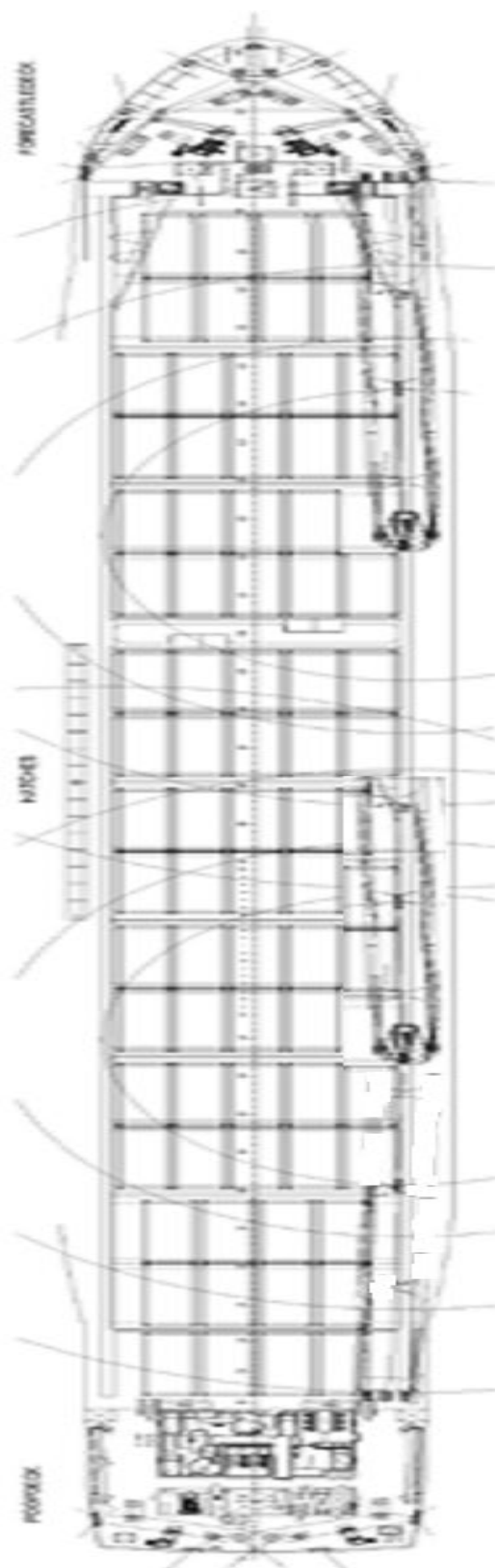


Рисунок 1.2. – Схематичний вид судна с розтошуванням приміщень для вантажів та запасів.

Таблиця 1.2. – Вантажна шкала судна

Осадка, м	Водотонаж- ність масова, т	Водотонаж- ність об'ємна, т	Число тонн на 1 см осадки, т/см	Момент, що диферентує на 1 см, тм/см
1	2	3	4	5
3	2762,7	2831,8	10,19	45,96
4	3776,3	3870,7	10,65	51,96
4,2	3985,6	4085,2	10,78	53,98
4,6	4412,2	4522,5	11,07	58,26
5	4848,6	4969,8	11,35	62,39
5,2	5070,6	5197,4	11,48	64,43
5,6	5521,7	5659,7	11,75	68,45
6	5982,8	6132,4	12,02	72,63
6,2	6217,1	6372,5	12,16	74,77
6,6	6693,3	6860,6	12,43	79,31
7	7180	7359,5	12,73	84,2

1.3 Маневрені характеристики

Дані о маневрених характеристиках, діаметри повороту, гальмівні характеристики ("Stopping characteristics") у вигляді "Wheelhouse poster", який виконано відповідно до вимог ІМО, представлено на рисунку 1.3. Лоцманська картка даного судна приведена на рисунку 1.4

Якірний пристрій. Якірний пристрій призначений для забезпечення надійної стоянки судна на рейді і в порту біля причалу або пристані. Теплохід забезпечений носовим якірним пристроєм. Носовий якірний пристрій має систему дистанційної віддачі якоря, що забезпечує у разі екстреної необхідності віддачу будь-якого якоря безпосередньо з ходової рубки. До складу носового якірного пристрою входить: два якорі Холу з веретеном прямокутного перетину і вагою по 5700 кг; два литі якірні ланцюги з розпірками калібром 62мм і завдовжки: ліва - 312 м (12 змичок), права - 13 змичок; брашпиль електричний якірно-швартовий з електроприводом з системою дистанційної віддачі гальма; два стопори з дистанційною віддачою.

According to EMD Reg. A, 601 (15) + USA CFR 22, 166.25 - 7

SHIP'S PARTICULARS		SHIP'S PARTICULARS	
Ship name	IJSSELBOG	Netherlands	
Call sign	FETT	Gross tonnage	8999
Prepared by	Odeas	Net tonnage	4585
Date	10.04.2021	Displacement, maximum	12016
		Deadweight, maximum	7121,5
		Block coefficient at	0,764
		Summer Draft	7,945

Performance may differ from this record due to environmental, hull and loading conditions.

WARNING
The response of the CSL Atlas may be different from that listed above if any of the following conditions, upon which the manufacturing information is based, are varied:
(1) Calm weather - wind 10 knots or less, calm sea
(2) No current
(3) Water depth twice the vessel's draft or greater
(4) Clean hull
(5) Intermediate drafts or unusual trim.

SAFETY AT WHICH THE MANOEUVRE DATA WERE OBTAINED		STEERING PARTICULARS		ANCHOR CHART	
	Loaded	Ballast			
	Total / Estimated	Total / Estimated	Type of rudder	BALANCED WITH SLOPE	
Forward	7,945	2,7	Maximum rudder angle	25°	
Aft	7,945	2,7	Time hand-over to hand-over with one power unit	27s	
			Time hand-over to hand-over with two power units	16s	
			Minimum speed to maintain course, propeller stopped	2.0 kts	
			Rudder angle for neutral effect	0.0° from starboard	

PROPELLER PARTICULARS		THRUSTER EFFECT		HEAVY OVERBOARD MANOEUVRES	
Type of engine	Hyundai B&W 6560MC	16150 / 50°			
Type of propeller	FIXED RIGHT PITCH				
Engine order	Rpm	Speed (kts)	Engine order	Rpm	
Full ast	105	15	Full	69	
Full	98	14	Half	56	
Half	80	11	Slow	45	
Slow	61	9	Dead slow	29	
Dead slow	61	8			

DRAGHT INCREASE		WHEEL EFFECT	
Under keel	Estimated squat effect	Wheel angle	Draght increase
Clearance	Single speed	2°	0.26 m
1.2-1.4 m	5.0 kts	4°	0.32 m
	5.0 kts	6°	1.05 m
	7.5 kts	12°	1.59 m
		16°	2.15 m

Sequence of actions to be taken:
- to cast a lifbuoy
- to give the helm order
- to sound the alarm
- to keep the lookout

WILHELM'S TURN
1) Helm hard-over to appropriate side
2) When vessel reaches 90° of original course wheel is put hard-over to opposite direction
3) Vessel continues turn until steady on original course
4) Vessel now on original course

TURNING CIRCLE AT MINIMUM SPEED

Loaded

Shallow water

Deep water

EMERGENCY MANOEUVRES

Loaded

Track - reach

Shallow

Deep

Comparison of turning (man. rudder) and full astern stopping ability (rudder amidships)

from full ast ahead

Comparison of turning (man. rudder) and full astern stopping ability (rudder amidships)

from full ast ahead

Comparison of turning (man. rudder) and full astern stopping ability (rudder amidships)

Рисунок 1.3. – Дані о маневрених та гальмівних характеристиках

PILOT CARD

SHIP's PARTICULARS:

PORT: **Barcelona**

in/out

Name: **Robin**

Flag: **Liberia**

Call sign: **A80A3**

Displacement **55740**

tonnes

Deadweight:

41810

tonnes

year built:

2014

Length OA **200**

(m)

Breadth

32,2

(m)

bous bow

v

Draught fwd **12**

(m)

raught aft

12

(m)

at amidships

12

(m)

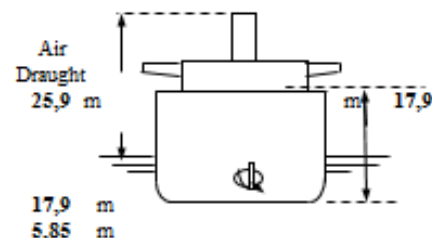
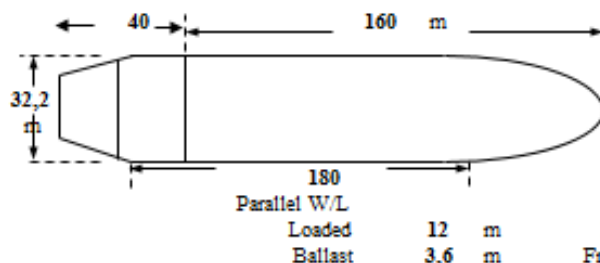
Port anchor **13**

(shackles)

Stbd anchor

13

es); (1 shackles = 25,0m)



ENGINE:

Type: **B&W 6S60MC**

Maximum power

kW

80/14980 (HP)

rpm / pitch

loaded speed

ballast speed

full ahead

96

15 kts

15,89 kts

Engine critical rpm

45-50

half ahead

78,72

12,3 kts

13,03 kts

Max.No of consecutive starts

12

slow ahead

59,52

9,3 kts

9,851 kts

Dead slow ahead

40,32

6,3 kts

6,674 kts

Dead slow astern

28,224

slow astern

41,664

half astern

55,104

Time limit astern

No limits

(min)

full astern

67,2

70 1 ahead power)

Time full ahead to full astern

186

(sec)

STEERING:

Rudders: **1**

(number) балансирний підвесний

(type)

35 maximum angle

Time hard-over to hard-over

28

sec le for neutral effect

0

o

Propellers **1**

(number)

Direction of turn

right-left

Controllable pitch

Y

Thrusters **1**

(number)

Bow power Y

(kW/HP)

Stern power

Steering peculiarities.

EQUIPMENT CHECKED & READY FOR USE:

Anchors

y

Cleared away

y

VHF

y

X-Band radar

y

ARPA

y

Flags

y

S-Band radar

y

ARPA

y

Whistle

y

Speed log

y

Water/G round

single axis / dual axis

Echo sounder

y

Engine telegraphs

y

Electronic position - fixing

y

Type

GPS

Compass system

y

Gyro compass error

0

o

Steering gear

y

Number of power units in use

Rudder/RPM/ROT indicators

y

Mooring winches and lines

8

EQUIPMENT DEFECTS RELEVANT TO SAFE NAVIGATION & OTHER IMPORTANT DETAILS:

Master's Name: **Malushin Artem**

Pilot's Name: **Sancho Cumar**

Date: **2023**

Рисунок 1.4. – Лоцманська картка судна

Швартовий пристрій призначено для нерухомого закріплення судна або його перешвартування при непрацюючих головних механізмах силової установки. До складу носового швартового пристрою входить: 8 синтетичних тросів завдовжки по 60 м і 4 капронові троси - по 30 м; 2 відкриті кіпові планки з роульсами і 2 закриті кіпові планки з роульсами; носовий швартовий клюз; 2 окремі роульса, що стоять; 2 подвійних прямих литих кнехта і 2 подвійних хрестових литих кнехта; брашпиль електричний якірно-швартовий з електроприводом.

До складу кормового швартового пристрою входить: 4 синтетичні троси завдовжки по 60 м і 3 капронові троси завдовжки по 30 м; 2 закриті кіпові планки з роульсами; кормовий швартовий клюз; 2 подвійних хрестових литих кнехта; шпиль якірно-швартовий з електроприводом. На головній палубі розташовані 8 подвійних хрестових литих кнехта, по 4 та з обох бортів.

Рульовий пристрій має наступні технічні дані: рульова машина електрогідравлічна здвоєна з аварійним електроприводом; тип керма – балансирний, напівпідвісний; сумарний крутячий момент при роботі електроприводом ; максимальний кут перекладки керма 35 град.; розрахункова тривалість перекладання керма з борту на борт при роботі електричним приводом не більше 30 сек., при роботі аварійним приводом не більше 120 сек.

1.4 Навігаційне обладнання

Дані про всі технічні засоби навігації (ТЗН) судна згідно з вимогами правила V/15 Конвенції СОЛАС-74 (електрорадіонавігаційні прилади і системи) представлені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Технічні засоби навігації.

Прилад	Тип	Марка
1	2	3
RADAR No1	JMA-9733-CA-IBS	JRC
RADAR No2	JMA-9733-CA-IBS	JRC
ECDIS No 1,2	JAN-1397-IBS	JRC

1	2	3
NAVIGATION WORKSTATION	NDC-1092	JRC
CHART DIGITIZER YEOMAN A1	NDF-290	JRC
GPS No1	JLR-7700	JRC
GPS No2	JLR-7700	JRC
CONNING DISPLAY	NWU-198	JRC
NAV. ECHO SOUNDER	FE-700	FURUNO
SPEED LOG	SAL860	CONSILIUM
ELECTROMAGNETIC LOG	EML500-HV1	TSUNEISHI
GYRO COMPASS	CMZ900S	YOKOGAWA
DIGITAL AUTOPILOT	(PT500D-P-K2T) (INCL. CMZ900S)	YOKOGAWA
MAGNETIC COMPASS	NAVIPOL IV	SARACOM
WIND INDICATOR	6206	YOUNG
UPS	ESCORT- 1000	ASEA
CONSOLE	7EZNB0003	JRC
AIS		NERA
MASTER CLOCK	SSC-MQ1	HANIL
GMDSS VHF RADIOTELEPHONE	JHS-32A	JRC
NAVTEX RECEIVER	NCR-300A	JRC
GMDSS SATCOM C	JUE-75C	JRC
MF/HF RADIO EQUIPMENT	JSS-850	JRC
406MHZ SATELLITE EPIRB	JQE-3A	JRC
SART	JQX-30A	JRC
GMDSS PORTABLE W/T ALKIES	JHS-7	JRC
SATCOM SYSTEM SATURN B _T	MKII	NERA
INM-B FAX	OKIFAX460	OKI
INM-B TELEFAX	PCU 9000	SKANTI
INM-B TELEPHONE		NERA
INTERSHIP WALKIE TALKIES	HX290	STANDARD
PUBLIC ADRESS SYSTEM	MPA-3000	MRC
FIRE CONTROL PANEL	SG-6800	CONSILIUM
DAYLIGHT SIGNAL LAMP	DDS-84A	DAEYANG
COURSE RECORDER	KR100A	YOKOGAWA
Bridge Navigational Watch Alarm System	(BNAWS)	

Таблиця 1.4 – Точнісні характеристики ТЗН на судні

Тип і марка приладу	Навігаційні параметри	СКП одного вимірювання
МК NAVIPOL IV	Пеленг	0,5-1,5°
GYRO COMPASS CMZ900S	Курс / пеленг	1,0°
РЛС JMA-9733-CA-IBS	Пеленг дистанція	1,0° 1,0% від D / 0,5% від D
NAV. ECHO SOUNDER	Глибина	± 0,2м / 1-1,5% глибини
ELECTROMAGNETIC LOG	Швидкість	0,5-1% від швидкості
GPS	Координати	D до 10 м P=95%
Показчик кутової швидкості	Зміна напрямку	0,5 °/хв

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

В роботі представлено планування переходу на підставі нормативних документів - Кодекс ПДНВ, РІШСУ. Для безпеки плавання планування переходу починається з оцінки плануємого переходу на основі зібраної інформації з керівництв, навігаційних карт і посібників. Проробка переходу та його виконання включає чотири фази:

- оцінка (appraisal). Аналіз інформації про судно (кількість вантажу, осадка, потужність ГД і швидкість, розмір судна: висота, ширина, довжина)
- планування (Planning). Підготовка колекції навігаційних карт та літератури. Підготовка інформації про точки доповідей, системи розділення, точки прийому/здачі лоцмана, вузкості (Barcelona, Suez Canal Container Terminal (SCCT East Port Said).
- виконання (execution). Збір та аналіз отриманої з навігаційних посібників інформації, внесення її до штурманського бюлетеня, виконання попередньої прокладки, підйом карти – необхідні відмітки на небезпеках ділянок, використання parallel index.
- управління і моніторинг (monitoring).

Весь перехід розбивається на ділянки:

- від причалу порту Rotterdam (Barcadera) до кордона портових вод (зміни портового лоцмана на лінійного), а потім – від точки прийому лінійного лоцмана до точки здачі лінійного лоцмана (початок морської ділянки переходу);
- морська ділянка переходу: Rotterdam - Barcadera.

При плануванні переходу розглядаємо шлях з урахуванням оцінки майбутніх гідрометеорологічних умов та фактичної погоди.

Для безпеки плавання в обмежених водах застосуємо зібрану інформацію та місцеві правила плавання в п. Rotterdam, Barcadera.

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

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

2.2 Оцінка запланованого переходу

План переходу складається з трьох частин:

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

морська ділянка переходу;

від закінчення морської ділянки переходу до причала порту заходу.

Оцінка. Згідно інформації у публікації "Bridge Team Management" Секція 2. Це – процес збору всієї інформації до розглянутого переходу. Збір інформації буде зв'язаний з навігаційною інформацією зазначеною на картах і в виданнях, таких як «Sailing directions», «Light lists», «Current atlas», «Tidal atlas», «Tide tables», «Notices to Mariners», схеми систем поділу руху і навігаційні попередження, одержувані на судно. Посилання повинні бути зроблені до кліматичних даних і метеорологічній інформації, що має відношення і придатність до використання на переході, а також мати вплив на використання різних засобів забезпечення судноводіння, у лімітуючих районах.

The Passage Plan Check list повинний використовуватися і бути заповнений навігаційним помічником, для збору інформації, необхідної для оцінки обставин переходу, з урахуванням інформації:

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

Повна оцінка плануємого переходу повинна бути зроблена під керівництвом капітана навігаційним помічником, яка дозволить позначити небезпечні зони, де для надійного проходу судна треба враховувати осадку судна та кліренс, устаткування і розуміти межі безпеки в різних частинах переходу.

Планування. Детальний план охоплює перехід, від причалу до причала, і включає води, де лоцман буде на борту. Формування плану спричиняє виконання наступних задач:

Оцінка маршруту. Підготовка майбутнього переходу включає нанесення на карти всіх областей небезпеки і майбутнього шляху, приймаючи до уваги межі припустимої похибки. Запланований шлях повинний бути прокладений так, щоб він був на безпечній відстані від навігаційних небезпек.

Необхідно позначити курси на картах для планованого переходу;

Віділити на картах помітні для радара об'єкти для визначення місця судна;

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

Вибирають головні елементи навігаційного плану, які враховують: безпечну швидкість, з урахуванням маневрових характеристик судна, обмеженого осадкою на мілководді, зміни швидкості, необхідні для досягнення ЕТА, де можуть бути обмеження на прохід, приливні - відливні обмеження; пункти зміни курсу, з

перекладкою керма, приймаючи до уваги діаметр циркуляції судна при запланованій швидкості; мінімальні глибини, необхідні під кілем у критичних областях; місця розташування, де потрібна зміна в статусі машини; крапки, де критична точність визначення місця судна (ВМС), також повинні бути зазначені основні і резервні способи ВМС для забезпечення надійності; план, на випадок непередбачених додаткових обставин, для альтернативних дій, по напрямку судна до глибокої води, в випадку аварійної ситуації. Деталі плану переходу повинні бути внесені у форми плану переходу, для виконання судовими офіцерами.

Виконання. У публікації "Bridge Team Management" для завершення плану переходу, з розрахунком очікуваного часу прибуття, повинна бути обрана тактика виконання плану. Фактори, що прийняті до уваги будуть містити в собі:

- надійність і стан навігаційного устаткування судна;
- очікувані часи прибуття в критичні пункти з урахуванням гідрологічних умов;
- метеорологічні умови, особливо в областях, підданих впливу низької видимості;
- оптимальний час проходження небезпечних крапок;

Контроль. Точний і безупинний контроль руху судна по передзапланованому шляху вагоме для безпечного переходу. Якщо вахтовий помічник, сумнівається що до місця положення судна, чи у маневрі, він повинний негайно викликати капітана і, якщо необхідно, почати дії, що вважає за необхідними для безпеки судна.

Робота навігаційного устаткування повинна бути перевірена до початка плавання, що передуює входу в обмежені чи небезпечні води й у інтервалах часу протягом переходу. Необхідно використовувати переваги навігаційного устаткування для контролю місця положення, маючи у виді наступні пункти:

- візуальні пеленги - звичайно найбільш точні засоби установки місця положення;
- шляхові оцінки, пеленга і дистанції можуть бути допомогою;
- при перевірці, використовуйте системи, що базуються на різних даних;

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

ехолот;

плавучі ЗНО можуть використовуватися для керівництва враховуючи берегові знаки; рішення, засноване на отриманій інформації заздалегідь щодо частоти, з який місце положення повинне бути встановлене, повинне бути зроблене для кожної частини переходу.

Підібрані на весь перехід керівництва і посібники для плавання укладаються у штурманській. Карти на перехід приведені у таблиці 2.1. Книги та посібники приведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.1 – Перелік карт на перехід (паперових або електронних)

Тип карти	CellNo.	Назва карти	Масштаб
1	2	3	4
Генеральні карти	4014	North Atlantic Ocean – Eastern Part	10.000.000
Генеральні карти	4013	North Atlantic Ocean – Western Part	10.000.000
Генеральні карти	4011	North Atlantic Ocean – Northern Part	10.000.000
Генеральні карти	4012	North Atlantic Ocean – Southern Part	10.000.000
Генеральні карти	4140	North Sea	3.500.000
Генеральні карти	4103	English Channel to the Strait of Gibraltar and Arquipelago dos Acores	3.500.000
Генеральні карти	4114	Arquipelago dos Acores to Flemish Cap	3.500.000
Генеральні карти	4407	Trinidad to the Mid-Atlantic Ridge	3.500.000
Генеральні карти	4400	The West Indies	4.250.000
Генеральні карти	4402	Caribbean Sea	2.750.000
Генеральні карти	2182A	North Sea – Southern Sheet	750.000
Генеральні карти	2675	English Channel	500.000

Продовження таблиці 2.1.			
1	2	3	4
Генеральні карти	2649	Western Approaches to the English Channel	500.000
Часні карти	133	Nieuwe Maas, Oude Maas noord and Dordtsche Kil, Rotterdam to Moerdijk: Continuation Beneden Merwede	25.000
Часні карти, плани	122	Approaches to Europort and Hoek Van Holland A. Scheveningen	50.000 10.000
Путьові карти	2322	Goeree to Texel	150.000
Путьові карти	110	Westkapelle to Stellendam and Maasvlakte	75.000
Путьові карти	3371	West Hinder and Outer Gabbard to vliissingen and Scheveningen	150.000
Путьові карти	2449	Dover Strait to Westerschelde	150.000
Путьові карти	1872	Dunkerque to Vlissingen	100.000
Путьові карти	323	Dover strait – Eastern Part	75.000
Путьові карти	2675	English Channel	500.000
Путьові карти	1892	Dover Strait – Western Part	75.000
Путьові карти	2451	Newhaven to Dover and Cap D'Antifer to Cap Gris-Nez	150.000
Путьові карти	2450	Anvil Point to Beachy Head	150.000
Путьові карти	2454	Start Point to the Needless	150.000
Путьові карти	2656	English Channel – Central Part	325.000
Путьові карти	442	Lizard Point to Berry Head	150.000
Путьові карти	2655	English Channel – Western Entrance	325.000
Путьові карти	777	Land's End to Falmouth	75.000
Путьові карти	1148	Isles of Scili to Land's End	75.000
Часні карти	34	Iles of Scili	25.000
Генеральні карти	2600	Mona Passage to Dominica	800.000
Путьові карти	2016	Puerto Rico to Leeward Islands	300.000
Генеральні карти	1966	Carupano to Punta Galinas includind Isla de Vieques	1000.000
Путьові карти	2003	Virgin Passage and Sonda de Vieques	100.000
Путьові карти	2193	Punta San Juan to Punta Macolla includind Bonaire, Curacao and Aruba	300.000
Путьові карти плани	702	Aruba and Curacao Aruba	100.000 12.500
Non – Navigational Charts	4007	Planning Chart for the South Atlantic Ocean	20000000

Продовження таблиці 2.1.			
1	2	3	4
Non – Navigational Charts	B6968	Meteorological Chart Atlantic Ocean (Lat. 50°N.-10°S)	17500000
Non – Navigational Charts	5375	Magnetic variation, 2010 - and Annual rates of Change - North Atlantic Ocean	20000000
Non – Navigational Charts	5006	The World Time Zone Chart	
Non – Navigational Charts	5006	The World Time Zone Chart	1999

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

тип	Номер	Назва посібника
1	2	3
Sailing Direction (Pilots)	55	North Sea (East)Pilot
	55	North Sea (East)Pilot
	28	Dover Strait Pilot
	27	Channel Pilot
	67	West Coast of Spain and Portugal Pilot
	50	Newfoundlend Pilot
	59	North Scotia & Bay of Fundy
	70	West Indies Pilot Vol.1
	71	West Indies Pilot Vol.2
	7A	South America Pilot, Vol. 4
Admiralty Tide Tables	202	Volume 2. Europe (excluding UK and Ireland), Mediterranean and Atlantic.
Admiralty List of Lights and Fog Signals	NP 75	List of Lights Vol B- Southen and Eastern Sides of the Nourth Sea; includind Coast of Norway to Ltd 60 55N
	NP 74	List of Lights Vol A- British Isles and Nouth Coast of France
	NP 77	List of Lights Vol D- Eastern Atlantic Ocean, Western Indian Ocean, Red Sea and Arabian Sea
	NP 82	List of Lights Vol J- Western Side of North Atlantic Ocean; from Maine to Cabo Orange, including the Gulf of Mexico and Caribbean Sea

Продовження таблиці 2.2		
1	2	3
Admiralty List of Radio Signals (ALRS)	281(1)	Volume 1- Part 1. Maritime Radio Stations; Europe, Africa and Asia, (excluding the Far East).
	281(2)	Volume 1- Part 2. Maritime Radio Stations; The Americas, Far East and Oceania.
	282	Volume 2. Radio Aids to Navigation, Differential GPS (DGPS), Legal Time, Radio Time Signals and Electronic Position Fixing Systems.
	283(1)	Volume 3 - Part 1. Maritime Safety Information Services; Europe, Africa and Asia (excluding the Far East).
	283(2)	Volume 3 - Part 2. Maritime Safety Information Services; The Americas, Far East and Oceania.
	284	Volume 4. Meteorological Observation Stations.
	285	Volume 5. Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS).
	286(1)	Volume 6 – Part 1. Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations; United Kingdom and Europe (excluding the Arctic, Baltic and Mediterranean Coasts).
	286(7)	Volume 6 – Part 7. Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations; Central and South America and the Caribbean (Europe, Arctic and Baltic coasts, including Iceland and Faeroe Islands).
Distance Tables	350(2)	Admiralty Distance Tables. Covers the Indian Ocean, the South Atlantic Ocean, North West Europe, the Mediterranean, the Caribbean and the Gulf of Mexico.
Astronomical Publication	314-00	The Nautical Almanac
	100	The Mariners Handbook
	131	Catalogue of Admiralty Charts and Publications
	133A	Chart Correction Log and Folio Index – Second Edition 1999
	135	General Instructions for Hydrographic Surveyors, 17 th Edition 1996
	136	Ocean Passages for the World

Продовження таблиці 2.2		
1	2	3
	139	Echo-Soundings Correction Tables, Edition 3 1980
	288	Satellite Navigation System
	294	How to Correct your Charts the Admiralty Way
	303	Sight Reduction Forms (H.494)
	314	The Nautical Almanac 2008
	323	Star Finder and Identifier
	S 350(1)	Admiralty Distance Tables, Atlantic Ocean
	399	Sight Form for use with the HP41CV calculator – single sheet each comprising 2 forms
	399a	Sight Form for use with the HP41CV calculator – book of 23 forms
	400	Sight Form (H.225) for use with the NP401 series single sheet – 2 forms per sheet
	400a	Sight Form (H.225) for use with the NP401 series single sheet – book of 24 forms
	401 (1- 6)	Sight Reduction Tables for Marine Navigation Volume I-VI
	411	Weather Satellite Picture Interpretation Volumes 1 and 2
	713	Folio Cover for Charts
	720	Table for converting meters to feet and fathoms, from 1-399 metres to feet and fathoms, 400-11,999 metres to fathoms
	735	IALA Maritime Buoyage System, Edition 5 1994
	5011	Symbols and Abbreviations used on Admiralty Charts, Edition 2 1998
		Guide to Port Entrée
		Norris Tables

2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

Інформація з безпеки на морі (ІБМ, MSI - Maritime Safety Information) включає навігаційні і метеорологічні попередження, метеорологічні прогнози й термінові повідомлення, і є обов'язковими для прийому на судах.

У ГМЗЛБ ці функції покладені на службу інформації з безпеки на морі, що є міжнародною координіруємою радіомережею для передач, що включають:

навігаційні попередження;
метеорологічну інформацію;
інформацію при пошуку і рятуванні.

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

У рамках Всесвітньої служби радіонавігаційних попереджень (ВСНП) передаються три види попереджень: районні попередження НАВАРЕА; прибережні попередження; місцеві попередження;

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

Прибережні попередження (COASTAL WARNINGS) – наступна ступінь ВСНП. Деякі райони та підрайони розбиваються на регіони по числу прибережних країн, прийнявши на себе відповідальність за передачу прибережних повідомлень (ПРП).

Місцеві попередження (LOCAL WARNINGS) – передбачені ВСНП попередження, що відносяться до району, що знаходиться в межах юрисдикції

портової влади. Розклад передач кожного району ВСНП ведеться у встановлений час і повторюється відразу після первісної передачі. Передача випереджається сигналом навігаційного попередження і безпеки «ТТТ» чи «SECURITE».

Система НАВТЕКС - міжнародна автоматизована система передачі в режимі вузкополосного літеропечатання навігаційної, метеорологічної та іншої термінової інформації, що відноситься до прибережних вод у радіусі до 400 миль використовує частоту 518 КГц, на якій берегові станції передають інформацію англійською мовою, розподіливши час роботи кожної станції за розкладом. Інформація групується по видах зі спеціально відведеним знаком В2, що вказує на тип повідомлення, що підлягає передачі. Знаки В2, використовувані в даний час у системі:

- А - Навігаційні попередження
- В - Метеорологічні попередження; С - Льодові зведення
- Д - Інформація з пошуку і спасіння і піратських нападів
- Е - Метеорологічні прогнози
- F - Повідомлення лоцманської служби
- G - Повідомлення системи ДЕКА; Н - Повідомлення системи ЛОРАН
- I - Повідомлення системи ОМЕГА
- J - Повідомлення супутникової навігаційної системи
- K - Повідомлення інших радіонавігаційних служб
- L - Навігаційні попередження (додатково до букви А)
- V, W, X, Y - Спеціальні служби (спробний розподіл)
- Z - Відсутність повідомлень.

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

Розклад передач НАВТЕКС приведен в:

ITU List of Radio determination and Special Service Stations, Sect.11, Annex 2;
ALRS vol. 3: FLRS vol. 5 (GMDSS). 10-3.

Таблиця 2.3 – Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

№ п/п	Радіостанція	Позначення і межа карти		Зміст передачі	Час передачі
1	2	3		4	5
1	Northwood	54°N, 82°W 26°N, 45°W 54°N, 51°E 28°N, 12°E		Surface Analysis Gale Summary Significant Wind Areas T+24 Significant Wind Areas T+48	0300(00) 0400(00) 090(00) 1200(06) 1800(12) 2100(18) 0348(03) 0600(06) 1148(12) 1900(19) 0748(00) 2112(12) 0812(00) 2124(12)
2	Halifax	D	60°N.68°W 53°N.30° W 42°N.66°W 38°N.40° W	Sea surface temperature Ocean Feature Analysis (Newfoundland)	1001 (Tue, Fri) 2201 (We, Sat) 1001 (Su, Thu) 2201 (Mon)
		E	46°N.77°W 48°N.46° W 32°N.74°W 32°N.51° W	Sea surface temperature Nova Scotia	1001 (Mon), 2201 (Tue, Fri)
	Halifax	F	59°N.110°W 59°N.10°W 25°N.82°W 25°N.40°W	Surface Analysis	0322(00), 0901(06), 1522(12), 2101(18)
		G	49°N.21°W 27°N.40° W 27°N.80°W 49°N.94° W	3 day Surface Prognosis 4 day Surface Prognosis 5 day Surface Prognosis	1201(12) 1222(12) 1301(12)

Продовження таблиці 2.3					
1	2	3		4	5
3	Boston (NMF)	1	52°N.85°W 52°N.45° W 28°N.85°W 28°N.45° W	Preliminary Surface Analysis 24 hour Surface Analysis 24 hour Wind/Wave Prognosis	0230, 0745, 1400, 1720, 1900 0805(00), 1905(12) 0815(00), 1915(12)
		2	65°N.45°W 65°N.10° E 15°N.45°W 15°N.10° E	Surface Analysis Part 1 (N Atlantic E)	0325(00), 0402(00), 0925(06), 1002(06), 1525(12), 1723(12), 2125(18), 2202(18)
		3	65°N.95°W 65°N.40° W 15°N.95°W 15°N.40° W	Surface Analysis Part 2 (N Atlantic W)	0338(00), 0415(00), 0938(06), 1538(12), 2138(18)
4	New Orleans	1	5° S - 50° N 55° W - 125° W	US Tropical Surface Analysis	0005(18), 1205(06), 1805(12)
		3	0° N - 31° N 35° W - 100° W	24 hour Wind/Wave Forecast 24 hour Surface Forecast	0035(00), 0635(06), 1245(12), 1845(12) 0105(00), 0705(00), 1305(12), 1905(12)

Таблиця 2.4 – Райони NAVAREA, станції NAVTEX на переході

№	Ділянка переходу	P-H NAVAREA	NAVTEX	NAVAREA
1	2	3	4	5
1	Порт Роттердам – о-ва Сили	I	Ijmuiden [P]	United Kingdom
		I	Oostende [T] & [M]	United Kingdom

		I	Niton [S]	United Kingdom
		II	Corsen [A]	France
		I	Valentia [W]	United Kingdom
2	Карибське море	IV	San Juan [R]	USA
	Карибське море	IV	Curacao [H]	USA

Таблиця 2.5 – Зв'язок на переході

№	Станція	Спосіб зв'язку	Канали, частоти	Примітки
1	2	3	4	5
1	Rotterdam (Call: Pilot Maas) Pilots (pilottage is available 24h) Port operations	VHF VHF	01, 02 14, 20, 28, 71	Vessels should sent ETA/ETD and request 4h in advance with confirmation 1h in advance. Berthing, unberthing, cargo works
2	Rotterdam Traffic Centre (VCR) Sector Waalhaven Sector Eemhaven Sector Botlek Sector Maassluis	VHF	60 63 61 80	Vessel Traffic Service. Vessels should maintain continuous listening watch on the assigned frequency while navigating, and should use it for all communication with shore stations, unless otherwise directed.
3	Hoek van Holland (VCH)	VHF	11	
4	Maas Approach	VHF	01, 02, 03	
5	Griz-Nez Traffic (Dover Strait)	VHF	13	Reporting system.
6	Isla Mona	VHF	11	Reporting System
7	Port Barcadera Traffic Control	VHF	13,16,08,68, 74	Reporting System, Pilot Boarding, Berthing, Unberthing operation, Loading Operation

Таблиця 2.6 – СУРС по маршруту переходу

№	Traffic separation scheme	Station	VHF	Reporting point description
1	2	3	4	5
1	Rotterdam Port Traffic Center	Port VTS	11,60	When leaving VTS area

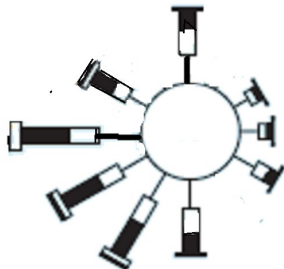
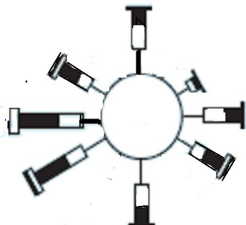
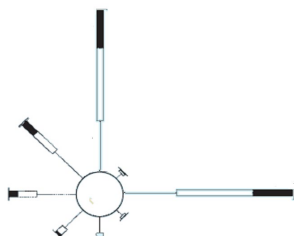
1	2	3	4	5
2	Rotterdam Port Harbor Master Repoting Center	Port VTS	14,60	When leaving VTS area
3	Rotterdam Port TrafficCenter Boltek	Port VTS	11,61	When leaving VTS area
4	Rotterdam Port Traffic Center Hoek van Holand	Port VTS	11,65	When leaving VTS area
5	Maas Enterance	Port VTS	3	When leaving VTS area
6	Pilots Maas	Port VTS	2	When leaving VTS area
7	Griz-Nez Traffic (Dover Strait)	VHF	13	Reporting system
8	Corsen-Ouessant	VHF	13, 16, 79	Vessel Traffic Service
9	Port Barcadera Traffic Control	Port VTS	11,13, 16	When entering area

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

2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

Таблиця 2.7. Атмосферний тиск і розшифровка «рози вітрів»

Характеристики за ділянками	Північне море			Атлантичний океан			Карибське море		
1	2			3			4		
Атмосферний тиск, гПа	1015			1017			1014		
Вітер	Роза вітрів № 1			Роза вітрів № 2			Роза вітрів № 3		
Направлення вітру	Повторюваність вітру, %			Повторюваність вітру, %			Повторюваність вітру, %		
	Сума рна	11-15 м/с	>16 м/с	Сумар на	11-15 м/с	>16 м/с	Сумар на	11-15 м/с	>16 м/с
N	10			13			20		
NE	7			7			7		
E	7			10			18		
SE	6			8			5		

S	10		14		0	
SW	23		19		0	
W	25		17		4	
NW	10		10		15	
Результуючий вітер	направлення у румбах	NW	направлення у румбах	E. N E	направлення у румбах	
	швидкість, м/с	5	швидкість, м/с	6	швидкість, м/с	3
Максимальна швидкість вітру, м/с	спостереження		спостереження	8	спостережена	10
	розрахункова		розрахункова		розрахункова	
Повторюваність штилів, %	2		2		29	
Схема «рози вітрів»						

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

Характеристики за ділянками	Ділянка №1	Ділянка №2	Ділянка №3
1	2	3	
	Північне море	Атлантичний океан	Карибське море
Температура повітря, оС	18	20	28
Температура води, оС	15	18	23-25
Відносна вологість, %	80	60-70	80
Повторюваність туманів, %	10	10	1
Видимість менше 2 міль			
Хмарність, бали	6-7	6	3-4
Солоність води, о/оо	34	36	36
Щільність води, г/см3 (або кг/м3)	1,025	1,026	1,026

Постійні течії	назва	Північно-Атлантична	Гольфстрим	Антільська
	термодинамічна характеристика			
	напрявлення	N NE	NE	E NE
	швидкість, вузл.	0.5-1,5	0,5	0.5-1,5
	стійкість	50-75	50-75	
Швидкість припливних течій, вузл.		1-2	1	1-2
Висота хвиль, м	середня	3.5	1.5	3.5
	максимальна	6-7(11)	2	6-7
Період хвиль, с				

2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибрежному плаванні

Порт Роттердам (Rotterdam 51 ° 55 'N; 04 ° 24' E)

розташований на р. Нйве-Маас, за 16 миль на схід від входу в канал Роттердамсе-Ватервег. Порт добре обладнаний і механізований. До нього можуть входити судна довжиною 260-300 м і осадом до 11,8 м. Глибини в гаванях порту 1,5-12 м. Висота середньої повної води в сізігю 2,2 м, у квадратуру - 1,9 м.

Вхід до каналу Роттердамсе-Ватервег обмежений 2 молами, ширина входу 5 кб. Канал являє собою поглиблене русло північного рукава дельти нар. Маас. Глибини в каналі 10-14 м. Фарватер каналу огорожений буями, що світять, обладнаний створами світлящих знаків. До каналу Роттердамсе-Ватервег веде добре огорожений фарватер Маасгел довжиною 5 миль, з глибинами 14,5-22,5 м. На підходах до каналу є 2 райони поділу руху суден. Припливно-відливні течії в каналі та в порту спрямовані вздовж осі фарватера; швидкість приливної течії в каналі 3 уз, відливного - 4 уз; в порту швидкість приливної і відливної течії 2 уз. Район якірної стоянки розташований за 3 милі на південний захід від входу в канал Роттердамсе-Ватервег. Глибини в районі 14-19,5 м. Якірне місце для суден з великим осадом розташоване за 38 миль на NW від входу в канал Роттердамсе-Ватервег. Аварійне якірне місце для суден з великим осадом знаходиться за 3,6

милі на NW від входу в канал Роттердамсе-Ватервег. Ставати на якір на фарватері Маасгел і в каналі Роттердамс-Ватервег забороняється. Біля входу до каналу Роттердамсе-Ватервег на північному березі розташований порт Хук-ван-Холланд. На південному березі каналу навпроти порту Хук-ван-Холланд обладнано порт Європорт. У порту гавані та причали з глибинами 13,5—20,5 м.

Порт Роттердам складається з гаваней, спеціалізованих по розділеним категоріям вантажів (рис. 2.6). В акваторію порту входять також порти Влардінген і Східам, розташовані біля правого берега р. Нйве-Маас, за 10 миль на південний схід від порту Хук-ван-Холланд. У порту багато обладнаних причалів. Загальна довжина причального фронту близько 31 км.

Агентування. Фірма "Pakship Ст V.". Поштова адреса: Р. О. Box 5400, 3008 АК Rotterdam. Телеграфна адреса: PAKSHIP ROTTERDAM. Телефон: 302911. Телекс: 28564.

Інформація про прихід. Зв'язок здійснюється через Scheveningen Radio (Р.С.Н.). Нотис ЕТА подається за 24 години до прибуття в порт на адресу судового агента. Роботи з обробки генеральних вантажів виробляються в гавані Europort С. V. цілодобово. Стивідорні роботи з обробки генеральних вантажів проводяться з 7.30 понеділка до 14.00 суботи в 3 зміни. Понаднормовий час з 14.00 суботи до 6.00 неділі, якщо обробка судна має бути закінчена до 6.00 у неділю. Понаднормовий час встановлюється за згодою.

Митні та карантинні правила. документи: морська санітарна декларація; суднова роль (2 екз.); свідоцтво Реєстру; список судових запасів; список особистого майна членів екіпажу .

Судна, які потребують санітарного обстеження, несуть прапор із сигналом «ZV» (вночі 2 білих вогні розташовані в горизонтальній площині).

Ремонт. Виготовляються всі види ремонту. У порту є 9 верфей, 30 плавучих доків, 8 сухих доків, сліпи.

Послуги лоцманів Лоцманська проводка є обов'язковою. Звільняються від лоцманського проведення суду осадом менше 2,21 м. За 4 години до прибуття

судно має подати нотис ЕТА на адресу портової станції (РСН) або на УКХ (канал 01,02) із зазначенням розрахункового часу прибуття до лоцманської станції. Якщо прибуття відкладається на 2 години або більше, про це необхідно повідомити заздалегідь. Судно при прибутті має нести міжнародні сигнали, що позначають запит лоцмана.

Послуги буксирів. Буксири надаються. Буксирні кінці подає судно при прибутті; при виході з Європорт буксирні кінці надає буксир.

Постачання. Надаються всі види палива та прісна вода. Залежно від обставин дозволяється вхід до порту судам: у гавань Europort - рудовозів у будь-який час; танкерам до 18,5 м; танкерам осіданням понад 18,5 м за 1 годину до і через 2 години після настання високої води на Hook of Holland; у гавань Vulcaanhaven Vlaardingen - судам осадкою 10-12 м за відсутності припливної течії при повній воді; у гавань Botlek - судам осадкою 9,5-11 м, виключаючи період за 1-4 год до настання повної води в Роттердамі; судам осадом 11,5-13 м за відсутності припливної течії за повної води. Суднам довжиною понад 200 м дозволяється входити лише за відсутності припливно-відливних течій. До інших гавань Роттердама можуть входити судна у час.



Рисунок. 2.1 – План порту Роттердам

Порт **Баркадера** (Barcadera) (12°29'N; 70°00'W) GMT - 4

Порт **Баркадера** (port Barcadera code: AWBAR) є основним морським портом має гавань (приблизно 610 метрів в межах, з довжиною 300 метрів) в Баркадері, в районі Santa Cruz на острові Аруба(Aruba) і був відкритий 12/04/2016 року, розташований в 5 км на W від Оранджестад (Oranjestada). Гавань має 350 м причалів та споруди для обробки генеральних та навалочних вантажів, ро-ро, агрегати, зріджений нафтовий газ та бензин.

Максимальний розмір: довжина 230 м; осадка 9,75 м. Судна довжиною понад 125 м можуть швартуватися тільки в світлий час доби. В виняткових випадках допускається обробка суднів довжиною до 245 м. Щорічно приблизно 160 судно-заходів, серед яких 50% є вантажні, 33% є вітрильні, і 10,5% є днопоглиблені.

Вільна зона Частина гавані була визначена як вільна зона. Це одна з двох вільних зон на Арубі.

Таблиця 2.9а Параметри п. Barcadera

1	2
Port Administration	Building L.G. Smith Blvd. # 23 Oranjestad Aruba Fax: (297) 583-2896 Phone: (297) 582-6633 Website: www.arubaports.com
Location	12°29'N, 70°00'W
Time Zone:	GTM - 4hrs
Lightline:	093° (from sea)
Berth Length:	350 meters
Direction Berth:	115° (295°)
Distance Between Moorings:	27 meters
Maximum Depth:	9.75 meters (32')
Turn circle:	300 meters
*Ships LOA > 125 meters Only by daylight.	
Maximum ship length:	245 meters
Maximum Depth:	9.75 meters (32')
Moorings:	On port-side by arrival
Turning:	Only by daylight, with a maximum draft of 7.92 m (26')

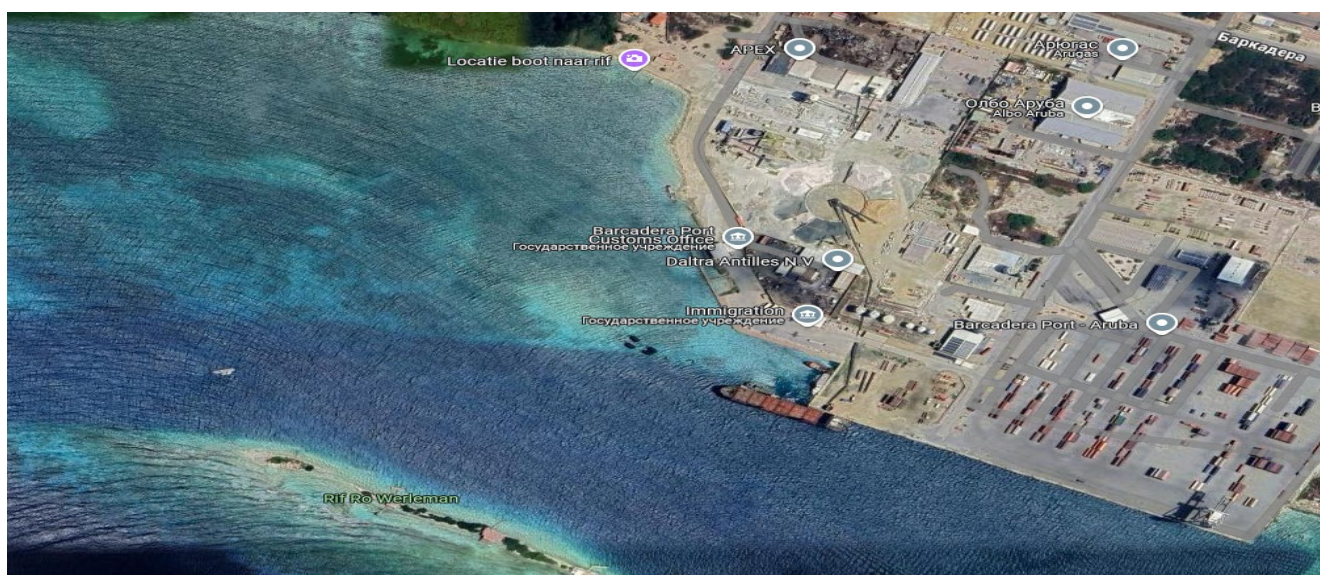


Рисунок 2.2 – Підходи до порту Barcadera (AWBAR)

Таблица 2.9 – Засоби навігаційного обладнання

№	Назва/ Name	Position $\varphi(^{\circ})$	$\lambda(^{\circ})$	Характеристика/ Characteristics	Range nm
	1	2	3	4	5
1	Lt. Maasvlakte	51°58,2'N	004°04,9' E	FIW5s	28
2	Lt. Euro	51°57,7'N	003°10,0' E	ISOW2s	12
3	Lt. Noord Hinder	52°00,0'N	002°51,1' E	Fl(2)W10s	12
4	Lt. F3LtF	51°24,0'N	002°00,8' E	FIW10s	12
5	Lt. E. Goodwin	51°13,3'N	001°13,8' E	FIW15s	21
6	Lt. E. Dungeness	51°13,3'N	001°13,8' E	FIW10s	27
7	Lt.Ceru Colorado	12°25,6'N	069°58,6' W	FIW6s	10
8	Entrance.Front	12°26,9'N	69°56,9'W	FIW6s	10
9	Lt.Rear	12°28,8'N	69°59,8'W	FIR1s	10

2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1 Розрахунок ортодромії

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

$$\begin{aligned}\varphi_{\text{н}} &= 48^{\circ}38,2'N & \varphi_{\text{к}} &= 18^{\circ}40,0'N \\ \lambda_{\text{н}} &= 005^{\circ}49,2'W & \lambda_{\text{к}} &= 063^{\circ}50,0'W\end{aligned}$$

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

$$\begin{array}{ll} \varphi_{\text{к}} & 18^{\circ}40,0'\text{N} \\ - \varphi_{\text{н}} & - 48^{\circ}38,2'\text{N} \\ \Delta\varphi & 30^{\circ}01.8 \text{ (кS)} \end{array}$$

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

$\lambda_{\text{к}}$	+063°50,0'W
- $\lambda_{\text{н}}$	- 005°49,2'W
$\Delta\lambda$	58°00.8 (к W)

3. Знаходимо різницю меридіональних частин (m):

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

$$m = 2208,62.$$

4. Визначаємо локсодромічний курс по формулі:

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

$$K_{\text{Л}} = 237,6^{\circ}.$$

5. Розраховуємо локсодромічну відстань:

$$S_{\text{Л}} = \Delta\varphi / \cos K_{\text{Л}} = 3356,3 \text{ милі.}$$

6. Розраховуємо довжину ортодромії за формулою:

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

$$D = 3307,2 \text{ милі.}$$

7. Визначаємо доцільність плавання по ортодромії:

$$\Delta D = S_{\text{Л}} - D.$$

$$\Delta D = 1404,1 - 1399,5 = 49,1 \text{ милі.}$$

2.3.2 Складання маршрутних листів

Відповідно до рекомендацій ІМО, при плануванні рейсу були складені маршрутні листи (Рисунок.2.3), які знаходяться на штурманському столі, протягом рейсу в маршрутні листи вносяться необхідні зміни.

WP	ПК (ИК)	S, М	V, уз.	Період плавання, час, мин.	Поворотні точки					
					Дата час	Широта	Довгота	ИП(°)	Дк, М	Назва орієнтира
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
				21.09. 6:00	265,25					Rotterdam
1	0	0	1	0:00	21.09. 6:00	51°58,7'N	04°04,9' E	258	2,3	Lt. Maasvlakte
2	294	5,3	10	0:31	6:31	52°00,9'N	03°57,1' E	138	3,6	Lt. Maasvlakte
3	293	2,3	11	0:12	6:44	52°01,9'N	03°53,5' E	128	5,3	Lt. Maasvlakte
4	287	7,9	11	0:43	7:27	52°04,1'N	03°42,2' E	76	4,2	Lt. Euro
5	268	20,4	11	1:51	9:18	52°03,9'N	03°08,9' E	146	1,3	Lt. Euro
6	244	23,1	11	2:06	11:24	51°53,4'N	02°34,4' E	174	3,8	Lt. Noord Hinder
7	220	33,4	11	3:02	14:26	51°27,8'N	02°00,0' E	60	12,2	Lt. Noord Hinder
8	210	13,2	11	1:12	15:38	51°16,3'N	01°49,4'E	208	16	Lt. F3LtF
9	224	42,5	11	3:51	19:30	50°45,6'N	01°02,5'E	208	12	Lt. F3LtF
10	231	16	11	1:27	20:57	50°35,4'N	00°43,1'E	58	7,9	Lt. F3LtF
11	254	54,9	11	4:59	22.09. 1:57	50°20,6'N	00°40,4'W	10	2,9	Lt. E. Goodwin
12	258	72,2	11	6:33	8:31	50°05,3'N	02°30,2'W	17	8	Lt. E. Goodwin
13	255	19,9	11	1:48	10:19	50°00,0'N	03°00,2'W	34	16	Lt. E. Goodwin
14	232	48,7	11	4:25	14:45	49°30,1'N	04°00'W	303	9,5	Lt. E. Dungeness
15	214	12,2	11	1:06	15:51	49°20,1'N	04°10'W	353	10,5	Lt. E. Dungeness
16	244	59,1	11	5:22	21:14	48°54,1'N	05°31'W	19	15	Lt. E. Dungeness
17	230	10,6	11	0:57	22:12	48°47,2'N	05°43,6'W			GPS
18	203	9,7	11	0:52	23:05	48°38,2'N	05°49,2'W			GPS
19	289	173,1	11	15:44	23.09. 14:49	49°33,6'N	10°00,0'W			GPS
20	262°	197,5	11	17:57	24.09. 8:46	49°06,4'N	15°00,0'W			GPS
21	258	202,2	11	18:22	25.09. 3:09	48°25,5'N	20°00,0'W			GPS
22	255	207,9	11	18:54	22:03	47°31,6'N	25°00,0'W			GPS
23	251	216,6	11	19:41	26.09. 17:44	46°20,0'N	30°00,0'W			GPS
24	248	227,6	11	20:41	27.09. 14:26	44°53,2'N	35°00,2'W			GPS
25	244	240,2	11	21:50	28.09. 12:16	43°07,0'N	40°00,0'W			GPS
26	241	256	11	23:16	29.09. 11:32	41°01,0'N	45°00,0'W			GPS
27	237	274,4	11	0:56	30.09. 12:29	38°32,5'N	50°00,0'W			GPS
28	228	319,5	11	5:02	01.10. 17:32	35°00,0'N	55°00,0'W			GPS
29	220	393,4	11	11:45	03.10. 5:18	29°58,0'N	59°57,0'W			GPS
30	203	322,6	11	5:19	04.10. 10:37	25°01,5'N	62°20,2'W			GPS
31	221	479,8	11	19:37	06.10. 6:14	19°00,0'N	68°00,0'W	220	30	Lt. Cabo Engano
32	214	120,1	11	10:55	06.10. 17:09	15°00,0'N	69°00,0'W			GPS
33	225	395,8	11	11:58	08.10. 5:08	12°22,0'N	69°51,4'W	342°	3,7	Lt.Ceru Colorado
34	289	8,8	10	0:52	6:01	12°25,0'N	70°00,0'W	57	3,4	Entrance.Front
35	341	3,2	10	0:19	6:20	12°28,1'N	70°01,0'W	106	4,1	Entrance.Front
36	25	1	10	0:06	6:26	12°28,9'N	70°00,0'W	93	0,6	Lt.Rear
37	92	0,4	10	0:02	6:29	12°28,8'N	70°01,0'W	92°	0,2	Lt.Rear
38	114	0,2	10	0:01	6:30	12°28,7'N	69°59,9'W	341	0,1	Lt.Rear
	total	4491,7		17. 0:30	08.10. 6:30					Barcadera

Рисунок.2.3 - Маршрутні листи

2.3.3 Графічний план переходу

Результати навігаційного планування переходу оформляють у вигляді графічного плану переходу. На графічному плані (Рисунок.2.4) наноситься наступна інформація: курс судна (ортодромія чи локсодромія), назви портів відходу/заходу, основні течії, рози вітрів.

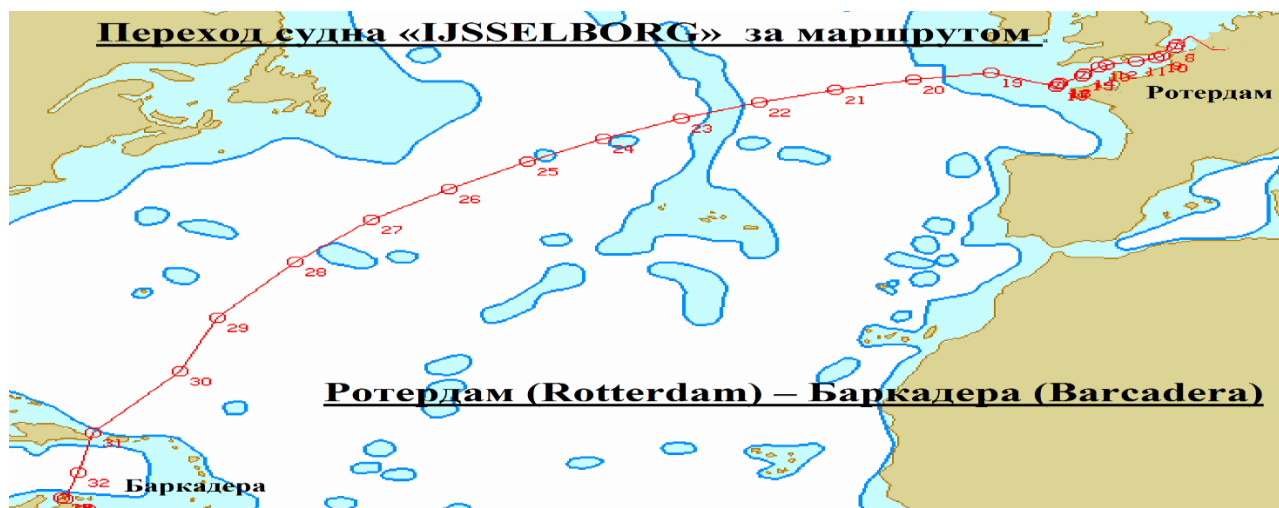


Рисунок.2.4 - Графічний план переходу

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. Далі 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 широті місця судна φ і схиленню Сонця δ на моменти його сходу і заходу по формулі $\tan A$ розрахуємо азимути Сонця (Z) при сході і заході, які також внесемо до таблиці 2.10.

$$\tan(A) = \cos(d) * \sin(t) / (\cos(d) * \sin(\varphi_k) * \cos(t) - \sin(d) * \cos(\varphi_k)), \quad (2.1)$$

де:

A - азимут (від крапки півдня по часовій стрілці)

d - схилення світила

φ_k - широта місця

t - часовий кут

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

Correct LMT = LMT for Lat + Lat correction + Long correction.

Місцевий час явища переводять у Грінвічний:

GMT = Correct LMT $\pm$ Longitude.

Грінвічний час явища переводять в судновий:

ZT = GMT $\pm$ ZD.

У таблиці 2.10 - елементи освітленості на початок, середину та кінець рейсу.

Таблиця 2.10 Елементи освітленості на початок, середину та кінець рейсу.
Розрахунок елементів освітленості

		21.09.2024		$\varphi = 51^{\circ}55' \text{N};$		$\lambda = 004^{\circ}24' \text{E}$	
Twilight		Sunrise		Sunset		Twilight	
LMT	04:28	LMT	05:42	LMT	18:04	LMT	19:18
$+\Delta T\varphi$	00:00	$+\Delta T\varphi$	00:00	$+\Delta T\varphi$	00:00	$+\Delta T\varphi$	00:00
$+\Delta T\lambda$	-	$+\Delta T\lambda$	-	$+\Delta T\lambda$	-	$+\Delta T\lambda$	-
C. LMT	04:28	C. LMT	05:42	C. LMT	18:04	C. LMT	19:18
$\pm \lambda$	00:00	$\pm \lambda$	00:00	$\pm \lambda$	00:00	$\pm \lambda$	00:00
GMT	04:28	GMT	05:42	GMT	18:04	GMT	19:18
$\pm \text{ZD}$	+ 00:00	$\pm \text{ZD}$	+ 00:00	$\pm \text{ZD}$	+ 00:00	$\pm \text{ZD}$	+ 00:00
ZT	04:28	ZT	05:42	ZT	18:04	ZT	19:18
38°32,5'N 50°00'W		29.09.2024		$\varphi = 38^{\circ}32,5' \text{N}$		$\lambda = 050^{\circ}00' \text{W}$	
Twilight		Sunrise		Sunset		Twilight	
LMT	04:55	LMT	05:54	LMT	17:46	LMT	18:45
$+\Delta T\varphi$	00:01	$+\Delta T\varphi$	00:01	$+\Delta T\varphi$	00:01	$+\Delta T\varphi$	00:01
$+\Delta T\lambda$	-	$+\Delta T\lambda$	-	$+\Delta T\lambda$	-	$+\Delta T\lambda$	-
C. LMT	04:54	C. LMT	05:53	C. LMT	17:45	C. LMT	18:45
$\pm \lambda$	+ 03:18	$\pm \lambda$	+ 03:18	$\pm \lambda$	+ 03:18	$\pm \lambda$	+ 03:18
GMT	08:12	GMT	09:11	GMT	21:03	GMT	22:03
$\pm \text{ZD}$	- 03:00	$\pm \text{ZD}$	- 03:00	$\pm \text{ZD}$	- 03:00	$\pm \text{ZD}$	- 03:00
ZT	05:12	ZT	05:11	ZT	18:03	ZT	19:03
12°29'N, 70°00'W		07.10.2024		$\varphi = 12^{\circ}29' \text{N}$		$\lambda = 70^{\circ}00' \text{W}$	
Twilight		Sunrise		Sunset		Twilight	
LMT	05:03	LMT	05:48	LMT	17:47	LMT	18:32
$+\Delta T\varphi$	00:02	$+\Delta T\varphi$	00:02	$+\Delta T\varphi$	00:02	$+\Delta T\varphi$	00:02
$+\Delta T\lambda$	-	$+\Delta T\lambda$	-	$+\Delta T\lambda$	-	$+\Delta T\lambda$	-
C. LMT	05:05	C. LMT	05:50	C. LMT	17:49	C. LMT	18:34
$\pm \lambda$	+ 04:42	$\pm \lambda$	+ 04:42	$\pm \lambda$	+ 04:42	$\pm \lambda$	+ 04:42
GMT	09:47	GMT	10:32	GMT	22:31	GMT	23:16

± ZD	-05:00	± ZD	-05:00	± ZD	-05:00	± ZD	-05:00
ZT	04:47	ZT	05:32	ZT	17:31	ZT	18:57

Date	Twilight	SUN				Twili ght	MOON		
		Sunrise ZT	Z	Sunset ZT	Z		Moonrise ZT	Age	Moonset ZT
21.09	04:28	05:24	87,6°	18:03	272,1°	19:00	16:05	9,5 (34%)	23:25
29.09	05:12	05:11	92,3°	17:03	267,5°	18:03	19:03	17,5 (62.5%)	09:10
07.10	04:47	05:32	95.3°	17:31	264,5°	18:57	02:45	25.5 (91%)	15:22

2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

Розрахунок приливних явищ та побудову графіків приливів здійснюємо для портів та якірних стоянок.

Таблиця 2.11 – Приливні явища в порту Rotterdam

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Standard Port:		Rotterdam									
Secondary Port:						Date:	21.09.2024		Time Zone		2
		TIME		HEIGHT			TIME		HEIGHT		
		LW	HW	LW	HW	RAN GE	LW	HW	HW	LW	
Standard Port:		21:19	4:31	0,20	2,30	2,10	9:35	16:36	0,40	2,20	1,80
Seasonal Change											
Secondary Port		21:19	4:31	0,20	2,30	2,10	9:35	16:36	0,40	2,20	1,80
Duration		7:12					7:01				

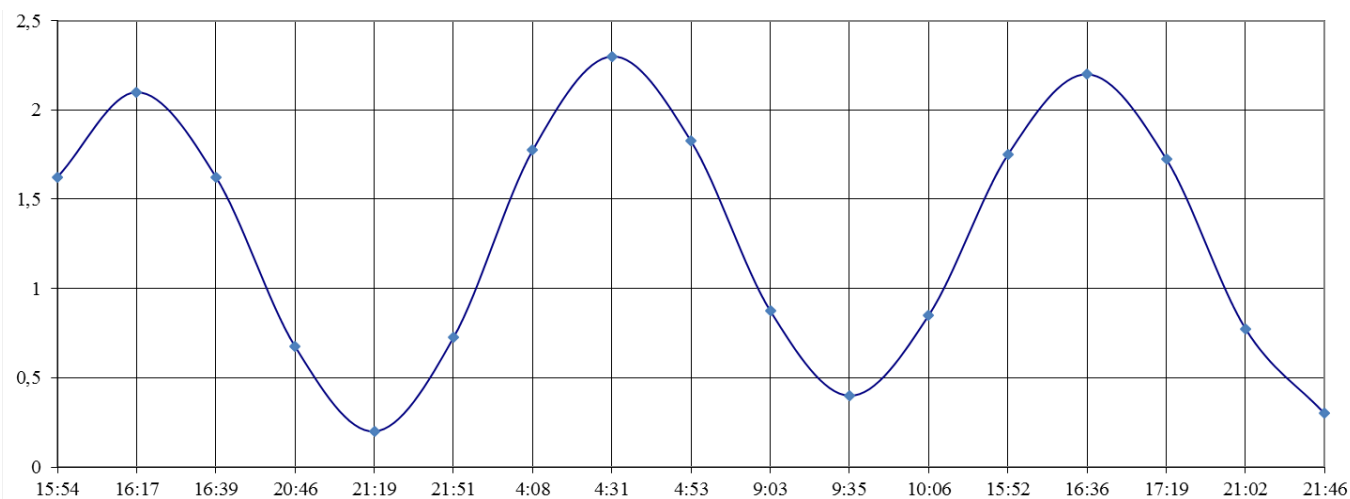


Рисунок 2.5 – Графік приливів у порту Rotterdam

Таблиця 2.11 – Приливні явища в порту Barcadera

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Standard Port:	Colon										
Secondary Port:	Barcadera				Date:	07.10.2024		Time Zone		2	
	TIME		HEIGHT			TIME		HEIGHT			
	LW	HW	LW	HW	RAN GE	LW	HW	LW	HW	RAN GE	
Standard Port:	3:40	12:07	0,3	0,6	0,30	12:07	17:34	0,3	0,6	0,3	
Seasonal Change											
Secondary Port	3:40	12:07	0,3	0,6	0,30	12:07	17:34	0,3	0,6	0,3	
Duration	8:27					5:27					

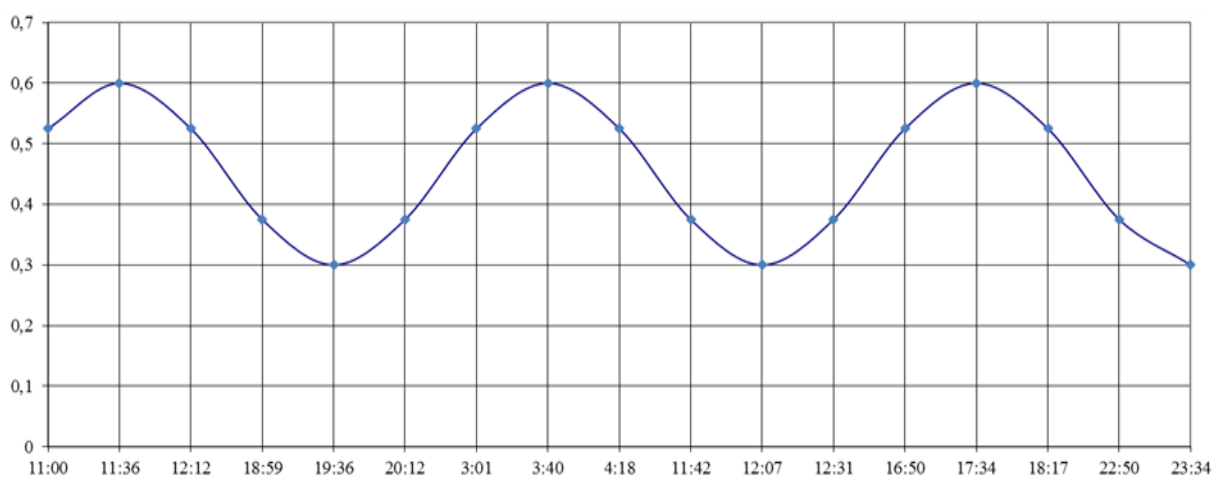


Рисунок 2.6 – Графік приливів у порту Barcadera

2.3.6 Контроль запасу води під кілем та вибір безпечної швидкості на мілководді

Плавання на мілководді є одним з найбільш складних умов, в яких виявляється судно в процесі експлуатації. Складність ситуації полягає не тільки в тому, що малий запас води під кілем в даних умовах являє собою реальну навігаційну небезпеку, і в тому, що поведінка судна на мілководді відрізняється від глибокої води.

Мінімальна глибина, необхідна для безпечного плавання судна в метрах, розраховується за формулою

$$H_{\min} = dk + UKC + \Delta d_{\text{в}} + Z,$$

$$H_{\min} = 9,75 \text{ (м)}$$

де Z – запас води під кілем, вимірюється в метрах;

UKC – запас води під кілем у залежності від водотонажності, розмірів судна;

$\Delta d_{\text{в}}$ – збільшення осадки від хвилювання;

dk – осадка судна з урахуванням дифферента на корму, вимірюється в метрах та визначається за формулою

$$dk = d + \Delta dk,$$

$$dk = 7.2 + 2 = 9,2 \text{ (м)}$$

де Δdk – збільшення дифферента на корму на мілководді та визначається за формулою

$$\Delta dk = \alpha_T k_L \Theta \psi V_c^2$$

$$\Delta dk = 0,9 \text{ (м)}$$

де α_T – коефіцієнт пропорциональності, враховуючий змінення відносної осадки;

k_L – коефіцієнт пропорциональності, враховуючий змінення довжини судна;

$\Theta \psi$ – коефіцієнт пропорциональності, враховуючий змінення диференту судна.

Збільшення осадки від хвилювання

$$\Delta d_{\text{в}} = 0.6 h_{\text{в}}.$$

$$\Delta d_{\text{в}} = 1,2 \text{ (м)}$$

де $h_{\text{в}}$ – висота хвилі, вимірюється в метрах

Запас води під кілем у залежності від водотонажності

$$UKC = (2 V_c^2 C_b) / 100.$$

$$UKC = 0,744 \text{ (м)}$$

де C_b – коефіцієнт, що розраховується за формулою

$$C_b = V_d / (L_c * V_c * T_c)$$

$$C_b = 0,907$$

де V_d – водотонажність судна, вимірюється в тонах

L_c – довжина судна, вимірюється в метрах

Вс-ширина судна, вимірюється в метрах

Тс-осадка судна, вимірюється в метрах

Результати розрахунків підтверджують можливість безпечної проводки судна

2.4 Висновки

Аналіз показників комплексного опрацювання та дослідження етапів навігаційного переходу, характеризує стан і тенденції системи безпеки «судноводій-судно-шлях». Проведене дослідження з урахуванням кількісних і якісних оцінок основних характеристик, обумовлюють можливість плануємого рівня безпеки мореплавства протягом всього переходу.

РОЗДІЛ 3

ОБРОБКА І РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖУ

3.1. Транспортні характеристики вантажів

Одним з важливих етапів підготовки до розрахунку вантажного плану є детальне вивчення транспортних характеристик і властивостей вантажів, правильне врахування яких сприяє забезпеченню безпеки плавання суден, своєчасній і бережливій їх доставці.

Перед навантаженням трюма повинні бути повністю підготовлені відповідним чином.

До перевезення приймається кордова тканина в ящиках.

Кордові тканини містять посилені нитки основи і тонкі, рідко розташовані поперечні нитки. При виробництві виробів основні нитки укладають в напрямку дії навантаження і вони сприймають діючі навантаження, що розтягують. Склопластики, зміцнені тканиною кордового плетіння, відрізняються значною анізотропією властивостей.

Однонаправлені кордові тканини використовуються при необхідності максимальної міцності в одному напрямку, коли діюче навантаження може бути визначене заздалегідь. Ці тканини також застосовуються там, де потрібно надати додаткову жорсткість певних ділянок виробів і де необхідне поєднання найвищої міцності в певних напрямках з мінімальною вагою.

Широке застосування знайшли стрічки з кордової тканини, які відрізняються великим терміном служби, малою сприйнятливістю до ударних навантажень і великою зносостійкістю.

Вінілпідіновий латекс йде для пропитки кордової тканини.

Дана тканина краще за інші видів тканин переносить особливості морського транспортування, вони менш гігроскопічні, майже не змінюють своїх властивостей і кольору при підвищеній вологості трюмного повітря. При укладанні слід

враховувати здатність їх при нагріванні втрачати свою міцність, злегка жовтіти, а при високих температурах - плавитися. Тому їх слід розміщувати далеко від нагріваються перегородок і трубопроводів. Небезпечними властивостями, як правило, не володіють.

Основні транспортні характеристики вантажу який перевозиться представимо в табличній формі.

Таблиця 3.1 – Транспортні характеристики вантажів

Назва вантажу	Вид тари	Маса 1 вантажного місця, кг	Питомий навантажувальний об'єм м ³ /т	Норма витрати сепарації	IMDG Code					Норми вантажних робіт, т/добу	
					Номер ООН	Клас	Знак маркування	Категорія розміщення і обробка	Аварійні дії (АВК)	Вантаження	Вивантаження
Тканина кордова	Ящики	50	1,80	0,001	3073	6.1		Category C	F-E, S-C	3000	1500

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

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

Усі вантажні пристрої судна повинні бути цілком підготовлені до приймання 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 вчасно підготувати вантажні пристрої судна і причал порту до вантажних операцій.

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

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

Трюмні ляля необхідно розкривати й очищати після кожного вивантаження, тому що в них збирається вода, що стікає з трюмів і містить домішки вантажів, що можуть розкладатися.

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

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

Нещільно закриті кришки горловин подвійного дна нерідко були причиною псування або повної втрати вантажів. Якщо при підготовці трюму виникла необхідність розкриття горловин паливних, баластових танків або танків із прісною водою, потрібно по закінченні робіт задріти їх і оглянути щільність прилягання кришок до горловин, переконатися в правильній установці прокладок і наявності гайок.

По закінченні підготовки судна до вантажних робіт капітан подає на ім'я начальника порту чи на адресу відправника вантажу Повідомлення капітана, яким він формально фіксує фактичну готовність судна до навантаження. У Повідомленні капітана повідомляють про дату, час готовності судна до прийому (здачі) вантажу

через відповідні люки трюмів, вантажопідйомності суднових вантажних засобів, часу прийому палива і води й інші потреби судна.

Особливості підготовки вантажних приміщень до навантаження:

1.Трюми повинні бути сухими й чистими.

2.Переборки й трубопроводи, що нагріваються понад 50°C, обшити термоізоляційним матеріалом.

3.Забезпечити водонепроникність кришок вантажних люків, тамбучин, лазів, вентиляційних отворів.

4.Перевірити баластову систему й пожежні магістралі на предмет відсутності фільтрації води у вантажні приміщення.

До початку вантажних операцій факт готовності вантажних приміщень оформляють актом.

Первинним документом, що супроводжує вантаж при передачі його на судно в іноземних портах, є Shipping Order — ордер на вантаж. Він повинен бути підписаний відправником вантажу й містити всі основні реквізити, що забезпечують можливість підготовки даної партії вантажу до відправлення, прийому на судно, підготовку вантажних документів і виконання всіх необхідних формальностей, а саме: найменування; кількість вантажу й умови поставки; вид упакування; товарні знаки й марки; інформацію з поводження з вантажем, наприклад, ступінь небезпеки; найменування відправника вантажу й вантажоодержувача; найменування портів відправлення й призначення; назва судна; розмір фрахту, підлягаючій сплаті вантажоодержувачем; дату складання. Якщо в транспортних умовах контракту купівлі-продажу передбачені особливі умови або вимоги до перевезення даного товару, то вони повинні бути відбиті в ордері на вантаж. Так, при навантаженні вантажу на палубу він повинен містити застереження про згоду на це відправника вантажу.

Shipping Order виписується в декількох екземплярах, два з яких вручаються судну до початку навантаження судна, а в окремих випадках — перед початком навантаження даної партії вантажу на судно. На одному з них після навантаження вантажу на судно розписується вантажний помічник капітана. Цей екземпляр,

названий штурманською розпискою (Mate's Receipt), видається відправникові вантажу після навантаження, на підтвердження прийняття на судно певної партії вантажу для перевезення. У нього повинні бути внесені всі розбіжності. Дата, поставлена на штурманській розписці, повинна відповідати фактичній даті навантаження вантажу на судно, тому що в ній відбивається факт переходу відповідальності за вантаж з відправника вантажу на судно (перевізника).

Вантажний список (Cargo List) складається, якщо на судно варто завантажити кілька партій генеральних вантажів по декількох ордерах на вантаж. У ньому вказуються: номери ордерів на вантаж; найменування вантажів; число вантажних місць, вага; порти вивантаження. Вантажний список використовується також для складання плану комплексної обробки судна в порту.

Після навантаження кожної партії вантажу вантажний помічник повинен указати в ордері на вантаж прописом число місць або кількість прийнятого вантажу й розписатися. Такий ордер на вантаж з акцептом вантажного помічника - Mate's Receipt є документом, що слугує підставою для виписки коносаменту. При цьому варто мати на увазі, що вантажі, які потребують упакування, повинні пред'являтися відправником вантажу в міцній, стандартній і справній тарі, що забезпечує їхню схоронність в умовах морського перевезення. Не приймаються до перевезення вантажні місця зі слідами розкриття, із зірваними контрольними стрічками або пломбами, деформовані й т.д.

Штурманська розписка є підставою для виписки коносаменту перевізником на прийнятий вантаж. Коносамент (Bill of Lading) — найбільш важливий серед документів, що служать для оформлення морського перевезення вантажу, що підтверджує факт прийняття вантажу до перевезення й зобов'язання доставити вантаж у порт призначення. Він містить короткий опис вантажу й умов перевезення й пересилається вантажоодержувачеві.

Коносамент - документ, що складається морським перевізником на підставі даних, представлених відправником вантажу.

У сфері лінійного судноплавства він називається лінійним коносаментом (Liner Bill of Lading) і виконує наступні три функції:

- 1) є доказом договору морського перевезення;
- 2) служить розпискою перевізника в прийманні вантажу до перевезення;
- 3) є товаророзпорядчим документом, що дає право його власникові розпоряджатися вантажем.

На весь завантажений на судно вантаж виписується вантажний маніфест (Cargo Manifest) — транспортний документ, що містить перелік коносаментів по вантажамх, прийнятим у даному порту відправлення на кожний порт призначення. У вантажному маніфесті приводяться такі відомості: назва судна; номер рейсу; прізвище капітана; порт навантаження; дата відходу й напрямок проходження судна; номери коносаментів; найменування й кількість вантажу по кожному коносаменті; маркування вантажу; найменування відправників вантажу й вантажоодержувачів і ін. Маніфест виписується судовим агентом для кожного порту вивантаження окремо й використовується для митного оформлення судна й вантажу й організації вивантаження вантажу в іноземних портах.

Після завершення навантаження відправник вантажу звичайно передає судової адміністрації наступні документи:

1. Розписка про отримані документи (Receipt for Documents);
2. Коносаменти (Bills of Lading);
3. Вантажні маніфести (Cargo Manifests);
4. Сертифікат походження (Certificate of Origin) товару;
5. Сертифікат якості (Certificate of Quality);
6. Таймшит (Time Sheet);

Сертифікат походження (Certificate of Origin) товару — це документ, що підтверджує країну походження або вивозу товару, необхідний у випадках, передбачених законодавством країни ввозу або міжнародних договорів для застосування до товарів пільгового режиму або режиму найбільшого сприяння відносно митного обкладання або заходів фітосанітарного або ветеринарного характеру.

Здача судном вантажу оформляється генеральним актом (General Statement) вивантаження судна, що складається агентом разом з адміністрацією

судна після вивантаження й підписується представниками порту, митниці й судна. У ньому вказується число вантажних місць, що були на судні відповідно до вантажних документів, і фактична кількість і якість вивантаженого й прийнятого портом вантажу.

У процесі здійснення морського перевезення вантажів оформляються також, крім зазначених вище слідуючі документи:

Акт про готовність судна — перелік заходів щодо забезпечення безпеки робіт на судні й березі;

Сертифікат якості (Certificate of Quality) — документ, що засвідчує якість даної партії вантажу, його відповідність стандарту. Видається офіційними організаціями й лабораторіями як у країні експорту, так і імпорту. Може представлятися й підприємством-виготовлювачем. Видається на кожен партію експортованого товару, що відвантажується по одному перевізному документу. У сертифікаті вказуються: організація, його що видала; номер сертифіката; постачальник товару; дата його видачі; найменування виробу; замовник; технічні характеристики виробу; сорт; кількість одиниць товару; відповідність виробу тому або іншому стандарту;

Таймшит (Time Sheet) — відомість обліку стояночного й сталійного часу судна. Складається в кожному порту навантаження й вивантаження судна, підписується капітаном і представником фрахтувальника. У таймшите точно фіксується тривалість вантажно-розвантажувальних операцій і непродуктивних простоїв судна за весь період знаходження в порту;

Список ушкоджень (Damage List) — докладний список отриманих судном ушкоджень під час проведення вантажних операцій;

Вантажний план (Cargo Plan; Stowage Plan) — план розміщення вантажу на судні для найбільш раціонального використання вантажних приміщень. Служить керівництвом при навантаженні й розвантаженні й складається з метою забезпечення повного використання вантажопідйомності й вантажомісткості судна, схоронності вантажів під час перевезення, зручного й швидкого їхнього

навантаження й вивантаження, а також достатньої остійності судна, його припустимої осадки, загальної й місцевої міцності корпусу.

Вантажний план (карго-план) для суден ро-ро являє собою схематичне зображення палуб судна, на яких зазначене найменування й кількість вантажу, число місць окремих партій, положення центру ваги, порти призначення, а при необхідності й номери коносаментів.

Як правило складають: попередній вантажний план (Preliminary Cargo Plan) - до початку навантаження й виконавчий вантажний план (Executive Cargo Plan) - після закінчення завантаження судна, що містить загальний розподіл вантажу по вантажних приміщеннях і на верхній палубі.

При будь-якому діючому в даному порту порядку прийому вантажів, що доставляються судном, капітан повинен заручитися тим або іншим документом, що підтверджує доставку вантажу.

Класичним способом остаточного документального підтвердження видачі судном вантажу одержувачеві є розписка останнього на оригіналі коносамента або хоча б на капітанській копії коносамента. Або видається капітанові особливий документ - Autturn report, або сертифікат. Ця розписка незалежно від найменування й форми повинна констатувати результати здачі вантажу судном роздільно по кожній коносаментній партії.

Правила прийому-здачі вантажу при перевезеннях між портами можуть здійснюватися також на основі проформ чартеру й коносамента, невідомих раніше капітанові, які можуть містити специфічні застереження й умови в частині організації прийому-здачі вантажу, відповідальності судна й т.п.

3.3. Розрахунок чистої вантажопідйомності судна.

Повна розрахункова водотоннажність судна Δ_p , що служить вихідною величиною при визначенні його чистої вантажопідйомності $\Delta_{\text{ч}}$ на рейс, залежить

від вантажних марок у портах навантаження і вивантаження і вантажних марок і обмежень осадки на трасі переходу.

Для визначення Δ_p необхідно по карті зон і сезонних районів визначити діючі вантажні марки відповідно до часу року.

Перехід Rotterdam – Barcadera починається в зоні дії літньої вантажної марки і закінчується в зоні дії тропічної вантажної марки без обмежень по осадці. За розрахункову водотоннажність приймаємо, встановлену для зони дії літньої вантажної марки.

Повна водотоннажність для літньої вантажної марки (з ТЕХ судна):

$$\Delta_p = 16893,85 \text{ т.}$$

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

$$\Delta_w = \Delta_p - \Delta_0,$$

де Δ_0 - водотоннажність судна порожнього, т.

$$\Delta_w = 16893,85 - 4894,5 = 11999,35 \text{ т}$$

Ходовий час визначається по формулі:

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

де V_s - швидкість судна;

S - довжина траси переходу, милі;

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

$$t_x = 4410 / (11 \cdot 24) + 0,2 = 16,7 \text{ діб.}$$

Нормативна тривалість стояночного часу розраховується по формулі:

$$t_{ст} = \frac{\sum Q_i}{M},$$

де Q_i - маса вантажу одного найменування, т;

M - валова норма вантажних робіт, т/добу.

$$t_{ст} = 9564 / 1500 = 6,4 \text{ доби}$$

Кількість вантажу, що може прийняти судно, залежить від величини запасів. Звичайно немає необхідності враховувати стояночні запаси, що витрачаються в

порту навантаження, тому що до моменту закінчення навантаження стояночні запаси, передбачені на час навантаження будуть витрачені. Тому загальна кількість рейсових запасів $P_{\text{зап}}$ розраховується як сума ходових запасів $P_{\text{зап}}^x$ і необхідних для порту вивантаження стояночних запасів $P_{\text{зап}}^{\text{ст}}$:

$$P_{\text{зап}} = P_{\text{зап}}^x + P_{\text{зап}}^{\text{ст}};$$

Кількість ходових запасів складає суму:

$$P_{\text{зап}}^x = P_{\text{т}}^x + P_{\text{в}}^x + P_{\text{см}}^x;$$

де $P_{\text{п}}^x$, $P_{\text{в}}^x$, $P_{\text{м}}^x$ - відповідно кількість палива, води й мастила необхідна на перехід від порту навантаження до порту вивантаження з урахуванням штормового запасу.

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

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

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

де $q_{\text{п}}^x$, $q_{\text{в}}^x$, $q_{\text{м}}^x$ – добова норма витрачання палива, води і мастила на ходу судна відповідно, т/добу;

$t_{\text{шт}}$ – штормовий час, діб.

Штормовий час визначається за допомогою Системи управління безпекою (СУБ) компанії і становить 5 діб.

$$P_{\text{п}}^x = 17,5 \cdot (16,7 + 5,0) = 379,8 \text{ т}$$

$$P_{\text{в}}^x = 2,5 \cdot (16,7 + 5,0) = 54,3 \text{ т}$$

$$P_{\text{см}}^x = 0,05 \cdot (16,7 + 5,0) = 1,09 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}}^x = 379,8 + 54,3 + 1,09 = 435,19 \text{ т}$$

Аналогічно знаходять кількість стояночних запасів:

$$P_{\text{зап}}^{\text{ст}} = P_{\text{п}}^{\text{ст}} + P_{\text{в}}^{\text{ст}} + P_{\text{см}}^{\text{ст}};$$

$$P_{\text{п}}^{\text{ст}} = q_{\text{п}}^{\text{ст}} \cdot t_{\text{ст}};$$

$$P_{\text{в}}^{\text{ст}} = q_{\text{в}}^{\text{ст}} \cdot t_{\text{ст}};$$

$$P_{\text{см}}^{\text{ст}} = q_{\text{м}}^{\text{ст}} \cdot t_{\text{ст}};$$

де $q_{\text{п}}^{\text{ст}}$, $q_{\text{в}}^{\text{ст}}$, $q_{\text{см}}^{\text{ст}}$ - добова норма витрати палива, води і мастила на стоянці судна відповідно, т/добу.

$$P_{\text{т}}^{\text{ст}} = 1,5 \cdot 6,4 = 9,6 \text{ т}$$

$$P_{\text{в}}^{\text{ст}} = 3,0 \cdot 6,4 = 16,0 \text{ т}$$

$$P_{\text{см}}^{\text{ст}} = 0,005 \cdot 6,4 = 0,03 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}}^{\text{ст}} = 9,6 + 16,0 + 0,03 = 25,63 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}} = 435,19 + 25,63 = 460,82 \text{ т}$$

Оскільки рейс фактичний, то кількість запасів прийнятих на судно відрізняється від розрахованого. Запаси палива, мастила і води прийняті трохи більше чим необхідно на рейс.

На відхід на судні було: важкого палива 621,7 т; дизельного палива 74,7т; води 70,0 т; мастила 19,2 т, інших запасів 3,6 т.

$$\text{Усього } P_{\text{зап}} = 789,2 \text{ т}$$

За рейс буде витрачено 275,6 т важкого палива, 16,7 т дизельного палива і 41,8 т води, мастила 0,8 т.

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

$$\Delta_{\text{ч}} = \Delta_{\text{W}} - (P_{\text{зап}} + P_{\text{кон}});$$

де $P_{\text{кон}}$ – константа (екіпаж, постачання та ін.)

$$\Delta_{\text{ч}} = 11999,35 - (789,2 + 86,4) = 11123,75 \text{ т}$$

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

Відповідно до рейсового завдання (Voyage Order) судно повинне завантажити 9585,0 т вантажу.

Відомості про масу і об'єм вантажу приведені в табл.3.2.

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

Найменування вантажу	Маса вантажу, т Q_i	Коефіцієнт витрати сепарації $K_{\text{сеп}}$	Маса сепарації, т $Q_{\text{сеп}}$	Маса вантажу із сепарацією, т, $Q_i + Q_{\text{сеп}}$	Питомий вантажний об'єм вантажу, $\text{м}^3/\text{т}$, U_i	Об'єм який займає вантаж із сепарацією м^3 , V_i
Обов'язкові Тканина кордова	9585,0	0,001	9,6	9594,6	1,80	17270,3

3.4. Складання вантажного плану.

Перевізник несе відповідальність за неправильне розміщення вантажів на судні. Неправильне чи невдале розміщення вантажів, перевантаження окремих відсіків неминуче приводить до перенапруг корпусу, а в окремих випадках до ушкоджень і навіть аварії судна. Тому судно повинне бути завантажене так, щоб не з'явилося крену, були належний диферент і достатня остійність, не були порушені умови місцевої і загальної міцності. Це досягається відповідним розподілом вагового навантаження по вантажних приміщеннях судна.

Під час перевезення різнорідних вантажів у практиці використовується принцип розподілу вагового навантаження по довжині судна пропорційно кубатурі вантажних приміщень за допомогою коефіцієнта порівняння вантажомісткості кожного вантажного приміщення (K_i):

$$K_i = \frac{W_i}{W_c}, \quad (i = 1, 2, \dots, n);$$

де W_i - вантажомісткість i -го вантажного приміщення, м^3 ;

W_c - вантажомісткість судна, м^3 ;

n - кількість вантажних приміщень.

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

$$Q_i = K_i \cdot Q_{\text{полн}}.$$

Розрахунок робимо в табличній формі.

Таблиця 3.3 – Розподіл вагового навантаження по вантажних приміщеннях судна

Найменування вантажного приміщення	Вантажомісткість вантажного приміщення W_i , м^3	Коефіцієнт порівняння, K_i	Допустима максимальна вагова навантаження вантажного приміщення Q_i , т
Трюм №1	6675	0,38644	3707,7
Трюм №2	10598	0,61356	5886,9
Всього	17273	1,0	9594,6

Відхилення завантаження вантажного приміщення від розподіленої маси не повинно перевищувати 10%.

3.5. Характеристика експлуатаційних умов рейсу.

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

Гідрометеорологічні умови плавання і характеристика портів заходу в частині яка відноситься до вантажних операцій представлені в главі 2.

Відстань між портами: $S = 4410$ миль. Час виконання рейсу: вересень.

Порт відходу: Роттердам (Нідерланди) ($51^\circ 55' \text{N}$ $4^\circ 30' \text{E}$). Густина води $\rho = 1,025$ т/м³.

У порту Роттердам з 1 квітня по 31 жовтня діє літня вантажна марка.

Роттердам розташований в гирлі річки Маас і є головним портом північноєвропейської глибинки.

Порт, довжина якого становить 40 км, а загальна довжина причалів — 83 км, виконує 3 функції: перевалка та транспортування, промисловість та розподіл.

Ремонт: Різноманітні верфі та майстерні доступні для інженерних робіт та всіх видів ремонту.

Для ремонту на борту будь-якого судна, що знаходиться поза теретарією судноремонту, потрібен дозвіл капітана порту. Про це слід повідомити капітана порту за 12 годин до приходу чи відходу.

Прісна вода: прісну воду можна отримати біля багатьох причалів. Також прісну воду можна доставити баржою.

Бункерування: Усі типи бункерів можуть поставлятися за допомогою барж.

Державні свята: Новий рік (1 січня), Великодня неділя (6 квітня), Великодній понеділок (7 квітня), День народження Королеви (30 квітня), День національного визволення (5 травня), День Вознесіння (16 травня), Неділя (26 травня), понеділок (27 травня), Різдво (25 грудня) та день боксу (26 грудня).

Час роботи: Офіційний час роботи: Пн-Пт, 09.00-17.00 год.

Порт приходу: Баркадера (Barcadera, Aruba) – (12°29'N 69°59'W). Густина води $\rho=1,025 \text{ т/м}^3$.

У порту Баркадера діє тропічна вантажна марка.

Гавань Баркадера розташована в 5 км на південний схід від Ораньєстада на острові Аруба. Гавань має довжину приблизно 610 м і ширину 300 м.

Порт має 350 м причальної лінії і обробляє всі неконтейнерні вантажі, генеральні вантажі, ро-ро, агрегати, скраплений газ і бензин.

Показники трафіку: щорічно обробляється приблизно 160 суден.

Ремонт: Доступний.

Прісна вода: Недоступна.

Бункерування: Бункерне паливо різних марок доступне на баржах від Coastal Fuels Marketing та в автоцистернах від Esso Petrolera і Shell Oil.

Державні свята: християнські свята, 25 січня, 18 березня, 30 квітня та 1 травня.

Робочий час: зазвичай з 07:00 до 12:00 та з 13:00 до 16:00.

Судна повинні надсилати свої ЕТА за 48 та 24 години до прибуття. Необхідна наступна інформація: назва судна, номер ІМО, GT, літній DWT, літня осадка, чи оснащене судно носовим (кормовим) підрулювальним пристроєм.

Перед приходом необхідно підготувати наступні документи.

Для митниці:

1. Arrival Information – 1 прим.
2. Last Port Clearance – 1 прим.
3. Crew Effects List – 1 прим.
4. Ship Stores Declaration – 1 прим.
5. Ship Particulars – 1 прим.
6. Narcotics List – 1 прим.
7. Arms and Ammunition List – 1 прим.
8. Passenger List – 1 прим.
9. Crew List – 2 прим.
10. Embarking/Disembarking Passengers List (Add copy in each passport) – 1.
11. Embarking/Disembarking Crew List (Add copy in each passport) – 1 прим.
12. Live Animal List – 1 прим.
13. Stowaway List – 1 прим.

Для імміграційної служби:

1. Arrival Information – 2 прим.
2. Embarking/Disembarking Passengers List – 1 прим.
3. Embarking/Disembarking Crew List – 1 прим.
4. Nationality Breakdown Passengers and Crew – 1 прим.

Для агента:

1. Arrival Information – 1 прим.
2. Embarking/Disembarking Passengers List – 1 прим.
3. Embarking/Disembarking Crew List – 1 прим.
4. Passenger List – 1 прим.
5. Crew List – 1 прим. Зв'язок: VHF: Oranjestad Pilot: Ch 16 and 11.

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1. Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

Абсциси відраховуються від кормового перпендикуляру. Диферент на корму має знак “–”, а на ніс “+”.

Розподіл запасів на судні на відхід і прихід представлено в табл.4.1 и табл.4.2

Таблица 4.1 – Розподіл запасів на відхід

Найменування цистерн	Місткість, т	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо $\rho = 0,980 \text{ т/м}^3$						
NO 3 SIDE TK P	323,7	241,4	52,35	4,02	12637,3	970,4
NO 3 SIDE TK S	323,7	237,5	52,35	4,02	12433,1	954,8
NO 4 DB TK S	49,9	22,9	31,63	0,80	724,3	18,3
BUNKER TK P	95,7	82,1	34,34	4,59	2819,3	376,8
SERVICE TK	17,0	15,0	10,96	6,46	164,4	96,9
SETTLING TK	17,6	15,2	9,30	6,47	141,4	98,3
SEP OIL TK	9,2	7,6	29,93	6,46	227,5	49,1
Всього моторного палива		621,7	46,88	4,13	29147,3	2564,6
Дизельне паливо $\rho = 0,850 \text{ т/м}^3$						
NO 5 DB TK P	21,3	18,3	18,88	0,87	345,5	15,9
NO 5 DB TK S	21,3	18,2	18,88	0,87	343,6	15,8
SERVICE TK	9,6	8,7	13,62	6,46	118,5	56,2
SETTLING TK	8,8	8,1	15,63	6,45	126,6	52,2

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7
NO 4 DB TK P	49,8	21,4	31,24	0,80	668,5	17,1
Всього дизельного палива		74,7	21,46	2,10	1602,7	157,2
Мастило $\rho = 0,900 \text{ т/м}^3$						
AUX ENG LO TK P	4,4	2,7	10,94	6,46	29,5	17,4
ME SYS OIL TK P	8,8	5,6	11,59	6,47	64,9	36,2
ME CYL OIL TK P	14,0	4,8	12,60	6,47	60,5	31,1
SYSTEM OIL TK	11,4	4,3	18,54	1,08	79,7	4,6
KAMEWA OIL TK	2,5	1,8	8,51	0,76	15,3	1,4
Всього мастила		19,2	13,02	4,72	249,9	90,7
Вода $\rho = 1,000 \text{ т/м}^3$						
FRESH WATER TK P	38,7	35	4,86	9,79	170,1	342,7
FRESH WATER TK S	38,7	35	4,86	9,79	170,1	342,7
Всього води		70,0	4,86	9,79	340,2	685,4
Інші танки						
DIRTY WATER TK	18,9	2,4	21,27	0,76	51	1,8
SEAWAGE TK S	23,1	1,2	7,91	7,23	9,5	8,7
Всього		3,6	16,81	2,92	60,5	10,5
ВСЬОГО ЗАПАСІВ		789,2	39,79	4,45	31400,6	3508,4

Таблиця 4.2.- Розподіл запасів на прихід

Найменування цистерн	Місткість, т	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M_x	M_z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо $\rho = 0,980 \text{ т/м}^3$						
NO 3 SIDE TK P	323,7	103,6	52,35	4,02	5423,5	416,5
NO 3 SIDE TK S	323,7	99,7	52,35	4,02	5219,3	400,8
NO 4 DB TK S	49,9	22,9	31,63	0,80	724,3	18,3
BUNKER TK P	95,7	82,1	34,34	4,59	2819,3	376,8

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7
SERVICE TK	17,0	15,0	10,96	6,46	164,4	96,9
SETTLING TK	17,6	15,2	9,30	6,47	141,4	98,3
SEP OIL TK	9,2	7,6	29,93	6,46	227,5	49,1
Всього моторного палива		346,1	42,53	4,21	14719,7	1456,7
Дизельне паливо $\rho = 0,850 \text{ т/м}^3$						
NO 5 DB TK P	21,3	18,3	18,88	0,87	345,5	15,9
NO 5 DB TK S	21,3	18,2	18,88	0,87	343,6	15,8
SERVICE TK	9,6	8,7	13,62	6,46	118,5	56,2
SETTLING TK	8,8	8,1	15,63	6,45	126,6	52,2
NO 4 DB TK P	49,8	4,7	31,24	0,80	146,8	3,8
Всього дизельного палива		58,0	18,64	2,48	1081	143,9
Мастило $\rho = 0,900 \text{ т/м}^3$						
AUX ENG LO TK P	4,4	2,7	10,94	6,46	29,5	17,4
ME SYS OIL TK P	8,8	5,4	11,59	6,47	62,6	34,9
ME CYL OIL TK P	14,0	4,2	12,60	6,47	52,9	27,2
SYSTEM OIL TK	11,4	4,3	18,54	1,08	79,7	4,6
KAMEWA OIL TK	2,5	1,8	8,51	0,76	15,3	1,4
Всього мастила		18,4	13,04	4,65	240	85,5
Вода $\rho = 1,000 \text{ т/м}^3$						
FRESH WATER TK P	38,7	14,1	4,86	9,79	68,5	138
FRESH WATER TK S	38,7	14,1	4,86	9,79	68,5	138
Всього води		28,2	4,86	9,79	137	276
Інші танки						
DIRTY WATER TK	18,9	2,4	21,27	0,76	51	1,8
SEAWAGE TK S	23,1	1,2	7,91	7,23	9,5	8,7
Всього		3,6	16,81	2,92	60,5	10,5
ВСЬОГО ЗАПАСІВ		454,3	35,74	4,34	16238,2	1972,6

Розподіл вантажів представлений у табл.4.3.

Таблиця 4.3 – Розподіл вантажів

Найменування приміщень	Об'єм прим, м ³	V, м ³	Маса вант., т	Плечі, м		Моменти, тм	
				x	z	M _x	M _z
Трюм №1	6675	6673,7	3707,6	103,18	6,28	382550	23284
Трюм №2	10598	10596,6	5887,0	50,95	6,15	299943	36205
Всього вантажу	17273	17270,3	9594,6	71,13	6,20	682493	59489

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

Таблиця 4.4 - Зведені дані і розрахунок водотоннажності на відхід

Найменування статей навантаження	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		x	z	M _x	M _z
Судно порожнє	4894,5	60,01	8,69	293718,9	42533,2
Константа	86,4	29,31	9,86	2532,4	851,9
Суднові запаси	789,2	39,79	4,45	31400,6	3508,4
Вантаж	9594,6	71,13	6,20	682493	59489
Всього водотоннажність	15364,7	65,74	6,92	1010144,9	106382,5

Таблиця 4.5 - Зведені дані і розрахунок водотоннажності на прихід

Найменування статей навантаження	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		x	z	M _x	M _z
Судно порожнє	4894,5	60,01	8,69	293718,9	42533,2
Константа	86,4	29,31	9,86	2532,4	851,9
Суднові запаси	454,3	35,74	4,34	16238,2	1972,6
Вантаж	9594,6	71,13	6,20	682493	59489
Всього водотоннажність	15029,8	66,20	6,98	994982,5	104846,7

Схематично вантажний план представлений на рис.4.1

FINAL STOWAGE PLAN

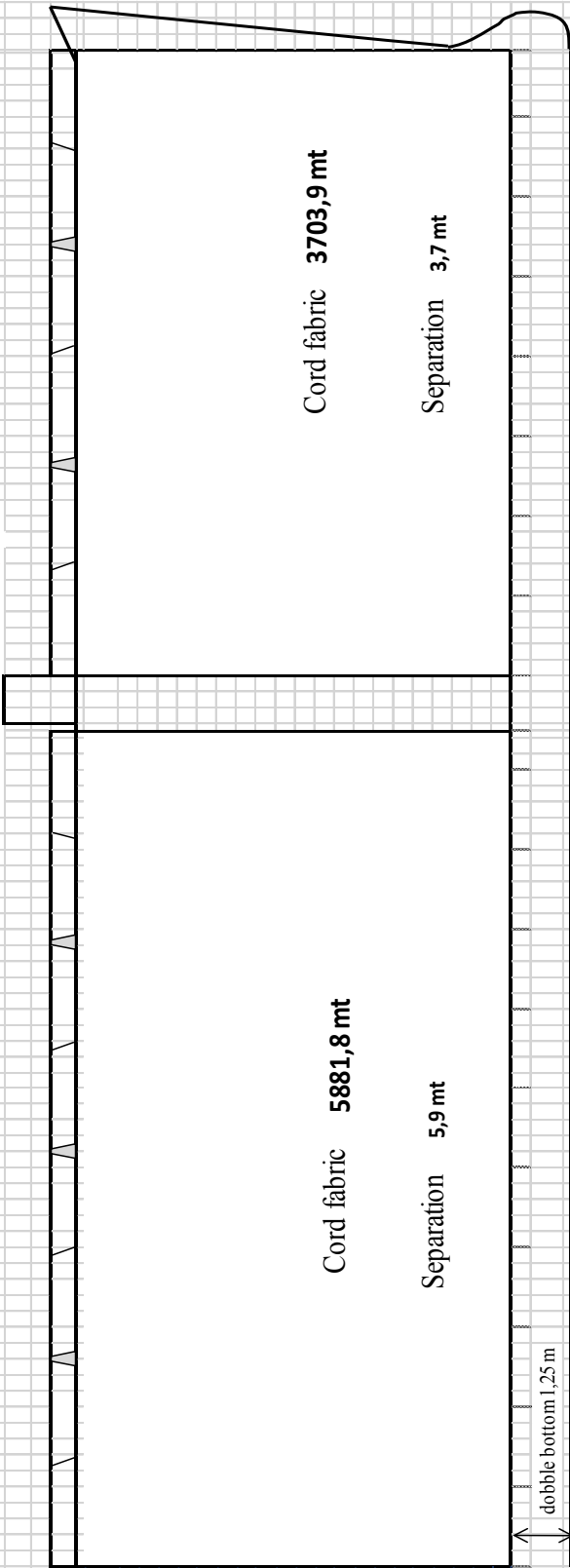
Voyage No

Port of loading:	Type of cargo:	Quantity:	Port of discharging:	Remarks:
Rotterdam	Cord fabric	191700	Barcadera	sf 1.80 m3/t

TTL=5887 m

TTL=3707,6 m

TTL CARGO - 9585,0 mt



Drafts :		Fore	7,10	Density	1,020
	Aft	7,55	Trim	-0,45	
	Mean	7,34	GM	1,11	

Рисунок 4.1. - Вантажний план судна

4.2. Розрахунки посадки і початкової остійності

Розрахунок посадки судна на відхід на прихід виконується з використанням гідростатичних таблиць.

Таблиця 4.6 – Розрахунки посадки судна на відхід і на прихід

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	15364,7	15029,8
Абсциса центра ваги судна, м	x_g	65,74	66,20
Водотоннажність об'ємна, м ³	$V = D / \rho$	15063	14663
Густина забортної води, т/м ³	ρ	1,020	1,025
Осадка судна, м	T	7,34	7,17
Момент диферентуючий на 1 см, тм/см	M_{cm}	172,4	169,7
Абсциса центра величини судна, м	x_c	66,25	66,46
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	x_f	62,76	63,05
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	8,09	8,05
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,785	0,782
Диферент судна, м	$d = D(x_g - x_c) / (100M_{cm})$	-0,45	-0,23
Осадка судна носом, м	$T_H = T + (L - x_f) d / L$	7,10	7,05
Осадка судна кормою, м	$T_K = T_H - d$	7,55	7,28

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

Таблиця 4.7 - Поправки на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h , тм
NO 4 DB TK S	204
BUNKER TK P	54
SERVICE TK	37
SETTLING TK	33
NO 5 DB TK P	59
NO 5 DB TK S	59
NO 4 DB TK P	194
FRESH WATER TK P	65
FRESH WATER TK S	65
Сума: $\Sigma \Delta m_h$	770

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний в табл.4.8.

Таблиця 4.8 – Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	15364,7	15029,8
Невиправлена апліката центра ваги судна, м	z_{g0}	6,92	6,98
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	8,09	8,05
Невиправлена метацентрична висота, м	$h_0 = z_m - z_{g0}$	1,17	1,07
Виправлення на вільні поверхні, м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / D$	0,06	0,07
Виправлена апліката центра ваги судна, м	$z_g = z_{g0} + \Delta h$	6,98	7,05
Виправлена метацентрична висота, м	$h = h_0 - \Delta h$	1,11	1,00

4.3. Контроль остійності за матеріалами Інформації

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

Таблиця 4.10– Перевірка остійності по критичній аплікаті центра ваги судна

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	15364,7	15029,8
Виправлена апліката Ц.В. судна, м	z_g	6,98	7,05
Максимальна гранична апліката Ц.В., м	$z_g^{\max}$	8,23	8,20

Так як $Z_g < Z_g^{\max}$, то остійність задовольняє всім вимогам.

4.4. Розрахунок і побудова діаграм остійності

Плечі остійності форми l_ϕ вибираються по водотоннажності для тих кутів крену, які приведені в таблиці плечей остійності форми. Ці плечі відлічуються від точки К, що відповідає кильовій лінії, то плечі остійності ваги необхідно розраховувати по формулі:

$$l_e = z_g \sin \theta,$$

а виправлені плечі статичної остійності будуть рівні:

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

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

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

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

$$a_{30-40} = a_{0-40} - a_{0-30}.$$

Розрахунок плечей статичної остійності виконаємо в табличній формі.

Таблиця 4.10 – Розрахунок плечей статичної остійності на відхід

Водотоннажність D, т							15364,7	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							6,92	
Апліката умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м							6,98	
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плече форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \cdot \sin \theta^\circ$	Плече статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \theta^\circ$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	1,414	0,174	1,215	0,199	4	0,796	3	0,597
20	2,782	0,342	2,387	0,395	2	0,790	3	1,185
30	3,968	0,500	3,490	0,478	4	1,912	1	0,478
40	5,020	0,643	4,488	0,532	1	0,532	$\sum_{30}$	2,260
50	5,766	0,766	5,347	0,419	$\sum_{40}$	4,030	$a_{0-30} = 0,148$	
60	6,207	0,866	6,045	0,162	$a_{0-40} = 0,234$			
70	6,383	0,940	6,561	-0,178				
					$a_{30-40} = 0,234 - 0,148 = 0,086$			

Таблиця 4.11 – Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність D, т								15029,8
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м								6,98
Апліката умовного центра мас z_m , м (поліус – точка «O»)								0,00
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м								7,05
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								

Продовження табл.4.11

Кут крену θ°	Плече форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \cdot \sin \theta^\circ$	Плече статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \theta^\circ$, м	Множ- ник	Добу- ток	Множ- ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	1,409	0,174	1,227	0,182	4	0,728	3	0,546
20	2,797	0,342	2,411	0,386	2	0,772	3	1,158
30	3,995	0,500	3,525	0,470	4	1,880	1	0,470
40	5,065	0,643	4,533	0,532	1	0,532	Σ_{30}	2,174
50	5,815	0,766	5,400	0,415	Σ_{40}	3,912	$a_{0-30} = 0,142$	
60	6,250	0,866	6,105	0,145	$a_{0-40} = 0,228$			
70	6,413	0,940	6,627	-0,214				
					$a_{30-40} = 0,228 - 0,142 = 0,086$			

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

4.5. Розрахунки нормованих параметрів остійності

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

Остійність судна вважається достатньою, якщо задовольняються загальні для всіх суден вимоги до критерія погоди, кута крену від дії постійного вітру й діаграми статичної остійності (ДСО).

Розрахунок нормованих параметрів остійності виконаний у табл. 4.12.

ДІАГРАМИ ОСТІЙЛИВОСТІ СУДНА НА ВІДХІД

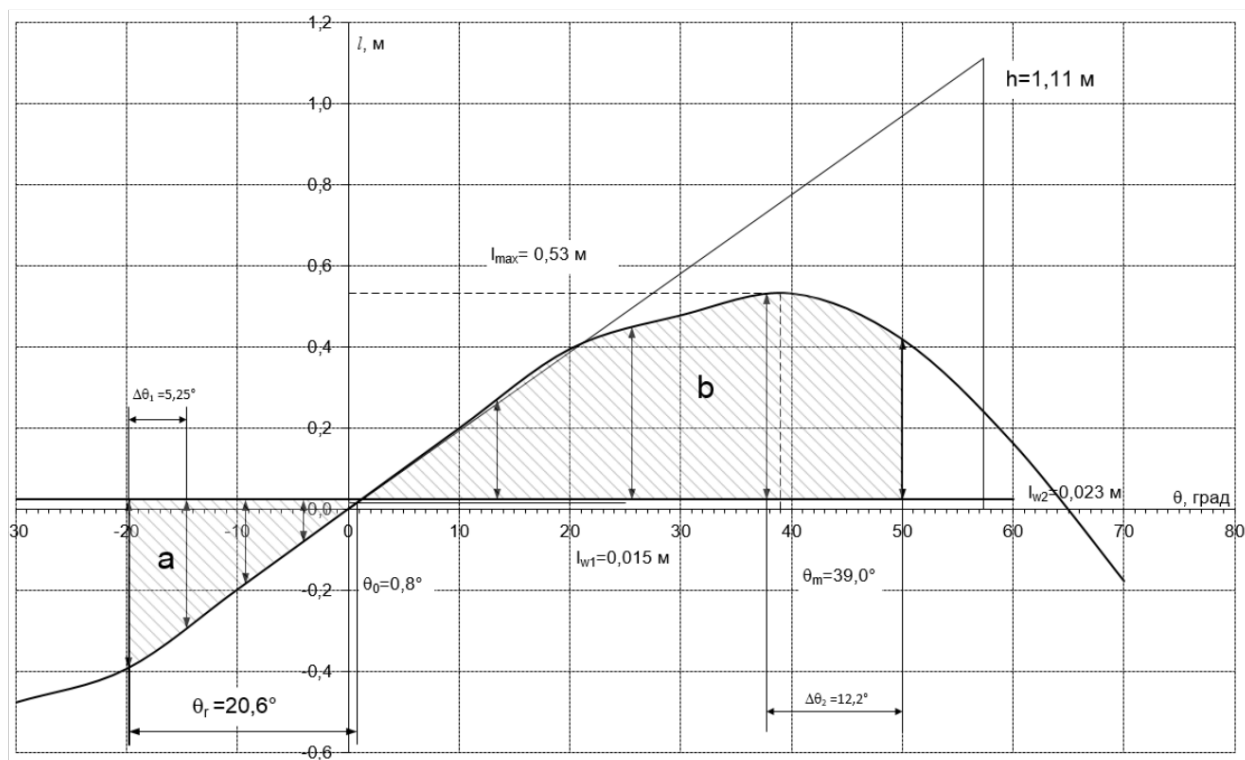


Рисунок.4.2 - Діаграма остійності на відхід.

ДІАГРАМИ ОСТІЙЛИВОСТІ СУДНА НА ПРИХІД

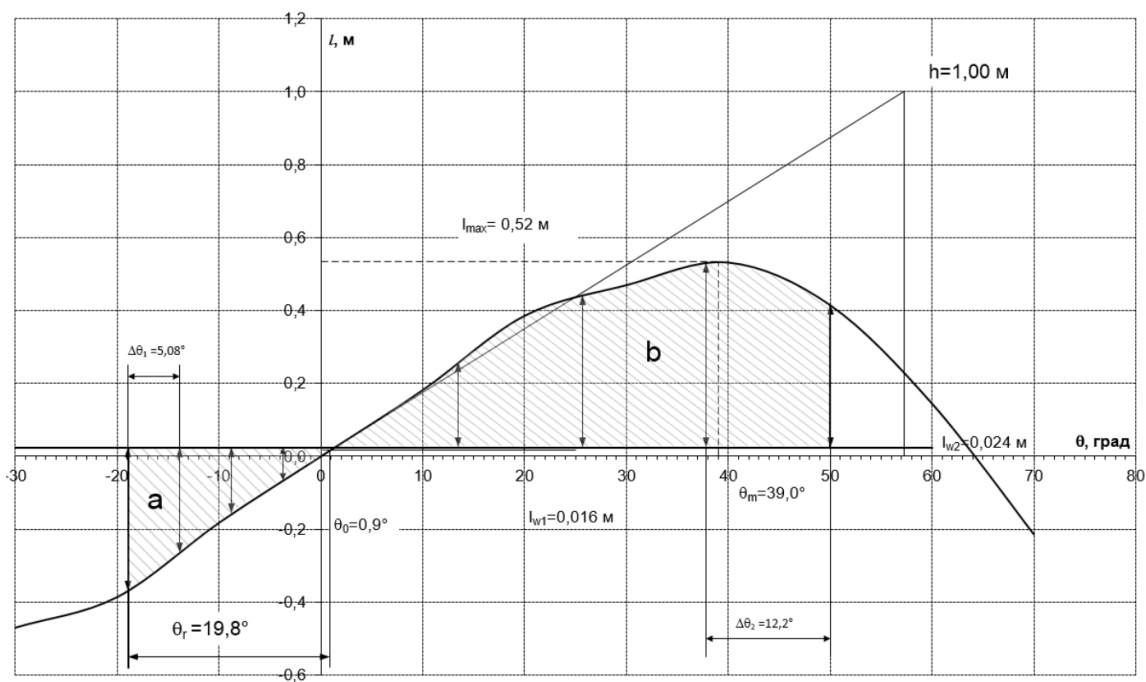


Рисунок. 4.3 - Діаграма остійності на прихід.

Таблиця 4.12 - Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	15364,7	15029,8
Осадка судна, м	T	7,34	7,17
Виправлена метацентрична висота, м	h	1,11	1,00
Площа парусності, м ²	A _v	971,6	992,8
Апліката центра парусності (ЦП), м	z	5,77	5,81
Плече парусності при постійному вітрі, м	$z_v = z + T/2$	9,44	9,40
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	$l_{w1}=0,504 A_v z_v / (gD)$	0,015	0,016
Кренувальне плече від пориву вітру, м	$l_{w2} = 1,5 l_{w1}$	0,023	0,024
Відносна площа скулових кілей, %	$100 A_k / (L B)$	0,99	
Коефіцієнт	k	0,98	
Відносна ширина	B/T	2,57	2,64
Безрозмірний множник	X ₁	0,966	0,956
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,785	0,782
Безрозмірний множник	X ₂	1,000	1,000
Інерційний коефіцієнт	$c=0,373+0,023B/T-0,043L/100$	0,374	0,376
Період хитавиці, с	$T_\theta = 2 c B / \sqrt{h}$	13,4	14,2
Коефіцієнт	S	0,0566	0,0521
Коефіцієнт	$r = 0,73+0,6(z_g - T)/T$	0,701	0,720
Амплітуда хитавиці, °	$\theta_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{r S}$	20,6	19,8
Кут заливання, °	θ _f	>50	>50
Кут входу палуби у воду, °	$\theta_d = \arctg(2(H-T)/B)$	20,9	21,8
Кут крену від постійного вітру, °	θ ₀	0,8	0,9
Кут крену при хитавиці назустріч вітру, °	$\theta_1 = \theta_r - \theta_0$	19,8	18,9

Продовження табл.4.12

1	2	3	4
Границя площ.“b” діаграми праворуч, °	θ_b	50,0	50,0
Площа “a” діаграми, м-рад	a	0,077	0,067
Площа “b” діаграми, м-рад	b	0,304	0,297
Критерій погоди	$K = b / a$	3,95	4,43

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

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

Таблиця 4.13 – Визначення площ “a” і “b” на відхід за правилом Сімпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (19,8 + 1,5 \cdot 0,8)/4 = 5,25^\circ$ $\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 5,25^\circ/57,3 = 0,0916$ рад					
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 0,8)/4 = 12,2^\circ$ $\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 12,2^\circ/57,3 = 0,2129$ рад					
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0,415$	1	0,415	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,318$	4	1,272	$b_2 = 0,247$	4	0,988
$a_3 = 0,208$	2	0,416	$b_3 = 0,427$	2	0,854
$a_4 = 0,103$	4	0,412	$b_4 = 0,510$	4	2,040
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 0,396$	1	0,396
		$\Sigma_a = 2,515$			$\Sigma_b = 4,278$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 2,515 \cdot 0,0916 =$ $= 0,077$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 4,278 \cdot 0,2129 =$ $= 0,304$		

Таблиця 4.14 – Визначення площ “a” і “b” на прихід за правилом Сімпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (18,9 + 1,5 \cdot 0,9)/4 = 5,08^\circ$ $\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 5,08^\circ/57,3 = 0,0886$ рад					
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 0,9)/4 = 12,18^\circ$ $\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 12,18^\circ/57,3 = 0,2125$ рад					
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0,393$	1	0,393	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,287$	4	1,148	$b_2 = 0,233$	4	0,932
$a_3 = 0,181$	2	0,362	$b_3 = 0,418$	2	0,836
$a_4 = 0,090$	4	0,360	$b_4 = 0,507$	4	2,028
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 0,391$	1	0,391
		$\Sigma_a = 2,263$			$\Sigma_b = 4,187$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 2,263 \cdot 0,0886 =$ $= 0,067$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 4,187 \cdot 0,2125 =$ $= 0,297$		

4.6. Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

Виконаємо перевірку остійності за вимогами ІМО порівнюючи розраховані значення с нормативними.

Таблиця 4.15 – Перевірка виконання рекомендацій ІМО

Найменування величин	Позначення	Значення величин			Викон. (YES/NO)
		нормативні	відхід	прихід	
1	2	3	4	5	6
<i>Загальні вимоги:</i>					
Площа під ДСО до кута крену 30° , м·рад	A_{30}	$\geq 0,055$	0,148	0,142	YES
Площа під ДСО до кута крену 40° , м·рад	A_{40}	$\geq 0,09$	0,234	0,228	YES
Площа під ДСО між 30° і 40° , м рад	A_{30-40}	$\geq 0,03$	0,086	0,086	YES
Плече ДСО при куті крену 30° або більше, м	l_{30}	$\geq 0,20$	0,478	0,470	YES

Продовження табл.4.15

1	2	3	4	5	6
Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, °	θ_m	≥ 25	39,0	39,0	YES
Виправлена метацентрична висота, м	h	$> 0,15$	1,11	1,00	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	3,95	4,43	YES
Кут крену від постійного вітру, °	θ_0	$\leq 14,3$	0,8	0,9	YES

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

4.7. Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу

Перевірку подовжньої міцності виконуємо по наближених формулах. Для розрахунку складової моменту, що вигинає, на міделі від сил дедвейту слід зробити розрахунок арифметичної суми моментів мас дедвейту (табл.4.16).

Таблиця 4.16 – Розрахунок арифметичної суми моментів сил дедвейту

Найменування приміщення	Плече /x/, м	На відхід		На прихід	
		m, т	/M _x /, тм	m, т	/M _x /, тм
1	2	3	4	5	6
NO 3 SIDE TK P	14,85	241,4	3584,8	103,6	1538,5
NO 3 SIDE TK S	14,85	237,5	3526,9	99,7	1480,5
NO 4 DB TK S	35,57	22,9	814,6	22,9	814,6
BUNKER TK P	32,86	82,1	2697,8	82,1	2697,8
SERVICE TK	56,24	15	843,6	15	843,6
SETTLING TK	57,9	15,2	880,1	15,2	880,1
SEP OIL TK	37,27	7,6	283,3	7,6	283,3
NO 5 DB TK P	48,32	18,3	884,3	18,3	884,3
NO 5 DB TK S	48,32	18,2	879,4	18,2	879,4
SERVICE TK	53,58	8,7	466,1	8,7	466,1

Продовження табл.4.16

1	2	3	4	5	6
SETTLING TK	51,57	8,1	417,7	8,1	417,7
NO 4 DB TK P	35,96	21,4	769,5	4,7	169
AUX ENG LO TK P	56,26	2,7	151,9	2,7	151,9
ME SYS OIL TK P	55,61	5,6	311,4	5,4	300,3
ME CYL OIL TK P	54,6	4,8	262,1	4,2	229,3
SYSTEM OIL TK	48,66	4,3	209,2	4,3	209,2
KAMEWA OIL TK	58,69	1,8	105,6	1,8	105,6
FRESH WATER TK P	62,34	35	2181,9	14,1	879
FRESH WATER TK S	62,34	35	2181,9	14,1	879
DIRTY WATER TK	45,93	2,4	110,2	2,4	110,2
SEAWAGE TK S	59,29	1,2	71,1	1,2	71,1
Константа	37,89	86,4	3273,7	86,4	3273,7
Трюм №1	35,98	3707,6	133399,4	3707,6	133399,4
Трюм №2 носова частина	6,62	1395,2	9236,2	1395,2	9236,2
Трюм №2 кормова частина	21,31	4491,8	95720,3	4491,8	95720,3
СУМА:		10470,2	263263	10135,3	255920,1

Перевірка подовжньої міцності судна в рейсі з використанням наближених формул може бути представлена у формі табл.4.17.

Таблиця 4.17 - Перевірка загальної подовжньої міцності судна в рейсі

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Числ. коефіцієнт для судна порожнього	k_{Π}	0,126	
Виг.мом. від ваги судна порожнього, тм	$M_{\Pi} = k_{\Pi} D_0 L$	82885,4	

Продовження табл.4.17

1	2	3	4
Виг.момент від сил дедвейту, тм	$M_{DW} = \frac{1}{2} \Sigma / M_x /$	131631,5	127961,1
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,785	0,782
Числ.коефіцієнт для сил підтримки	$k_{сп} = 0,0895 \delta + 0,0315$	0,1018	0,1015
Виг.момент від сил підтримки, тм	$M_{сп} = - k_{сп} D L$	-210218,6	-205016,9
Виг.момент на тихій воді, тм	$M_{виг} = M_{п} + M_{DW} + M_{сп}$	4298,3	5829,6
Вид деформації	(перегин / прогин)	перегин	перегин
Чисельний коефіцієнт	k_0	0,0205	0,0205
Допустимий виг.мом. на міделі, тм	$M_{доп} = k_0 B L^{2,3}$	30446,3	30446,3
Виг. момент у % від допустимого	$100 M_{виг} / M_{доп}$	14,1	19,1

4.8 Висновки

За результатами розрахунків, які приведені, у таблицях можна зробити висновок, що протягом усього рейсу загальна поздовжня міцність забезпечена.

РОЗДІЛ 5

НАВІГАЦІЙНА БЕЗПЕКА СУДНОПЛАВСТВА В ЗОНІ МОСТІВ

Актуальність теми полягає в забезпеченні надійності судноплавства в районі з мостами належаному до категорії важливих морських транспортних артерій. Масштаби морського судноплавства в нашому столітті набувають особливої ролі в районах зі стислими умовами, через які проходять водні шляхи з інтенсивним транзитним судноплавством. Істотно зростає вантажонапруженість водних шляхів від використання численних інтермодальних ліній, що зв'язують порти прибережних та країн, розташованих у середині континентів. Прибережні райони зі стислими умовами, через велику кількість гідротехнічних споруд, особливо мостів, є однією з визначальних ланок транспортного ланцюга регіону, що забезпечує зв'язок за допомогою декількох видів транспорту мережу вантажовідправників і вантажоодержувачів. Це і зумовлює провідну роль морського транспорту і портових наземних транспортних мереж, зростаючу інтенсивність руху транспорту і вантажопотоків регіону, через деякі мости проходить щорічно понад десятків тисяч морських суден у рік. Ці обставини вимагають створення в регіоні системи управління судноплавством з таким рівнем навігаційної безпеки, яке б сприяло би підвищенню ефективності роботи транспортної галузі.

Мета роботи полягає в аналізі теоретичних та розробці практичних рекомендацій щодо підвищення безпеки проведення суден та забезпеченні надійності судноплавства в районі мостів вантажонапружених маршрутів.

Об'єкт дослідження – Розглянуто також окремі методи та процедури для оцінки положення місця судна та прогнозу надійності судноплавства.

Предмет дослідження пізнання взаємозв'язку показників аварійності та компетентності плавскладу, судових операторів, для розробки рекомендацій щодо підвищення їх надійності та безпеки мореплавання.

Методи дослідження. Проведено комплексні дослідження, які включали:

Аналіз опублікованих у пресі в 2000-2020 рр. матеріалів з аварійних ситуацій морських суден під різними прапорами в зоні мостів, економічних показників вантажопотоків в регіоні.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в доповненні та уточненні оцінки безпеки плавання в зоні мостів

Практичне значення та апробація отриманих результатів. Підвищення рівня безпеки та надійності транспорту - Зменшення кількості та тяжкості аварійних випадків на транспорті, викликаних міжнародними перевезеннями і порушень безпеки операторами, при зміні навігаційних параметрів для використання більш безпечних маршрутів транспорту або інфраструктури.

5.1 Аналіз умов судноплавства

5.1.1 Аналіз безпеки судноплавства

У 2024 році рівень аварійних втрат світового флоту, як і раніше, залишався на рекордно низькому рівні. За даними Регістру морського судноплавства Ллойда ця цифра склала 27 суден, що можна порівняти з числом втрат роком раніше (враховувалися лише судна валовою місткістю від 100 і вище). Безумовно, це визначне досягнення, беручи до уваги зростання ризиків в умовах збройних конфліктів, правового свавілля, порушення нормальної роботи інфраструктури, санкцій і тарифних воєн. Досить, що в 1990-х роках гинули понад 200 суден на рік, до 2015 року кількість щорічних втрат скоротилася вдвічі, а за останнє десятиліття – ще на 75%.



Рисунок 5.1-Втрати світового флоту по рокам

Таблиця 5.1 -Кількість аварійних випадків (АВ)

Види аварійних випадків (АВ)	Кількість АВ у 2024	Кількість АВ 2015-2024
пошкодження механізмів	1860	12417
зіткнення	251	2875
пожежі, вибухи	250	1900
посадки на міліну	231	2638
навали	184	1860
інші	534	6641



Рисунок 5.2 – Співвідношення причин аварійних випадків світового флоту

З 2015 року було зареєстровано більше 1800 випадків навалов на гідротехнічні споруди у портах та ЗНО. Дана робота присвячена питанням безпеки руху суден при проходженні мостів, і впливу збурюючих факторів на проводку судна. Дослідження за тематикою навалу суден на споруди були сконцентровані на створення бази даних по аваріях мостів в результаті навалу суден, включаючи вивчення характеру взаємодії суден при зіткненні з мостами.

« В. Навал - контакт судна з стаціонарною або тимчасовою гідротехнічною спорудою, призначеною для стоянки суден (причал, пірс, мол, док), або з огороженням акваторії морського порту;

контакт судна з іншим судном, що стався в процесі виконання швартовних операцій, а також у результаті несприятливих гідрометеорологічних умов (дрейф судна, обриви ланцюгів, тросів тощо); контакт судна зі ЗНО» .

Аналіз експлуатації і проводки великогабаритних суден і складів показує, що їх економічна ефективність знаходиться в тісному зв'язку з особливостями габаритів водних шляхів, серед яких слід виділити наявність обмежених умов плавання, обумовлених морфологією району і гідротехнічними спорудами, впливом гідрологічних і метеорологічних явищ, високою інтенсивністю руху і щільністю потоку. З точки зору забезпечення безпеки плавання суден і складів в акваторіях судно-пропускних гідротехнічних споруд є одними з найбільш складних ділянок вод-них шляхів. Напруженість роботи судноводія і складність управління судном на цих ділянках обумовлена необхідністю виконання значної кількості різних маневрів в умовах обмеженого шляху, при впливі перерахованих вище факторів.

Практика експлуатації суднопропускних гідротехнічних споруд показує, що в багатьох країнах світу відбувається досить велика кількість аварій в цих районах суднопропускних споруд і мостів, які викликані зростанням інтенсивності і швидкостей руху суден. Аварія, крім безпосереднього матеріального збитку, пов'язаного з пошкодженням або руйнуванням моста, тягне за собою величезні втрати, викликані обмеження для руху інших видів транспорту, загрозою забруднення навколишнього середовища, то питання запобігання аварій набувають все більшого значення.

Вивченням проблеми навалу суден на мостові споруди займаються вчені та фахівці багатьох країн.

В результаті реалізації великих міжнародних дослідницьких проектів була вироблена аналітична основа для створення бази даних аварійних випадків. В даний час розроблені технічні умови для Федеральної автодорожньої адміністрації в США (1991 р.) і критерії проектування при навалі суден для мостових переходів через протоку Великий Бельт в Данії. Слід зазначити, що проблема навалу суден на експлуатовані мости стоїть більш гостро. За останній час помітно збільшився тоннаж слідуючих суднів, а отже, підвищилося і проектне зусилля на спорудження; Мости запроектовані в різний час за різними нормами, крім того, в процесі експлуатації можуть знижуватися функціональні якості споруд (за рахунок дефектів і пошкоджень), а зміна гідрологічних умов може викликати зміну судноплавного рівня, а отже, зміститься і місце прикладання навантаження.

Останні зарубіжні наукові дані та практичні результати досліджень представляють великий інтерес і цінність.

Міжнародні конференції з проблем проектування і будівництва мостів і морських платформ зачіпають спектр науково-прикладних проблем, пов'язаних з навалом суден. Крім того, проблемі впливу суден на мости і морські платформи була присвячена Міжнародна конференція в м.Копенгагені (1983 р.), організована Міжнародною асоціацією з мостів і конструкцій (iabse). У 1998 р, в цьому ж місті відбулася Міжнародна конференція, організаторами якої були організації, що беруть участь в реалізації будівництва найбільших мостових переходів через протоки Великий Бельт і Орезунд, за участю відомої датської фірми cowiconsult. Спонсорами виступали такі відомі міжнародні об'єднання, як Міжнародна асоціація конгресів з навігації (PIANC), Всесвітня Дорожня Асоціація (PIARC) .

"Зіткнення суден-гірне явище. ... Як аварійні події зіткнення призводять до втрат людських життів; збитку навколишньому середовищу, особливо в разі участі танкерів; фінансових наслідків для місцевих громад в районі аварії; фінансових наслідків для судновласників; пошкоджень об'єктів морського нафтогазового промислу або берегової інфраструктури – наприклад, при навалах на бурові платформи або мости. Особливе місце серед зіткнень в морі займають навали на мостові споруди, вважає капітан В.Мотрич».

Статистика показує, що контакти і навали суден є головними причинами пошкоджень мостів і в 30% випадків закінчуються повним руйнуванням мостів. Ця проблема голосно заявила про себе починаючи з 60-х років XX століття, коли у зв'язку із зростанням інтенсивності судноплавства і розмірів суден зростав і масштаб заподіяних лих. У світі щорічно відбувається по два серйозних зіткнення суден з мостами, а кожні два роки трапляються катастрофи, які тягнуть аварії мостів, загибель суден і людські жертви. У зв'язку із збільшеними темпами спорудження мостів, ризики пошкодження їх суднами доводиться враховувати. [Безпека мореплавства морський флот №4 (2017)]

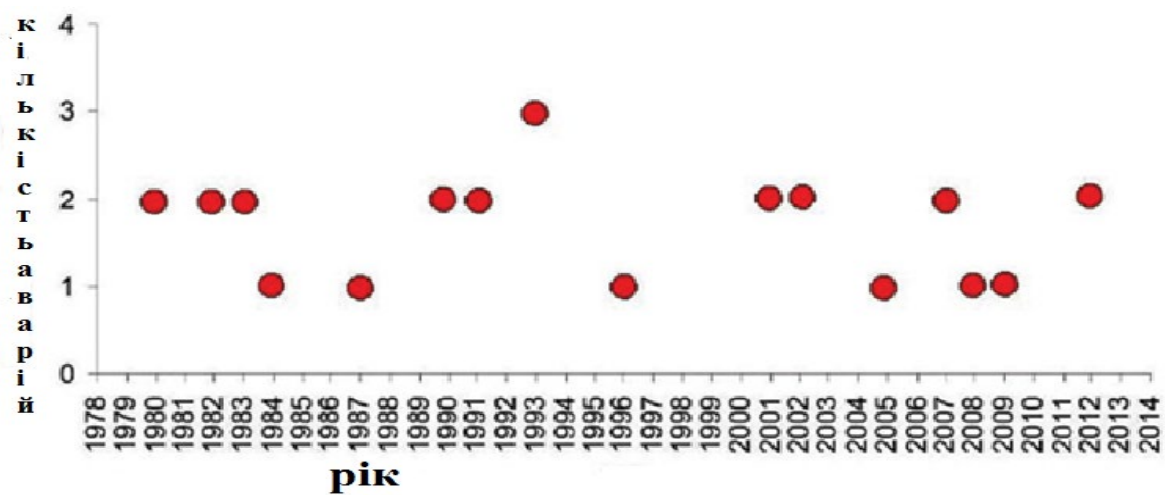


Рисунок.5.3. - Кількість зіткнень суден з мостами з 1978-2014 гг.



Рисунок.5.4. - Кількість навалів суден на мости з 1960 -2022р.

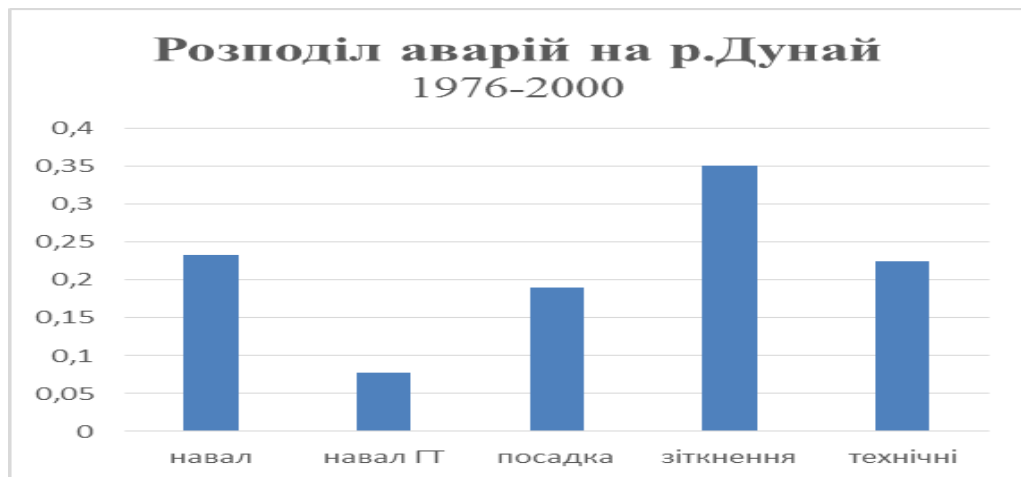


Рисунок.5.5. - Кількість навалів суден на мости на р.Дунай з 1976-2013 р.

На р.Дунай у середньому мости розташовані через 21 км, а на р.Дніпро у середньому мости розташовані через 28 км.

Для запобігання можливих аварій мостів і мінімізації наслідків необхідно ретельно вивчати дані світового досвіду з причин і наслідків сталися аварій. Значне число пошкоджень і руйнувань мостів виникає в результаті зіткнень з конструкціями мостів транспорту, а також від пожеж, що виникають в результаті цих зіткнень, і від інших причин.



Рисунок.5.6. - Кількість навалів суден на мости р.Дунай

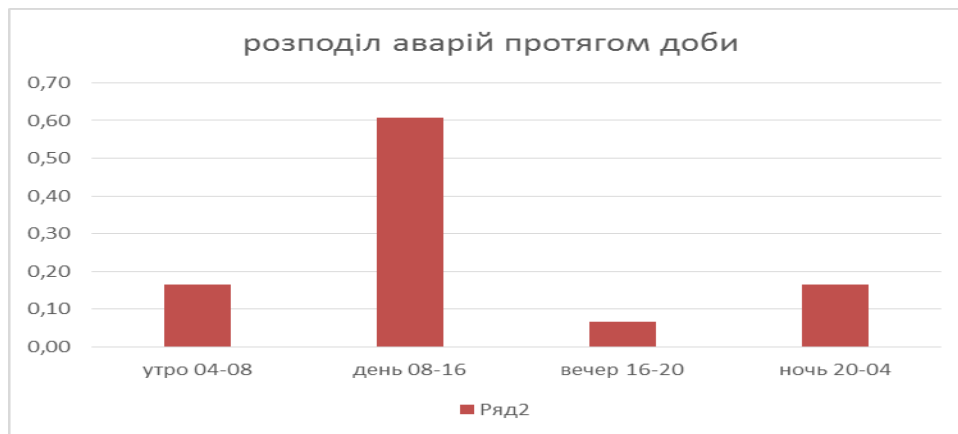


Рисунок.5.7. Розподіл аварій протягом доби.

Статистичні дані по аварійності показують, що, незважаючи на цілий ряд організаційних і технічних заходів з боку екіпажів суден адміністрації судноплавних компаній, судноплавних інспекцій і басейнових управлінь водних шляхів, аварійність флоту в зонах судноплавних гідротехнічних споруд залишається досить високою і становить 19% від загального числа аварій. Причому основна частина цих транспортних пригод відбувається в підхідних каналах і в момент заходу в камери шлюзу (близько 59%) і припадає на частку великогабаритних суден і складів.

Таким чином, проблема забезпечення безпеки плавання суден в районі гідровузлів має в даний час досить актуальне значення.

Відомо багато випадків навалів суден на опори мостів, проте лише в несприятливих випадках вони призводять до руйнування мостів.

Таблиця 5.2- Навали суден на опори мостів з великими людськими втратами

дата	мост		
1980	Almo Br., Sweden	погода	8
1980	Sunshine Skyway Br., FLorida	погода	35
1982	Lorraine Br., France	погода	7
1983	Volga River , SSSR	Людський фактор	176
1993	CSX RR Br., AL	Людський фактор	47
2001	Port Isabel, TX	Людський фактор	8
2024	Francis Scott Key Bridge Baltimor, USA m/v«DALI» 2024/03/26	механічні поломки судна і втрата управління	6

Зі світової практики відомо, що за період з 1960 по 1993 рр. відбулося 29 великих руйнувань мостів в результаті навалу суден і барж, при цьому в цілому загинула 321 людина. Причини зіткнення суден з опорами мостів можуть бути різними:

- механічні поломки судна і втрата управління;
- людський фактор;
- гідрометеорологічні фактори;
- величина підмостового габариту судноплавного прольоту;
- туман і обмежена видимість.

Приклади деяких аварій під мостами з аналізом причин навалу суден

5.1.2 Аналіз умов проходки суден

Для забезпечення вимог безпеки судноплавства при виборі прольотів мостів враховуються три основні моменти. Перший – збільшення швидкості течії щодо побутових умов у місці розташування судноплавних прольотів мосту не повинно бути значним. Другий – підмостові габарити повинні забезпечувати пропуск суден. Третій - обрана конструктивна схема (розбивка на прольоти) повинна враховувати можливе переміщення суднового ходу, викликане природним ходом руслових процесів у період експлуатації моста, в судноплавних прольотах має бути забезпечена необхідна глибина суднового ходу в межу.

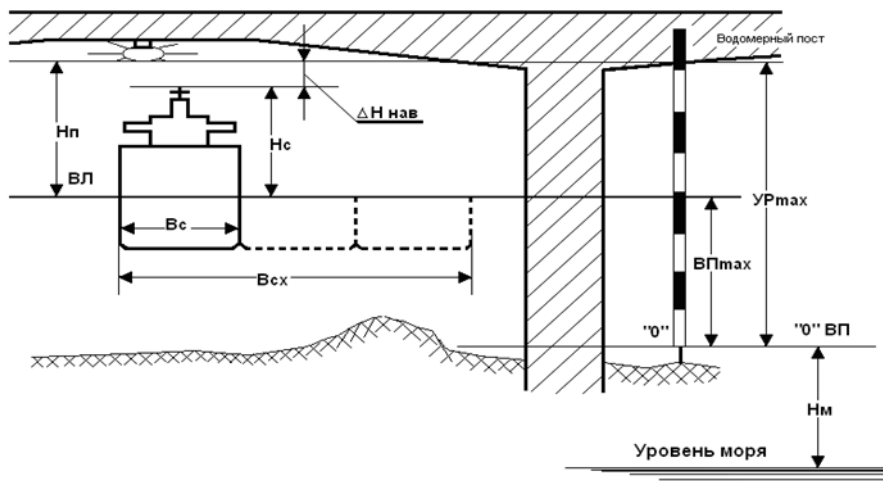


Рисунок.5.8. Підмостовий габарит судноплавного прольоту мосту:

де L_c , B_c , H_c , T_c - габарити судна (довжина ширина висота осадка);

S_{cx} , B_{cx} , H_{cx} , T_{cx} - габарити суднового ходу (довжина ширина висота глибина);

В результаті можливих деформацій русла річки під мостом суднові ходи можуть зміщуватися, тому для безпеки судноплавства в період терміну експлуатації моста, облік деформацій русла річки може зумовити використання кількох судноплавних прольотів, і викликати збільшення швидкості течії води більш, ніж на 20% при максимальній швидкості течії води в природних умовах до 0,2 м/с. (Швидкість течії на річках варіюється від 0,5-1,0 м/с на рівнинних ділянках, до 3-6 м/с і більше на гірських).

5.2. Методи оцінки ймовірності навалу суден на мостові опори

5.2.1. Оцінка впливів навалу суден на мостові споруди

У сучасних нормативних документах наведено величини зусиль, з урахуванням ризику навалу суден на мостові споруди, навіть якщо мостові переходи обладнані засобами навігаційного огороження. У практиці проведення суден та проектній передбачається оцінка ймовірності навалу суден на гідротехнічні споруди, спеціалісти проводять дослідження: оцінки ризику навалу суден з мостом; розрахунок шкоди від катастрофічної руйнації споруди; розроблення заходів щодо зниження ризику навалу; а також проекту захисту мосту у разі навалу судна на мостові споруди.

У 1978 р. проектною фірмою Maunsell (Велика Британія) при проектуванні мосту Tasman (Австралія) було запропоновано три методи для оцінки ймовірності навалу судна на споруди.

Суть методів полягає в наступному:

- історичний підхід до оцінки ймовірності зіткнення заснований на наявній статистиці аналогічними мостами і виражається формулою

$$A_c = R_c * T_c,$$

де A_c - кількість зіткнень на рік;

R_c - узагальнений фактор ризику, що включає окремі ризики, пов'язані з причинами навалу судна;

T_c – кількість проходів суден під мостом протягом року.

Достовірність цього методу, ґрунтується на наявності даних про велику кількість випадків (подій) та співвідношення наявних факторів ризику з прогнозованими для моста, що підлягає оцінці.

Статистичний підхід передбачає оцінку загальної ймовірності навалу судна, яка дорівнює добутку ймовірності виникнення причини геометричного фактору. Ймовірність виникнення причини виражається ймовірністю події (відмова ГД, обмежена видимість тощо). На підставі даних про аварійність суднів було отримано кількісну оцінку ймовірності виникнення причини по кожному окремо взятому фактору. За геометричний фактор прийнята ймовірність навалу судна, що втратило керування, з мостовою спорудою.

Емпіричний підхід передбачає використання інформації про навал суден на мостові опори, зібраної по всьому світу, і заснований на рекомендаціях експертів із судноводіння щодо інтерпретації факторів, що викликають навали та зіткнення, та оцінки ймовірності зіткнень, що трапляються у проєктованого мосту внаслідок схожих причин. Застосовуючи будь-який із трьох підходів, можна визначити частоту виникнення навалу суден на мостові споруди. Пізніше методи оцінки з використанням статистичного підходу були вдосконалені та на сучасному рівні розвитку науки передбачають врахування ймовірностей більшої кількості факторів. Загальні принципи сучасної методики оцінки ризику навалу судна на мостову споруду полягають у наступному.

Навал судна на мостову споруду можна розділити на три послідовні події:

А - судно, що наближається до мосту, стає некерованим;

В - відбувається навал некерованого судна з елементом моста;

С - елемент моста, з яким стикається судно, руйнується.

Щорічна ймовірність руйнування елемента моста виражається формулою

$$A_F = (N) (P_A) (P_G) (P_C),$$

де N - річна кількість проходів суден (згрупованих за типом, розміром та умовою завантаження);

P_A – ймовірність втрати управління судном;

P_G - геометрична ймовірність зіткнення судна, що втратило керування, з бруківкою опорою або прогоновим будовою;

P_C - ймовірність руйнування мосту внаслідок навалу судна, що втратило керування.

Чисельне значення рівня ризику непросто визначити, особливо у разі загрози людського життя. На підставі досліджень, проведених у Данії, для мостового переходу через протоку Великий Бельт при проєктуванні було прийнято рівень ризику навалу судна на мостову споруду, що дорівнює 10^{-5} . Аналіз різних нормативних джерел щодо окремих проєктів мостових переходів показав, що

значення щорічної повторюваності руйнування мостів від навалу суден приймається від 10^{-3} до 10^{-4} . Норми AASHTO (1991 р.) встановлюють дві категорії ступеня відповідальності мостів і регламентують щорічну повторюваність руйнування мостів, рівну 10^{-4} (імовірність перевищення 1 разів на 10000 років) для мостів найвищого ступеня відповідальності і 10^{-3} (імовірність перевищення 1 разів на 10). Ухвалена класифікація мостів ґрунтується на важливості транспортного сполучення на місцевому (регіональному) рівні. Визначення навантаження на бруківку опори моста від навалу суднів є комплексною проблемою. Величина впливу є функцією часу, що варіюється в залежності від типу, розміру та конструктивних особливостей судна.

Метод, запропонований В. Мінорським (США), заснований на зв'язку енергії, що адсорбується при ударі судна, з об'ємом корпусу, що деформується, в точці удару. При цьому розроблено ще метод перетворення об'єму корпусу судна, що деформується, у величину деформації (що відповідає конкретному пошкодженню несучих елементів судна), в залежності від якої визначається середнє значення сили прямого впливу судна. Результати досліджень, проведених у 1970 р. на моделях морських платформ, показали, що сила удару протягом короткого періоду (0,1-0,2 с) може перевищувати середню силу дії вдвічі. Норми Німеччини вимагають урахування навантажень на мостові споруди від навалу суден, але при цьому не встановлюють їх чисельного значення для всіх водних шляхів. Передбачається, що під час проектування такої інформації слід одержувати в Управлінні Навігації.

Таблиця 5.3. Правила регламентовані для р.Рейн навантаження на опору у прольотах мосту від навалу суден.

Опора в прольотах мосту	при фронтальному впливі МН;	бічний вплив МН;
в суднохідних прольотах	30	15
несуднохідні прольоти	6	3

Точка застосування впливу приймається на висоті 1,5 м від найвищого судноплавного рівня (НСР).

Таблиця 5.4. Методи оцінки впливу від навала суден на опори мостів.

мостовий перехід	формула	компоненти
Second Severn (Англия)	$F(MH) = 0,44\sqrt{D}$,	де D - дедвейт судна, т
New Galata (г.Стамбул Туреччина)	$F = 0,5\sqrt{D}$,	
В. Мінорським (США)	$P_i > J F = \frac{k\Delta V^2}{2P_i};$ $P_i < J F = \frac{k\Delta V^2}{2P_i} \sqrt{\left(\frac{P_i}{J}\right)},$	где F - середня сила дії, кН; P_i - величина деформації при навалі, м; J - довжина суднової балки, м; k - гідродинамічний коефіцієнт приєднаної маси; Δ - дедвейт судна, т; V - швидкість руху судна, м/с.
стандарт AASHTO (США 1991 г.)	$P_S = 0,98(D)^{1/2}(V/16)$,	де V - швидкість руху судна, вузли.
IABSE (Міжнародна асоціація по мостам і конструкціям м.Цюрих)	Для $E \geq L^{2.6}$ $P_b = P_o L \sqrt{E + (5 - L) L}$ Для $E < L^{2.6}$ $P_b = P_o \sqrt{5EL}$ при $L = L_{pp}/275$ и $E = E_{imp}/1425$,	де P_b - максимальне навантаження від навалу суден, МН; P_o - базисне навантаження від навалу суден, равно 210 МН; E_{imp} - кінетична енергія судна, МН·м; L_{pp} - довжина судна, м.
проект стандарту ENV 1991 (Єврокод 1, частина 2.7) «Аварійні навантаження від ударів та вибухів». 1997	$F = V_T \sqrt{(km)},$ $F = V_T \sqrt{(km)},$	где V_T - швидкість судна при навалі, м/с; k - еквівалентна жорсткість споруди, МН/м; m - маса судна.

Побудова цих формул полягає в визначальних навантаження параметрах кінетичної енергії та довжини судна. У травні 1997 р. технічний комітет № 250 із розробки Євронорм затвердив проект стандарту ENV 1991 (Єврокод 1, част. 2.7) «Аварійні навантаження від ударів та вибухів». До таких навантажень віднесено вплив на споруди від ударів автомобілів, поїздів, суден, а також від вибухів газу та пилу. Цей нормативний документ має статус попереднього стандарту. Основною вимогою Євронорм є те, що прояв виняткових впливів та відповідні аварійні навантаження мають враховуватись при проектуванні у поєднанні з іншими постійними та тимчасовими навантаженнями не вказує величин щорічної ймовірності перевищення аварійних навантажень. У Єврокод 1 наводиться посилання на стандарт ISO, де щорічну ймовірність перевищення аварійного на

споруди регламентовано приймати у вигляді трохи більше 10^{-4} . У Євроноормах запроваджено три категорії ступеня безпеки споруд:

1 – обмежені наслідки при руйнуванні; 2 – наслідки середнього ступеня; 3 – значні наслідки при руйнуванні. Для кожної із цих категорій передбачаються різні рівні надійності споруд. Відповідно до рекомендацій Єврокоду 1 (частина 2.7) щодо аварійних навантажень, викликаних навалом суден, слід враховувати клас водного шляху, тип суден, характер їх взаємодії зі спорудою при зіткненні, тип споруд та їх дисипативні енергетичні властивості.

Аналіз закордонного досвіду показав, що визначальним фактором при виборі крутості укосу захисних острівців для великих мостових переходів є здатність корпусу судна. Штучний острівець при крутості укосу 1:5 забезпечує захист моста, і в той же час безпечним для несучої здатності корпусу судна є крутизна укосу 1:24. При проектуванні захисних острівців для висячого мосту через протоку Великий Бельт у напрямку руху суден крутість укосів була прийнята 1:20, а в напрямку, перпендикулярному до руху (вздовж моста), - 1:6 з плавним сполученням у плані. Крутизна укосу 1:6 диктувалася необхідністю мінімального стиснення течії в протоці. Спеціального захисту від розмиву не передбачалося, оскільки внаслідок впливу хвиль і течії відбудеться самовідмостка. Регламентом на експлуатацію передбачається проведення відновлювальних робіт при руйнуванні острівців внаслідок таких екстремальних впливів, як навал суден та шторм.

5.2.2. Аналіз імовірності навалу судна на мост

Модель для оцінки ймовірності навалу судна на конструкцію моста була представлена Larsen O D.. Ця модель була заснована на розподілі ймовірності навалу судна на мост та подальшому застосуванні математичних моделей для кількісної оцінки ризику з кожної категорії. Грунтуючись на тих самих принципах, ми представимо тут модель ймовірності навалу судна, яка включає нещасні випадки, спричинені людськими помилками, а також технічними факторами. Технічні несправності, при яких штурман втрачає контроль над швидкістю та курсом, повинні бути включені в будь-яку ймовірнісну модель зіткнення суден. Технічні несправності можуть бути пов'язані з втратою рухової установки, що призводить до дрейфу судна, та/або відмовою кермової машини. Проте досвід показує, що понад 80% подій, пов'язаних із зіткненням судів, трапляються через людські помилки. Математична модель ймовірності зіткнення

суден через помилки людини заснована на розрахунку числа кандидатів на зіткнення у разі сліпого плавання:

$$N_a = N_{ships} * P_{geometric}$$

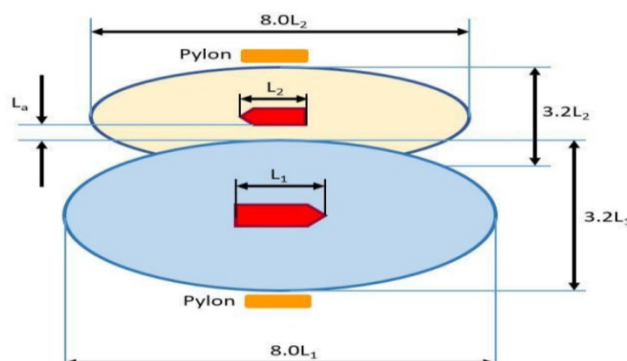
де $P_{geometric}$ - геометрична ймовірність того, що судно на цьому маршруті опиниться на курсі зіткнення з конструкцією моста.

N_{ships} – кількість суден на маршруті у заданий інтервал часу.

Важливою частиною оцінки можливих кандидатів на зіткнення $P_{geometric}$ є поперечний розподіл $f(z)$ руху суден під час проходження моста. Дослідження треків АІС можна використовувати для визначення просторового розподілу на заданому навігаційному маршруті, а отримані чисельні або гістограмні розподіли можна апроксимувати гаусовим, логнормальним або іншими аналітичними розподілами. Параметри поперечного розподілу $f(z)$, оцінені за спостереженнями АІС, можна порівняти з опублікованими емпіричними виразами параметрів розподілу. Карлсон запропонував розподіл Гауса зі стандартним відхиленням, рівним 40% ширини навігаційного каналу. Інші пропозиції наведено у Ларсена.

Причинний фактор P_c залежить від ряду джерел, таких як річний розподіл видимості в районі, компетентність екіпажу судна, наявність лоцманів і наявність системи СУДС в регіоні. Часто використовувалися причинні фактори P_c в межах $0,35 \cdot 10^{-4} \sim 3,2 \cdot 10^{-4}$

$$P_{total} = P_{cat1} + P_{cat2} + P_{cat3} + P_{cat4}$$



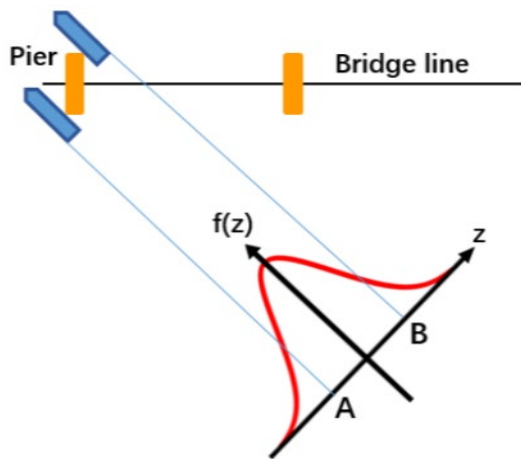


Рисунок 5.9 - поперечний розподіл $f(z)$ руху суден під час проходження моста

Категорія 1 включає зіткнення суден, викликані людськими помилками, пов'язаними з суднами, які слідуєть звичайним прямим маршрутом з нормальною швидкістю і з нормальним розподілом шляху судна $f(z)$. З просторовими розподілами $f(z)$, змодельованими як розподіл Гауса або логарифмічно нормальний. Тому, щоб врахувати незвичайні події та отримати певну аварійну стійкість підхідних ділянок до прольотів моста, часто вважають, що від 1% до 2% руху суден рівномірно розподіляється каналом. Це дозволить уникнути аварій, пов'язаних із зіткненням суден, які можуть статися за межами рекомендованих маршрутів судноплавства через грубі людські помилки.

До категорії 2 належать судна, які не змогли належним чином змінити курс у точці повороту поблизу мосту рисунок.5.9. У цьому випадку судно продовжуватиме рух за попереднім курсом, доки судноводій не скоригує курс, судно не сяде на мілину або не досягне лінії містка і не може зіткнутися з містком.

Категорія 3 включає судна, які не слідуєть рекомендованим маршрутом у навігаційних умовах, через технічні помилки (дрейф через технічний стан з відмовою суднового обладнання, дрейфуючі судна в роботі, льодохід). При відмові системи кермового керування кермо може бути заблоковане, і судно почне плисти круговою траєкторією, з діаметром, рівним двом-трьом довжинам судна.

До 4 категорії належать судна, які здійснюють маневри ухилення поблизу мосту та через такі маневри стикаються з мостом. Кількість множинних критичних зіткнень можна оцінити на основі моделювання судової зони навігаційної безпеки (ЗНБ).

Для зниження аварійності категорії 1 необхідно розташовувати підхідні фарватери і схему мостів таким чином, щоб на борту суден, що проходять, були запаси відстані для дрібних помилок і несправностей, а також стежити за тим, щоб ЗНБ суден не порушувалися через недостатні проміжки плавання.

Небезпека 2-ї категорії показує, що необхідно ретельно продумати планування маршрутів плавання поблизу мосту, щоб максимально знизити ймовірність навалів суден на мости, що нехтують поворотом.

Судна, що дрейфують, і судна без контролю можуть зіткнутися з бруківкою в будь-якій точці вздовж лінії мосту, виключаючи при цьому райони з малою глибиною води, де може статися посадка на мілину до навалу на міст, або постановка судна на якір.

Представлена тут процедура оцінки частоти зіткнення залежить від деяких емпіричних та невизначених факторів, таких як бічне розподілення $f(z)$ суднів, фактор причинності P_c , ймовірність P_o пропустити зміну курсу у фарватері і т.д.

З цієї причини математична модель повинна бути перевірена шляхом порівняння між прогнозуванням кількості зіткнень і подій посадок на милину, передбачених цією моделлю, і кількістю фактичних інцидентів за період у регіон.

5.3. Забезпечення надійності функціонування мостових споруд

5.3.1. Аналіз досвіду проектних рішень та класифікація способів та засобів захисту мостових споруд від впливів, пов'язаних з навалом суден

За останнє десятиліття у низці країн було збудовано великі мостові переходи, де проблема навалу судів вимагала неординарного підходу до її вирішення. Для того, щоб отримати деяке уявлення про облік навалу судів під час проектування, нижче

розглянуто низку реалізованих проектних рішень. Мостовий перехід через протоку Northumberland (Канада) довжиною 13 км був побудований в 1997 р. Основний міст має 43 прольоти по 250 м, центральний проліт призначений для судноплавства: підмостовий габарит становить 200 м по горизонталі і 49 м - по вертикалі. У попередньому проекті передбачався захист опор судноплавного прольоту та сусідніх опор за допомогою острівців. Решту опор у межах 500-метрової зони від центру судноплавного прольоту було рекомендовано захищати за допомогою острівців або спеціальних захисно-відбійних пристроїв. При розробці робочої документації на будівництво від захисних пристроїв відмовилися, оскільки визначальним при проектуванні опор було льодове навантаження. Однак опори судноплавного прольоту були запроектовані на дію від навалу судна дедвейтом 37000 т (відповідає приблизно зусиллям 100 МН), що рухається зі швидкістю 4,2 м/с. Дві суміжні опори були запроектовані зусилля 50 МН, інші опори - зусилля 8 МН, прикладене при середньому рівні води. Міст Jiangyin через нар. Яндзи (Китай) висячої системи з головним прольотом довжиною 1385 м був побудований в 1998 р. Опори мосту мали бути запроектовані на навал судна дедвейтом 50 тис.т. Вибір величини головного прольоту дозволив уникнути навантаження від навалу суден на пілони мосту. Аналогічний підхід був прийнятий під час проектування висячого мосту Nameri (Китай) із центральним прольотом 888 м. Мостовий перехід East через протоку Великий Бельт (Данія) висячої системи з головним прольотом 1624 м і загальною довжиною 6,8 км був побудований в 1998 р. Оскільки протокою щорічно проходить приблизно 20000 судів, то проблема навалу суднів досліджувалась дуже ретельно.

Основними цілями досліджень було визначення геометричних параметрів споруди, що не погіршують навігаційні умови у протоці, та розробка імовірнісної основи для проектування моста на вплив від навалу суден. Остаточний вибір величини головного прольоту та зміна кута перетину траси мостового переходу з 68° до 78° був заснований на результатах цих досліджень. Усі мостові конструкції були запроектовані на вал розрахункових суден відповідно до розробленої моделі. Дедвейт розрахункових суднів варіювався від 2000 до 250000 т (відповідає зусиллю, що дорівнює 673 МН). Анкерні та ряд інших опор були захищені штучними острівцями. Крім того, було встановлено спеціальну сигналізаційно-оповіщувальну систему.

Аналіз досвіду реалізованих проектних рішень показав, що прагнення замовників забезпечити безпеку проводки суден та знизити ризик пошкодження мостових споруд та збитків навколишньому середовищу відіграє все більшу роль при будівництві мостових переходів через судноплавні фарватери.

Аналіз захисних споруд мостів від навалу суден показав, що буферні пристрої складають біля 10 відсотків, перемички - 5 відсотків, штучні острова –біля 30 відсотків. Найпростіший спосіб досягнення цієї мети – будувати висоководні мости з великими прольотами. Розвиток сучасного мостобудування дозволяє споруджувати мости висячих систем з прольотами до 2000 м та вантових систем до 900 м. Доцільність улаштування великих прольотів підтверджується комплексним техніко-економічним обґрунтуванням: коли враховується вартість можливого майбутнього ремонту, пошкоджених споруд та збитків від забруднень. За досвідом США характерна частка вартості захисних пристроїв від навалу суден для мостів може змінюватись в діапазоні від 5 до 50% вартості мосту без урахування вартості захисних пристроїв. Водночас частка вартості зведення захисних споруд як міра посилення від навалу суден існуючих мостів може становити від 25 до 100% вартості таких мостів. Велика кількість технічних рішень була запропонована в різні часи інженерами для захисту опор мостів від руйнувань при навалі суден. Вони включали пристрій направляючих перед опорою, на які знаходить судно, перш ніж воно може зіткнутися з тілом опори, або пристрій штучних острівців на деякій відстані від опори. У цьому випадку переслідується та сама мета - направити судно від опори. Встановлення спеціальних навігаційних вимог (обмеження швидкості, розмірів суден) є цілком нормою. У поодиноких випадках застосовуються спеціальні системи оповіщення та стеження. Найбільш ефективний і вигідний в економічному плані спосіб захисту залежить від конкретних умов кожної ділянки. Для вибору варіанта захисту потрібне знання як динаміки судна, і гідравліко-гідрологічних умов самої ділянки. Враховуючи, що вартість захисту мостових споруд від навалу суден може становити значну частку загальної вартості будівництва моста, вибір типів захисних засобів має проводитися з урахуванням варіантного проектування. Як відправні точки для розробки ефективних і економічних рішень для проекту мосту нижче наведено кілька варіантів:

1. Проектування конструкцій мостових опор та прогонових будов на вплив від навалу суден.
2. Проектування захисно-огорожувальних споруд зниження впливу від навалу суден на мостові опори.
3. Збільшення довжини прольотів та розташування мостових опор поза впливом від навалу суден.
4. Захист мостових опор від навалу суден у вигляді спеціальних споруд.

У сучасній практиці мостобудування захисні споруди є поширеним заходом захисту мостових опор від навалу суден. Аналіз нормативних вимог та зарубіжного досвіду проектування та будівництва мостів дозволяє рекомендувати

наступну узагальнену класифікацію типів захисних споруд та заходів: активні та пасивні засоби захисту.

5.3.2. Захисні заходи та споруди від навалу суден

Активні засоби захисту передбачають пристрій спеціальних споруд, що адсорбують навантаження від навалу суден або направляють судно, що втратило управління, від мостової опори. Внаслідок значних навантажень від впливу суден захисні споруди, як правило, проектують з урахуванням пластичних деформацій (тобто при прямому впливі вони зазнають значних пошкоджень і повинні замінюватись). До активних засобів захисту можна віднести такі типи споруд: захисно-напрявні (фендерні) споруди; огорожувальні споруди та палі, штучні острівці; плаваючі загороджувальні пристрої.

Захисно-напрявні (фендерні) споруди зазвичай складаються з дерев'яних, залізобетонних або сталевих елементів, закріплених на опорі або незалежно стоять з метою повністю або частково адсорбувати енергію помірної величини впливу суден, які можуть заподіяти незначні пошкодження мостової опори. Захисні споруди цього, виявляються економічно не вигідно проектувати на значні горизонтальні впливи, і тому їх застосування неефективно на водних шляхах, де звертаються судна великого водотоннажності. Їхня економічна ефективність обмежується глибиною води 12-15 м. Найбільш доцільно влаштування гнучких фендерних споруд, що не передають навантаження від навалу суден на опору і за рахунок своєї гнучкості адсорбують значну величину енергії навалу судна. вартість відновлення може бути відносно високою.

Своєрідний захисний пристрій був застосований для центральних опор висячого мосту Akashi-Kaikyo (Японія) з рекордним прольотом завдовжки 1991 м.

Захисний пристрій у вигляді буферних металевих огорож облямовує всю опору і має демпфуючі властивості (амортизує удар по конструкції, що несе).

Огороджувальні палі, як правило, великого діаметру або групи паль, об'єднаних поперхом, влаштовують перед мостовими опорами. Типова конструкція огорожувальної групи палі малого діаметра. Для захисту мосту Bahrain Causeway (Бахрейн) були застосовані залізобетонні кесони, заповнені піском та встановлені на шар зі скельних порід. При взаємодії судна із захисною спорудою передбачалося, що частково гасіння енергії проводитиметься за рахунок деформації судна та ковзання кесона по поверхні шару скельної породи. Як огорожувальні масивні споруди часто застосовувалися круглі оболонки,

сформовані зі шпунта, які зазвичай заповнюються гравієм або піском і в їхній надводній частині влаштовують залізобетонну плиту. З досвіду відомо, такі споруди успішно витримували навал судів дедвейтом 35000 і 45000 т. Захисні пристрої цього типу застосовані для мостів Goethals, Outerbridge і Betsy Ross (США), Roi-Niteroi (Бразилія) та ін. Основною перевагою цього способу є те, що захисний пристрій при взаємодії з судном працює незалежно від бруківки і адсорбує енергію судна до його зіткнення з бруківкою опорою. Економічна доцільність улаштування таких огорожувальних споруд забезпечується при глибині воли орієнтовно 12-15 м. Витрати, пов'язані з їх експлуатацією, становлять незначну частку. Споруди цього типу виявляються дуже дорогими, якщо їх влаштовувати при великій глибині воли або для багатопрогонних мостів. При такому способі захисту конструкція може адсорбувати кінетичну енергію середнього рівня. З іншого боку, внаслідок взаємодії з суднами можуть пошкодити оболонку судна; а у разі зіткнення з танкером це може загрожувати серйозними екологічними наслідками. Вартість відновлювального ремонту після пошкодження великотоннажними суднами може бути значною. Штучні острівці як захисні пристрої, в основному, влаштовують при незначній глибині води біля опор. Матеріалом є пісок, гравій або скельні породи (розміром частинок 10-15 см). Геометрія такого острівця вибирається так, щоб він міг зупинити судно, що втратило керування. Крім того, пристрій острівців вимагає нормального захисту від розмиву, хвильових та льодових впливів. Приклад захисного острівця, запроектованого для двох мостів Zarate-Brazo Largo (Аргентина), наведено на рис. 15. Штучні острівці для захисту опор мостів від навалу суден були використані для мостів Westgate (Австралія), Taranto (Італія), Verrazano Narrows (США), Loire у StNazaire (Франція) та інші.

До основних переваг штучних острівців як захисних споруд від навалу судів можна віднести: • можливість адсорбувати значну величину кінетичної енергії; • невеликі пошкодження судна під час навалу; • мінімальну вартість відновлення острівця після взаємодії із судном; • незначну величину експлуатаційних витрат. Однак такі споруди можуть обмежувати живий перетин річки, бути причиною зміни її гідравлічного режиму та надавати несприятливий екологічний вплив. Зі збільшенням глибини води будівельна вартість різко зростає. Так, штучний острівець був застосований при глибині води 10 м для захисту анкерного блоку мосту East (частина мостового переходу через протоку Великий Бельт), а при глибині води 20 м у головного пілона. Плавучі загороджувальні пристрої складаються з системи канатів, влаштованих таким чином, щоб заблокувати судно або іншу одиницю транспортного флоту, або плавучих понтонів, заанкерованих перед опорою. З практики відомо кілька типів захисних пристроїв у вигляді

пасток. Конструктивну схему пристрою, розробленого для захисту мосту Tasman (Австралія). Цей захисний пристрій складається із системи нейлонових канатів, закріплених на буях, що плавають на поверхні річки, і на дні річки – до анкерів, як правило, гравітаційного типу. Принцип роботи такої системи полягає в тому, що судно, що потрапило в несудохідний проліт, охоплюється канатами навколо корпусу і за рахунок їх натягу гальмується до зупинки. Така система проектується за умови повного поглинання енергії судна. Передбачається, що цей пристрій зможе зупинити судно дедвейтом 35000-т, що рухається зі швидкістю 4 м/с. Для захисту мосту від навалу суден на транспортній магістралі Honshu-Shikoku (Японія) було розроблено плавучу систему. Анкерні пристрої допускають ковзання і відповідно, залежно від розміру та швидкості судна, можуть його зупиняти або гальмувати. Плавучі захисні системи мають такі позитивні якості: здатні адсорбувати значну величину кінетичної енергії; мінімальні ушкодження, завдані судну; можливість пристрою у великих глибинах води.

Водночас слід зазначити низку їхніх недоліків. Плавучі пристрої займають відносно велику площу біля бруківки. Ефективність роботи залежить від їхньої плавучості, коефіцієнта тертя між судном та елементами самого пристрою. При його затопленні судно пройде вище та пристрій не Порівняно зі палями, виконаними з дерева або металу, застосування композитних паль в умовах морського середовища має низку істотних переваг. Дерев'яні пали схильні до гниття і впливу мікроорганізмів, через що термін їх служби не перевищує, 5-7 років. При використанні металевих конструкцій необхідно вживати ефективних заходів захисту від корозії, які є дорогими і мають обмежений термін служби. Застосування композитних матеріалів для фендерних захисних пристроїв значно знижує експлуатаційні витрати.

До сучасних пасивних засобів захисту відносяться запобіжні засоби зв'язку та обладнання; берегові РЛС(БРЛС) установки; спеціальні електронні передавачі (відомі як пристрої Райкона), які закріплені в прольотах мостів і забезпечують супутниковий зв'язок; попереджувальні пристрої для зупинення руху транспортних засобів мостом; надійні освітлювальні системи. Традиційні засоби забезпечення надійності руху суден включають судову сигналізацію, буї кольорове маркування, освітлення, а також регламенти та правила експлуатації спеціально розроблені для водних шляхів. Дослідження показали, що за допомогою встановлення сучасних засобів контролю за рухом водного транспорту та оснащення суден сучасним електронно-навігаційним обладнанням можна досягти зниження ризику навалу суден на мости. І це буде економічною альтернативою порівняно з улаштуванням захисних споруд. Ризик зіткнення судна із спорудою

може бути знижений, при влаштуванні буїв, що відображають РЛС сигнал (буї встановлюються для позначення суднового ходу); наявності на мосту освітлення та суднової сигналізації; запровадження обмежень швидкості руху за несприятливих погодних умов. Для мосту Sidney Lanier (США) було розроблено електронну систему попередження, у якій використовуються РЛС і дисплей, встановлені на березі. Система постійно оцінює потенційну можливість зіткнення судна під час його наближення до мосту та проходження під ним. Моніторинг здійснюється за швидкістю та траєкторією ходу судна, і ця інформація висвічується на дисплеї судна. При наближенні судна до мосту та потрапляння у критичну зону система автоматично виконує розрахунок траєкторії та визначає можливість зіткнення. Якщо система визначає, що зіткнення неминуче, то даються сигнали попередження команді судна і людям, що знаходяться на мосту. Функціонування даної системи забезпечується за будь-якої погоди. Деякі відомості показують, що за допомогою спеціальних електронно-навігаційних систем можна знизити частоту зіткнень суден із спорудженням у 2-3 рази.

Таблиця 5.5.- Характеристики суден та відповідні статичні горизонтальні еквівалентні нормативні навантаження на водних шляхах

Клас судна	Довжина, м	Маса, т	Навантаження. кН
Мале	50	3000	15000
Середнє	100	10000	25000
Велике	200	40000	40000
Дуже велике	300	100000	80000

Під час розрахунку значень навантажень, наведених у табл. 5.5. були прийняті швидкість судна, що дорівнює 3,2 м/с, і еквівалентна жорсткість споруди, що дорівнює 15 МН/м. Точку застосування навантаження від навалу суден рекомендується приймати в діапазоні 0,05L вище або нижче за розрахунковий судноплавний рівень. Вибір форми штучного острова є комплексним інженерним завданням. З одного боку, форма штучних острівців має ефективно гасити кінетичну енергію судна, з другого забезпечувати гідравліко-гідрологічну надійність. Крім того, враховуються характеристики конкретної одиниці флоту щодо забезпечення міцності корпусу судна при навалі на острівця. Острівці, укріплені кам'яним начерком або збірними залізобетонними елементами, ефективно гасять швидкість судна. Спосіб для оцінки можливості острівця зупинити судно, що рухається, наведено в роботах дослідників Knott M.A. та інших. Принцип розрахунку передбачає, що розрахункове судно ковзатиме поверхні острівця і дозволяє визначити відстань ковзання до повної зупинки

судна. Сучасна практика проектування штучних острівців як захисні споруди від навалу суден включає детерміністичний та ймовірнісний підходи до обґрунтування їх параметрів. Детерміністичний підхід передбачає розрахунок довжини ходу судна до зупинки при взаємодії із захисним острівцем. На підставі проведених розрахунків дослідниками для суден з дедвейтом від 4 до 250 тис.т., для уникнення контакту судна з бруківкою можна визначити максимально допустиму величину крутості укосу. Крутість укосу острівця 1:5 задовольняє вимогу захисту моста. Аналіз напружено-деформованого стану корпусу судна виявив його функціональну залежність від крутості укосу острівця. Для танкера, що рухається зі швидкістю 10 вузлів, безпечна для корпусу величина крутості укосу становить 1:24, а при стислих умовах з осадкою судна до 10 м - 1:16. Тим часом детерміністичний підхід не враховує стохастичної природи зіткнення суден із перешкодами.

Висновок

Проведений аналіз способів безпечного проведення суден під мостами та методів захисту гідротехнічних споруд і результатів дослідження закордонних і вітчизняних вчених сприяє подальшому вирішенню дослідницьких проблем для встановлення прийнятного рівня ризику при проходженні суден і проектуванні споруд взагалі і на навантаження від навалу суднів.

Складність вирішення цієї проблеми полягає у необхідності забезпечення відповідності рівня ризику з іншими навантаженнями, пов'язаними із проявом екстремальних явищ.

Забезпечення надійного функціонування захисних споруд від навалу судів багато в чому зумовлено необхідністю ретельного вивчення навігаційного та гідрометеорологічного режиму на конкретних ділянках, достовірного визначення розрахункових гідрометеорологічних характеристик, а також варіантними опрацюваннями щодо обґрунтування вибору найбільш ефективного та вигідного економічного способу проводки та типу захисту.

РОЗДІЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ

6.1 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі

Розрахунок виконаний на підставі завдання і даних, отриманих у попередніх розділах цієї дипломної роботи, взятих із судової документації при роботі на переддипломної практиці, з довідкових матеріалів кафедри М і ЕМТ НУ«ОМА», прейскурантів, тарифів та ін. Вихідні дані рейсу т/х «IJSELBORG» з порту Роттердам в порт Баркадера зведені в таблицю 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 «IJSELBORG»	D_w	Тон	11999,35
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	875,6
3	Відстань між портами	L	милі	4410
4	Кількість навантаженого вантажу: Тканина кордова	ΣQ_m	т	9564
5	Фрахтова ставка за 1т вантажу	f	\$/т	80
6	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	т/ год.	1500
7	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	т/ год.	1800
8	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	11,0
9	Швидкість в каналах, вузостях	v	кан. вуз.	10
10	Добова витрата палива на ходу: важке На стоянці: легке	q^6_x $q^6_{ст}$	тон/доб тон/доб	17,5 1,5
11	Ціна 1 тони палива: важке легке	$C_в$ $C_л$	\$/т \$/т	600 750

Продовження табл.6.1				
1	2	3	4	5
12	Балансова вартість судна	$C_{бал}$	\$	1280000
13	Річна норма амортизації	Ha	%	10
14	Позаексплуатаційний час	$T_{зе}$	діб.	15
15	Чисельність екіпажу	$Ч_{ек}$	чол.	22
16	Час затримки в дорозі	$t_{зат}$	доб.	0,2
17	Додатковий час в портах стоянки	$t_{доод}$	год.	-
18	Заробітна платня	$R_{зн}$	\$/доб	2500
19	Витрати на технічне постачання	$R_{т.пос}$	\$/доб	300
20	Навігаційні витрати	$R_{нав}$	\$/доб	240
21	Портові збори	$R_{порт}$	\$	54600
22	Агентство судів	$R_{аг}$	\$/доб	280
23	Витрати на страхування судна	$R_{стр}$	\$/доб	250
24	Витрати на ремонт	$C_{рем}$	\$/мр.п.	700000
25	Вартість одного доковання	$C_{док}$	\$	17000

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

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

$$D_q = D_w - G_{зан}, \quad (6.1)$$

$$D_q = 11999,35 - 875,6 = 11123,75 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

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

де T_k - календарний період, приймаємо 365 діб;

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

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

$$t_x = 4410 / (11,0 \times 24) + 0,2 = 16,7 \text{ діб}$$

- стоянковий час:

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

$$t_{cm} = 9564 / 1500 + 9564 / 1800 = 11,7 \text{ діб.}$$

- час рейсу складе:

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

$$t_p = 16,7 + 11,7 = 28,4 \text{ діб}$$

4. Розрахуємо провізну спроможність судна:

- зроблено тонно-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 9564 \times 4410 = 42177240 \text{ тонно-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_{\text{ч}} L = 11999,35 \times 4410 = 52917134 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

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

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = 9564 \times 80 = 765120 \text{ \$/рейс}$$

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

Постійні експлуатаційні витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

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

- витрати на заробітну плату ($R_{зн}$) 2500 \$/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.

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

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

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

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

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

$$R_{рем} = ((17000 + 700000) / 5) / 350 = 410 \text{ $/добу}$$

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

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

$$R_{ам} = (1280000 \times 0,1) / 350 = 366 \text{ $/добу};$$

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

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

де $H_{сн}$ - норма постачання;

$$R_{сн} = (1280000 \times 0,02) / 350 = 73 \text{ $/добу};$$

- витрати на технічне постачання ($R_{т.пос,}$) 350 \$/добу;

- навігаційні витрати, \$/добу ($R_{нав}$) 240 \$/добу;
- портові збори ($R_{порт}$) 54600 \$/рейс;
- витрати з агентування ($R_{аг}$) 280 \$/добу;
- витрати на страхування ($R_{стр}$) 250 \$/добу.

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

$$R_{екс} = 2500 + 264 + 410 + 366 + 73 + 350 + 240 + 54600 / 28,4 + \\ + 280 + 250 = 6656 \text{ $/ добу}$$

7. Розрахуємо непрямі (адміністративно-управлінські)

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

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

$$R_{кос.} = 6656 \times 0,02 = 133 \text{ $/добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{заг} = 6656 + 133 = 6789 \text{ $/добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{заг.екс} = 6789 \times 28,4 = 192808 \text{ $/рейс}$$

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

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

$$R_x^m = k_{см} \cdot q_x \cdot Ц_m \quad (6.15)$$

$$R_x^n = k_{см} \cdot q_{ст} \cdot Ц_n \quad (6.16)$$

де k_{cm} – коефіцієнт, що враховує витрати на мастильні, обтиральні матеріали, в залежності від двигуна = 0,5 - 1,15.

$$R_x^m = 1,1 \times 17,5 \times 600 = 11550 \text{ \$ / добу}$$

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

$$R_{cm}^n = k_{cm} \cdot q_{cm} \cdot C_l \quad (6.17)$$

$$R_{cm}^n = 1,1 \times 1,5 \times 750 = 1238 \text{ \$ / добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

$$\Sigma R_{nep} = (R_x^m \cdot t_x) + (R_{cm}^m \cdot t_{cm}) \quad (6.18)$$

$$\Sigma R_{nep} = 11550 \times 16,7 + 1238 \times 11,7 = 207370 \text{ \$ / рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

$$\Sigma R_{рейс} = \Sigma R_{заг.екс} + \Sigma R_{nep} \quad (6.19)$$

$$\Sigma R_{рейс} = 192808 + 207370 = 400178 \text{ \$ / рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

$$\Sigma \Pi_{рейс} = \Sigma F_{рейс} - \Sigma R_{рейс}. \quad (6.20)$$

$$\Sigma \Pi_{рейс} = 765120 - 400178 = 364942 \text{ \$ / рейс}$$

Прибуток судна т/х «IJSELBORG» з порту Роттердам в порт Баркадера з вантажем тканина кордова за рейс склав 364942 \$/рейс.

6.2. Розрахунок якісних показників роботи судна в рейсі

Якісні показники роботи судна в рейсі розраховуємо за методикою:

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

$$K_e = \frac{T_{екс}}{T_k}, \quad (6.21)$$

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

2. Коефіцієнт завантаження судна:

$$\alpha_3 = \frac{\Sigma Q}{\Sigma D_q}, \quad (6.22)$$

$$\alpha_3 = 9564 / 11123,75 = 0,860$$

3. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

$$V_{cp.} = \frac{L}{t_x}, \quad (6.23)$$

$$V_{cp.} = 4410 / 16,7 = 264$$

4. Коефіцієнт ходового часу:

$$\varepsilon_x = \frac{t_x}{t_p}; \quad (6.24)$$

$$\varepsilon_x = 16,7 / 28,4 = 0,588$$

5. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

$$\mu_6 = \alpha_3 \cdot V_{cp.} \cdot \varepsilon_x, \quad (6.25)$$

$$\mu_6 = 0,860 \times 264 \times 0,588 = 133,49952$$

6. Валова прибутковість одних судоднів:

$$\mu = \Sigma F_{пейс.} / t_p, \quad (6.26)$$

$$\mu = 765120 / 28,4 = 26941 \text{ \$ / доба}$$

7. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

$$S_m = \Sigma R_{пейс.} / \Sigma Q, \quad (6.27)$$

$$S_m = 400178 / 9564 = 41,84 \text{ \$ / т}$$

8. Собівартість 1 тонно-милі в рейсі:

$$S_{m-м} = \Sigma R_{пейс.} / \Sigma Ql, \quad (6.28)$$

$$S_{m-м} = 400178 / 42177240 = 0,00948801 \text{ \$ / т-м}$$

9. Собівартість утримання судна в добу експлуатації:

$$S_{c-c} = \Sigma R_{рейс} / t_p \quad (6.29)$$

$$S_{c-c} = 400178 / 28,4 = 14091 \text{ \$ / доб.екс}$$

10. Рівень дохідності являє відношення доходів до витрат:

$$PF = \Sigma F_{рейс} / \Sigma R_{рейс} \quad (6.30)$$

$$PF = 765120 / 400178 = 1,91$$

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

6.3. Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу

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

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$Ч_p = T_{екс} / t_p \quad (6.31)$$

$$Ч_p = 350 / 28,4 = 12,32$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

$$\Sigma Q_{екс} = \Sigma Q Ч_p \quad (6.32)$$

$$\Sigma Q_{екс} = 9564 \times 12,32 = 117828 \text{ т / рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

$$\Sigma Ql_{екс} = \Sigma Ql Ч_p \quad (6.33)$$

$$\Sigma Ql_{екс} = 42177240 \times 12,32 = 519623597 \text{ т-миль / рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

$$\Sigma F_{екс} = \Sigma F_{рейс} \cdot \mathcal{U}_p \quad (6.34)$$

$$\Sigma F_{екс} = 765120 \times 12,32 = 9426278 \text{ \$ / рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma R_{екс} = R_{рейс} \cdot \mathcal{U}_p \quad (6.35)$$

$$\Sigma R_{екс} = 400178 \times 12,32 = 4930193 \text{ \$ / рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma \Pi = \Pi_p \cdot \mathcal{U}_p \quad (6.36)$$

$$\Sigma \Pi = 364942 \times 12,32 = 4496085 \text{ \$ / рік}$$

7. Рівень дохідності роботи судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma PF = \Sigma F_{екс} / \Sigma R_{екс} \quad (6.37)$$

$$PF = 9426278 / 4930193 = 1,91$$

Для оцінка ефективності виконаного рейсу і роботи судна за експлуатаційний період зведем розрахункові дані в таблицю 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	\$	765120
2	Затрати загальні	R	\$	400178
3	Прибуток	Π	\$	364942
4	Коефіцієнт ходового часу	ε_x		0,588
5	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	милі/доб	300

Продовження табл. 6.2.				
1	2	3	4	5
6	Дохідність судна	μ	\$/ доб	26941
7	Рівень дохідності	PF		1,91
8	Собівартість перевезення 1 т вантажу	S_T	\$/т	41,84
9	Собівартість 1 т-милі	S_{T-M}	\$/т-м	0,00948801
10	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	S_{C-C}	\$/доб.	14091

В результаті проведених розрахунків, наведених у таблиці 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень дохідності 1,91, прибуток 364942 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 4496085 \$. Судно «IJSELBORG» доцільно використовувати на даній лінії.

РОЗДІЛ 7

ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ

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

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

Танкер «Kirstin» стоїть в порту Дуала (Камерун) біля причалу перевантажувального комплексу для рідких хімічних наливних вантажів. Отримано повідомлення про інцидент на території берегового сховища: внаслідок умисного порушення експлуатаційного режиму роботи обладнання сталося руйнування ємності зі скрапленням газом. Ймовірна причина аварії – терористичний акт.

На території порту оголошена терористична загроза. Із зруйнованої ємності вилилося 25 т зрідженого хлору, що є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). Характер розливу «вільно».

Метеорологічні умови на момент аварії: час доби – день, 12.00, температура повітря 20⁰, швидкість вітру 2 м/с, вітер зустрічний, суцільна хмарність. Відстань від судна до місця аварії – 2 км. Характер місцевості – територія порту.

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

Визначити заходи щодо спостереження за обстановкою на борту судна і за територіями, прилеглими до судна, що забезпечують охорону судна.

7. 2. Оцінка масштабів хімічного зараження території

Виконання розрахунків ведеться за допомогою формул і таблиць, наведених у Методиці прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах морського

транспорту (Додаток 1 до «Методичних вказівок по виконанню розділу дипломної роботи «Охоронні заходи і цивільна оборона на судні»).

1) Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря

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

Таблиця 7.1 - Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

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

2) Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі

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

Розраховуємо еквівалентну кількість $Q_{\text{э1}}$ (т) хлору в первинній хмарі:

$$Q_{\text{э1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_{71} \cdot Q_0 = 0,18 \cdot 1 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 25 = 1 \text{ т,}$$

де: $K_1 = 0,18$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (таблиця 7.2);

$K_3 = 1$ – коефіцієнт (таблиця 8.2);

Таблиця 7.2 - Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найменування СДОР	Щільність СДОР, т/ м³		Температура кипіння, °С	Порогова токсодоза, мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів								
	Газ	Рідина			К ₁	К ₂	К ₃	К ₇ для температури повітря (°С)					
								-40	-20	0	20	40	
Хлор	-	1,558	-34,1	0,6	0,18	0,052	1,0	<u>0</u> 0,9	<u>0,3</u> 1	<u>0,6</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1,4</u> 1	

Примітка. У таблиці наведені значення K₇ у чисельнику - K₇I (для первинної хмари), у знаменнику - K₇II (для вторинної хмари).

K₅ = 0,23 – коефіцієнт, який враховує ступень вертикальної стійкості повітря для ізотермії (п. 3.2. Методики прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах морського транспорту);

K₇¹ = 1 – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення первинної хмари (таблиця 7.2);

Q₀ = 25 – кількість хлору, що розлився при аварії, т.

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

Площа розливу S_p (м²) хлору дорівнює:

$$S_p = V_p/h = Q_0 / \rho/h = 25 / 1,558 / 0,05 = 321 \text{ м}^2 ,$$

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

ρ = 1,558 – щільність хлору, т/м³ (таблиця 7.2);

h = 0,05 – товщина шару хлору (для характеру розливу – «вільно»), 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 Т (год.) хлору:

$$T = h \cdot \rho / (K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{II}) + 1 / (K_m \cdot v_{\Pi}) = 0,05 \cdot 1,558 / (0,052 \cdot 1,33 \cdot 1) + 1 / (0,2 \cdot 12) = 1,54 \text{ год.} = 1 \text{ год. } 32 \text{ хв.},$$

де: $K_2 = 0,052$ – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей хлору (таблиця 7.2);

$K_4 = 1,33$ – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (таблиця 7.3);

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

$K_m = 0,2$ – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари хлору (таблиця 7.4);

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

Таблиця 7.3 - Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

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

Таблиця 7.4 - Значення коефіцієнту K_m залежно від впливу характеру місцевості

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

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

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

Розраховуємо еквівалентну кількість хлору $Q_{\Sigma 2}$ (т) у вторинній хмарі:

$$Q_{\Sigma 2} = (1-K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot \Pi \cdot Q_0 / (h \cdot \rho) =$$

$$= 0,82 \cdot 0,052 \cdot 1 \cdot 1,33 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 25 / (0,05 \cdot 1,558) = 4,19 \text{ т,}$$

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

4) Визначення глибини і площі зони зараження

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

Для $Q_{\Sigma 1} = 1$ т та швидкості вітру $u = 2$ м/с визначаємо глибину зони зараження первинною хмарою хлору: $\Gamma_1 = 2,84$ км.

Таблиця 7.6 - Глибина (км) зони зараження

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

Для $Q_{э2} = 4,19$ т та швидкості вітру $u = 2$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою хлору: $\Gamma_2 = 6,45$ км.

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 6,45 + 0,5 \cdot 2,84 = 7,87 \text{ км},$$

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

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

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

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

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{matrix} \right\} = 7,87 \text{ км}.$$

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

$$S_{\text{в}} = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 3600 = 3,14 \cdot 7,87^2 \cdot 900 / 3600 = 20,1 \text{ км}^2,$$

де: $\Gamma = 7,87$ - розрахункова глибина зони зараження, км;

$\varphi = 900$ - кутовий розмір зони зараження, град (таблиця 7.7).

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

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

Визначаємо площу зони фактичного зараження $S_{\text{ф}}$ (км²):

$$S_{\text{ф}} = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N_{0,2} = 0,133 \cdot 7,87^2 \cdot 10,2 = 3,4 \text{ км}^2,$$

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

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

Територія можливого хімічного зараження представляє собою сектор, що має кутовий розмір $\phi = 900$ (таблиця 7.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 7,87$ км. Вершина сектору співпадає з джерелом зараження - місцем розливу хлору.

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

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ_1 (км):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_{\Sigma}}{D_1}\right)^{\Psi} = 2,31 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{5,19}{6}\right)^{0,580} = 0,42 \text{ км},$$

де: $\lambda = 2,31$; $\Psi = 0,580$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (таблиця 7.8);

$Q_{\Sigma} = Q_{\Sigma 1} + Q_{\Sigma 2} = 1 + 4,19 = 5,19$ – 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 і ψ , що залежать від швидкості вітру

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

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

$$\Gamma_{0,4} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,4}} \right)^\Psi = 2,31 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{5,19}{2,4} \right)^{0,580} = 0,72 \text{ км},$$

де: $D_{0,4} = 0,4 \cdot D_1 = 0,4 \cdot 6 = 2,4$ - значення токсодози, що відповідає 40% летальної токсодози для хлору, мг.хв/л.

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

$$\Gamma_{0,2} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,2}} \right)^\Psi = 2,31 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{5,19}{1,2} \right)^{0,580} = 1,08 \text{ км},$$

де: $D_{0,2} = 0,2 \cdot D_1 = 0,2 \cdot 6 = 1,2$ - значення токсодози, що відповідає 20% летальної токсодози для хлору, мг.хв/л.

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 7,87$ км.

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

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

$$t = x / (K_M \cdot v_n) = 2 / (0,2 \cdot 12) = 0,83 \text{ год.} = 50 \text{ хв.},$$

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

7. 3. Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат.

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження внаслідок руйнування ємності із зрідженим хлором показала, що глибина зони ураження може досягти 7,87 км. Хмара зараженого повітря підійде до судна «KIRSTIN» через 50 хв., а екіпаж опиниться в зоні легких уражень. Час дії вражаючих концентрацій хмари - 1 год. 32 хв.

Для зменшення людських втрат пропонуються наступні заходи:

- оголосити хімічну тривогу, повідомити екіпаж про небезпеку та наслідки отруєння хлором;
- залишити судно у разі неможливості протягом 50 хв. судну вийти з порту за межі зони ураження;
- організовано вивести членів екіпажу за межі зони ураження (напряму руху – в сторону від напрямку вітру);
- підготуватися до надання у разі потреби першої медичної допомоги постраждалим.

7.4. Заходи щодо спостереження за обстановкою на борту судна і за територіями, прилеглими до судна, для забезпечення охорони судна.

У плані охорони судна повинні бути вказані засоби, що забезпечують безперервну роботу устаткування спостереження, з урахуванням можливого впливу погодних умов або порушень в подачі електроживлення.

Під час використання автоматичних пристроїв виявлення несанкціонованого проникнення повинні приводитись в дію звукові або світлові сигнали тривоги в місці, в якому постійно присутні люди або яке перебуває під постійним наглядом.

Спостереження може бути забезпечено за допомогою: освітлення; вахти, охоронців і палубного дозору, включаючи патрулі; автоматичних пристроїв виявлення несанкціонованого проникнення і засобів спостереження.

Для рівня охорони 1 у плані охорони судна повинні бути встановлені заходи охорони, які можуть бути поєднувати використання освітлення, вахти, охоронців чи обладнання охорони і спостереження, з тим, щоб персонал з охорони судна міг спостерігати за судном в цілому, а також за огорожами і зонами обмеженого доступу зокрема.

Будучи на ходу, судно повинно, коли це необхідно, в максимальній мірі використовувати наявні засоби освітлення, у відповідності з вимогами безпеки мореплавства, з урахуванням положень, чинних Міжнародних правил попередження зіткнень суден у морі.

Для рівня охорони 2 в плані охорони судна повинні бути встановлені додаткові заходи охорони, що підлягають застосуванню для підвищення можливостей контролю і спостереження, які включають:

- збільшення періодичності і ретельності проведення дій з охорони дозорами;
- збільшення площі та інтенсивності освітлення або застосування устаткування охорони та спостереження;
- виділення додаткового персоналу для спостережних постів;
- забезпечення координації дій з шлюпковими дозорами на воді, а також пішими або моторизованими патрулями на березі, якщо вони передбачені.

При рівні охорони 3 судно має слідувати вказівкам, що надійшли від тих, хто приймає заходи у випадку події, пов'язаної з охороною, або її загрози. Заходи охорони, які можуть бути прийняті судном у тісній взаємодії з тими, хто приймає заходи у відповідь, і з портовим засобом включають:

- максимальне збільшення періоду часу, протягом якого такі засоби спостереження можуть вести реєстрацію;
- підготовку до огляду підводної частини корпусу судна;
- вжиття заходів, спрямованих на запобігання доступу до підводної частини корпусу судна, включаючи повільну роботу гвинтами, якщо це практично можливо;
- ввімкнення всього освітлення судна або освітлення зони в безпосередній близькості від судна;
- включення всіх суднових засобів спостереження, здатних реєструвати діяльність на судні або в безпосередній близькості від нього.

ВИСНОВОК

Дослідницька робота присвячена комплексному опрацюванню та дослідженню етапів переходу судна «IJSELBORG» за маршрутом п.Роттердам (Rotterdam) – Баркадера (Barcadera), розглянуто важливі в роботі судноводіїв теми: навігаційна підготовка до переходу, складання вантажного плану, аналіз економічної ефективності рейсу, питання безпеки на морі та охорони на морському транспорті.

Навігаційна підготовка до переходу показала, що рейс по опрацьованому маршруту безпечний з погляду впливу гідрометеорологічних, навігаційно-гідрографічних та морфологічних умов на судно. Під час підготовки до переходу були враховані приливні явища у портах відходу й прибуття. Були зроблені розрахунки при плаванні по дузі великого кола. Оцінка навігаційної безпеки показала, що при прийнятих значеннях імовірностей можлива проводка судна. Згідно вимог власників судна, був створений маршрутний лист із внесенням необхідних для його складання даних.

Розрахунок вантажного плану судна показує, що при даному варіанті завантаження судна, що передбачує оптимальне використання вантажомісткості судна, параметри остійності і міцності корпусу знаходяться в межах припустимих значень протягом усього рейсу.

Були розраховані кількісні та якісні економічні показники роботи судна у рейсі та здійснений їх порівняльний аналіз за рейс. Загальний висновок економічної частини - рейс виявився прибутковим.

У дослідницькій главі було розглянуте питання про проблему навігаційної безпеки плавання в зоні гідротехнічних споруд. Метою цієї частини було визначення можливостей системи, які зменшують вірогідність помилок та чинників, що викликають аварії у суден та розглянуті шляхи вирішення цієї проблеми.

У главі присвяченій охоронним заходам і цивільній обороні на судні, розглянули і оцінили масштаби хімічного зараження території, проробили такі

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

Загалом перехід судна «IJSELBORG» за маршрутом п.Роттердам(Rotterdam) – Баркадера (Barcadera) є безпечним, як з боку питань безпеки мореплавства так й з боку безпеки проведення вантажних операцій, є економічно вигідним і рентабельним. Виконана робота дозволила підсумувати курс теоретичної та практичної підготовки в НУ ОМА.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мальцев А.С., Тюпиков Є.Є., Ворохобін І.І., Сурінов І.Л. Маневрування суден під час розходження: навчальний посібник - Одеса, НУ «ОМА», 2021. - 178 с.
2. Рекомендації по організації штурманської служби на морських судах України (РШСУ-98) . – Одеса, ЮжНІІМФ, 1998. -75с.
3. International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, 1978 (STCW 1978).
4. Савчук В. Д. Технологія перевезення вантажів: підруч. Одеса: ОНМА, 2008. 335 с.
5. Теорія і будова судна: Навчальний посібник./ І.П. Давидов, Ю.П. Кучер, В.Ф. Сіряченко, О.І.Бурмака.— Одеса : НУ «ОМА», 2019. — 96 с.
6. Resolution A.893 (21) –1999 «Guidelines for Voyage Planning».
7. Міжнародна конвенція про вантажну марку. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896_007#Text
8. О.М. Товстокорий, Л.А. Півоваров Маневрування суден в екстремальних умовах: навчальний посібник Херсон: ХДМА, 2021 – 684 с.
9. Capt. N. Subramaniam, Practical navigation, Vijaya Publications, [2013] – 268p.
10. David J. House, Shiphandling, Elsevier, [2017].- 428p.
11. Правила класифікації та побудови морських суден. В 5-ти т. Том 2. – Київ: Регістр судноплавства України, 2014.
12. IMO Resolution A / 781 (18) Interim standarts for ship maneuverability.1993. Resolution A. 749 (18). Code on Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments (ISC).
13. Adoption of the International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code), Resolution MSC.267(85).

14. N. Bowditch. "American Practical Navigator" Prepared and published by the National Geospatial-intelligence agency Springfield, Virginia, 2017 – 752 p
15. Capt. H. Subramaniam, Practical navigation, Vijaya Publications, [2013]– 268p.
16. D. J. House. Navigation for Masters, 3rd Edition, 2006, Witherby, ISBN1865092712.
17. Captain Jack Isbester. Bulk Carrier Practice :textbook2nd edition. London : The Nautical Institute, 2010. 512 p.
18. Safe transport of containers by sea. London : Marisec Publications, 2008. 81 p.
19. Resolution MSC.267(85).
20. International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk (International Grain Code). – London: International Maritime Organization, 1991. – 35 p.
21. Конвенція про Міжнародні правила запобігання зіткненню суден на морі 1972 року (International Rules of Preventing Collision at Sea, COLREG 72) (Про приєднання до Конвенції див. Постанову ВРН 2785-XII (2785-12) від 17.11.92) https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_137#Text
22. Rawson K.J., Tupper E.C. Basic Ship Theory. Vol. 1. Hydrostatics and Strenght. Butterworth-Heinemann. – 5th Ed., 2001. – 379 p.
23. SOLAS Consolidated Edition, 2020.
24. Дем'янченко А.Г., Сотниченко Л.Л. Вдосконалення організаційно-економічного механізму управління розвитком підприємств морської галузі / кол. монографія за ред. А. Г. Дем'янченко. – Одеса: НУ «ОМА», 2017. – 325 с.
25. Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи.– Одеса: НУ «ОМА», 2017, с. 20.
26. International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, 1978/95 (STCW-78/95)
27. Bridge Procedures Guide, ICS, 1998 (BPG);

28. Bridge Team Management, IMO, 1993 (BTM)
29. International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code)).
30. Code of safe practice for cargo stowage and securing (CSS Code).
31. Adoption of the International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code),
32. Knott M.A. Vessel collision design codes and experience in the United States // Proceedings of the International Symposium on Advances in Ship Collision Analysis, Copenhagen (Denmark), 10-13 May 1998. -Rotterdam (Brookfield): A.A. Balkema, 1998. - P. 75-84.)
33. Стан аварійності та безпеки судноплавства на водному транспорті в Україні <https://marad.gov.ua/storage/app/sites/1/public-information/analiz-avariynosti-za-2019.pdf>
34. EMSA. Annual overview of marine casualties and incidents 2015-2019.<http://www.emsa.europa.eu>
35. МІНІСТЕРСТВО ТРАНСПОРТУ ТА ЗВ'ЯЗКУ УКРАЇНИ НАКАЗ від 29.05.2006 N516 Зареєстровано в Міністерстві юстиції України від 9.08.2006р. за N959/12833 Про затвердження Положення про класифікацію, порядок розслідування та обліку аварійних морських подій із суднами { Із змінами, внесеними згідно з Наказами Міністерства інфраструктури

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. <https://zakon.rada.gov.ua>
2. <https://mon.gov.ua>
3. <http://onma.edu.ua/>
4. <http://selet-marine.com>
5. <http://imo.org>
6. <http://moryak.biz/>