

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

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра електронних комплексів судноводіння

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА

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

СТЕПАНОВА БОГДАНА ВІКТОРОВИЧА

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи: *Комплексне опрацювання та дослідження*

етанів переходу судна «MSC Sariska V»

за маршрутом Галіфакс – Саутгемптон

Підпис магістранта _____

Завідувач кафедри _____

Керівник _____

Рецензент _____

Нормоконтроль _____

м. Одеса
2025 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

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

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Завідувач кафедри

"__" ____ 20__ р

ЗАВДАННЯ

по дипломній роботі магістранта

СТЕПАНОВА БОГДАНА ВІКТОРОВИЧА

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: *Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «MSC Sariska V» за маршрутом Галіфакс – Саутгемптон*

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

2. Строк здачі курсантом закінченої роботи __ "_____" 20__ року

3. Вхідні дані до роботи:

1. Методичні вказівки для виконання магістерської роботи

2. Суднова документація танкера "MSC Sariska V"

3. Міжнародні кодекси, конвенції і резолюції, навчальна література кафедри

4. Нормативно-довідкова література з теми

5. Інтернет

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

1. Характеристики судна

2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу

3. Обробка та розміщення вантажів

4. Оцінка морехідних якостей судна

5. Аналіз алгоритмів управління курсом судна

5. Перелік графічного матеріалу:

1. Схематичне креслення судна

2. Графічний план переходу

3. Вантажний план судна

4. Блок-схема САУк з АР у режимі стабілізації курсу

5. Блок-схема регулятора з РП

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

Розділ	ПІБ консультанта	Підпис і дата
1. Характеристики судна		
2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу		
3. Обробка та розміщення вантажів		
4. Оцінка морехідних якостей судна		
5. Аналіз алгоритмів управління курсом судна		
6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі (кафедра «Менеджменту і економіки морського транспорту»)		
7. Охоронні заходи та цивільна оборона на судні (кафедра «Морських технологій»)		

7. Календарний план дипломної роботи магістранта

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Підбирати інформацію по судну та написати 1й розділ магістерської роботи</i>	16.09.2025	виконав
2.	<i>Проробити 2 розділ, що включає підбір карт і навігаційних посібників</i>	30.09.2025	виконав
3.	<i>Скласти вантажний план, провести відповідні розрахунки</i>	10.10.2025	виконав
4.	<i>За складеним вантажним планом, провести розрахунки остійності судна і міцності корпусу</i>	18.10.2025	виконав
5.	<i>Проналізувати алгоритми управління курсом судна</i>	25.11.2025	виконав
6.	<i>Розрахувати економічні показники роботи судна в рейсі</i>	28.11.2025	виконав
7.	<i>Провести розрахунки і відповісти на питання з з охоронних заходів і цивільної оборони</i>	02.12.2025	виконав

8. Дата видачі завдання _____

Керівник _____ Завдання до виконання прийняв _____

АНОТАЦІЯ

Магістерська робота на тему: «Комплексна проробка рейсу т/х «MSC Sariska V» за маршрутом Галіфакс – Саутгемптон» складається з: ____ с., ____ рис., ____ табл., ____ джерел.

Зібрана інформація по танкеру з суднової документації.

Підготовлена навігаційна прокладка рейсу, враховані гідрометеорологічні умови, приливо-відливні явища в рейсі.

Підготовлено вантажний план, описані характеристики вантажів та виконані розрахунки остійності за вимогам остійності ІМО.

Зроблений аналіз алгоритмів управління курсом судна.

Виконана оцінка економічних показників рейсу.

Ключові слова: маршрут, курс судна, стабілізація курсу, ПД-регулятор, алгоритм, траєкторія руху, система автоматичного керування, блок параметрів маневру, поворот судна.

ANNOTATION

Master's thesis on «Complex study of the voyage of the m/t «MSC Sariska V» on the route Halifax – Southampton» consists of: ____ p., ____ fig., ____ tables., ____ sources.

The information on the tanker was collected from the ship's documentation.

The navigation chart of the voyage was prepared, hydrometeorological conditions and tidal phenomena during the voyage were taken into account.

A cargo plan was prepared, cargo characteristics were described, and stability calculations were performed in accordance with IMO stability requirements.

The algorithms for controlling the ship's course were analysed.

The economic performance of the voyage was evaluated.

Keywords: route, ship's course, course stabilization, PID controller, algorithm, trajectory, automatic control system, maneuvering parameter block, ship's turn.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

AIS	–	автоматична ідентифікаційна система;
AP	–	авторульовий;
БПМ	–	блок параметрів маневру;
ВД	–	виконавчий двигун;
ГК	–	гірокомпас;
ДШП	–	датчик швидкості повороту;
ДСО	–	діаграма статичної остійності;
ДП	–	діаметральна площа;
ЕМК	–	електронні магнітні компаси
ПЕ	–	підсилювальні елементи
РМ	–	рульова машина;
РП	–	рульовий прилад;
РЛС	–	радіолокаційна станція;
САУк	–	система автоматичного управління курсом
СДОР	–	сильнодіюча отруйна речовина
МК	–	магнітний компас
DCS	–	digital selective call (цифровий вибіркового виклику)
GPS	–	Global Positioning System
IMO	–	International Maritime Organization (Міжнародна Морська Організація)

ЗМІСТ

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

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу.....	
4. ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА.....	
4.1 Розрахунок водотоннажності і координат центра ваги судна	
4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності.....	
4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації	
4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності.....	
4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності	
4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності	
4.7 Контроль загальної поздовжньої міцності судна.....	
5. АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ УПРАВЛІННЯ КУРСОМ СУДНА	
5.1 Стабілізація курсу.....	
5.2 Виконання поворотів	
5.3 Водіння за маршрутом.....	
5.4 Висновки за розділом.....	
6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ.....	
6.1 Рейсове завдання	
6.2 Розрахунок кількісно-експлуатаційних показників роботи судна в рейсі..	
6.3 Розрахунок якісних експлуатаційно-економічних показників роботи судна в рейсі.....	
6.4 Прогнозування роботи судна за експлуатаційний період.....	
6.5 Оцінка ефективності виконаного рейсу і роботи судна за експлуатаційний період.....	
7. ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ	
7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту.....	
7.1.1 Вихідні діні	
7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території.....	
7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат	

7.1.4 Стандартні робочі процедури при отриманні повідомлення про виявлення на території портової споруди, що взаємодіє із судном, підозрілого предмета.....

ВИСНОВКИ.....

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....

ДОДАТОК А.....

ДОДАТОК Б.....

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Безпека судноплавства є критичним аспектом морського транспорту, що забезпечує безперербійне та надійне переміщення людей і вантажів по всьому світу.

Одне з ключових завдань судноводіння полягає у забезпеченні безпечного водіння з обранням оптимального маршруту. Це означає, що перехід повинен бути здійснений у максимально короткі строки з урахуванням усіх обставин, що забезпечують безпеку судна та його вантажу. Сучасні навігаційні системи включають автоматичні ідентифікаційні системи (AI), радіолокаційне обладнання, глобальні системи позиціонування (GPS) та інші технології, які разом забезпечують точність, надійність та ефективність навігаційних процесів. Але ще одним аспектом забезпечення безпеки мореплавання є управління на яке впливають різні фактори, які необхідно враховувати і вчасно реагувати.

Мета та завдання дослідження. Метою дослідження є аналіз алгоритмів регулювання курсу для здійснення стабілізації курсу, виконання поворотів, водіння за маршрутом, розробки рекомендацій щодо налаштування систем і експлуатаційних вимог.

Об'єктом дослідження є забезпечення безпечного судноплавства.

Предметом дослідження є управління курсом судна.

Методи дослідження: метод класифікації, метод аналізу та синтезу.

Наукова новизна роботи полягає у наступному:

- визначено основні алгоритми управління курсом;
- на основі проведеного аналізу виділені основні складові управління: стабілізації курсу, виконання поворотів, водіння за маршрутом.

Практичне значення дозволяє в подальшому винайти необхідні рекомендації для судноплавних компаній, щодо вимог до систем автоматичного водіння судна.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

Сучасні перевезення контейнерів залежать від багатьох факторів, серед яких технічний стан і конструктивні особливості судна, отже в першому розділі зібрана і надана характеристика контейнеровозу «MSC Sariska V».

1.1. Загальні відомості і головні розміри

Загальний вигляд контейнеровозу «MSC Sariska V» відображено на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 – Контейнеровоз «MSC Sariska V»

Комплексна проробка рейсу виконувалась на контейнеровозі «MSC Sariska V», основні відомості про судно підготовлені у формі табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

№	Характеристика	Опис суднових характеристик
1	2	3
1	Назва судна	MSC Sariska V
2	Тип судна	Container Ship

Продовження табл. 1.1

1	2	3
3	Позивний сигнал	3FIF9
4	ІМО № судна	8715857
5	ММСІ № судна	351356000
6	Рік та місце будівництва	04/04/1990, Odense Staalskibsvaerft
7	Клас Регістру	DNV+GL: 100 A5 MC Solas II – 2, Reg. 19 IW
8	Порт приписки	Panama (Panama)
9	Судновласник:	Compania Naviera Sariska S.A. (IMO number: 5607128)
10	Менеджмент:	MSC Shipmanagement Limited (IMO number: 1535947)
11	Довжина найбільша, (L):	294,3 м
12	Довжина між перпендикулярами, (L _п):	283,0 м
13	Ширина найбільша, (B):	32,2 м
14	Висота борту до верхньої палуби, (H):	21,5 м
15	Найбільше осідання, (T):	13,6 м
16	Осадка (T) в повному вантажу:	13,6 м
	порожнього (T ₀):	4,118 м
17	Водотоннажність: в повному вантажу, (Δ): порожньом, (Δ ₀):	87767 т 20408 т
18	Повна вантажопідйомність, (Δ _w):	67359 т
19	Головний двигун: тип: потужність, kW: частота обертання, RPM:	Hyundai-Wartsila 8RTA96C 45760 102
20	Режим роботи головного двигуна:	Mcr 45760 kW (62215 HP), Csr 38896 kW (52883 HP)

Продовження табл. 1.1

1	2	3
21	Швидкість судна, вузл:	24,7
22	Гребний гвинт:	
	кількість лопастей:	5
	Діаметр, мм:	8300
	крок гвинта, мм:	8286,69
	дискове відношення:	0,9984
	напрямок обертання:	Right
23	Тип керма	Напівбалансирний
	площа пера керма, м ² :	61,034
24	Тип стернової машини:	-
	Підрулюючий пристрій, kW / Н.Р.:	1800 / 2400
25	Суднова радіостанція: Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району А3 та включає в себе:	INM-C FELCOM15, MF/HF FS- 2571C,VHF FM8800S_D, NAVTEX NX700A_B
26	Валова реєстрова місткість (GT):	54304
27	Чиста реєстрова місткість (NT):	31318
28	Добова витрата палива, т:	
	на ходу: важке паливо (HFO)	82
	на стоянці: дизельне паливо (DO)	7
28	Координати центру мас порожнього судна, м:	
	X:	-20,42
	Z:	13,96

1.2. Транспортно-експлуатаційні характеристики судна

Параметри транспортно-експлуатаційних характеристик контейнеровозу «MSC Sariska V» впливають на виконання і планування рейсу, тому дуже важливо їх вказати. Серед цих показників можна виділити:

- розташування приміщень для вантажів і запасів, які відображені на рис. 1.2;

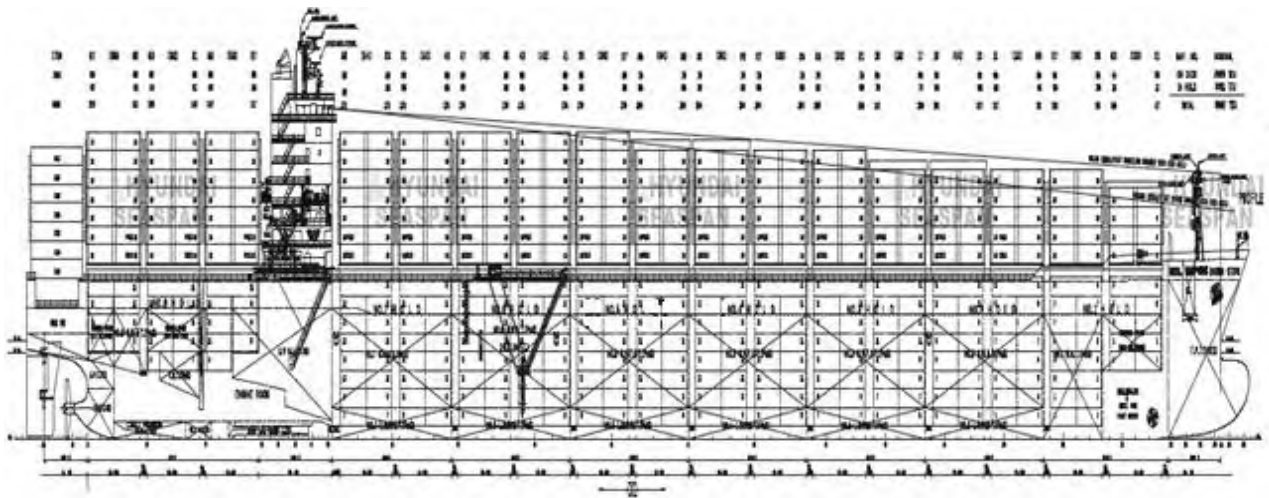


Рисунок 1.2 – Боковий вид контейнеровозу «MSC Sariska V»

- план верхньої палуби контейнеровозу відображений на рис. 1.3;

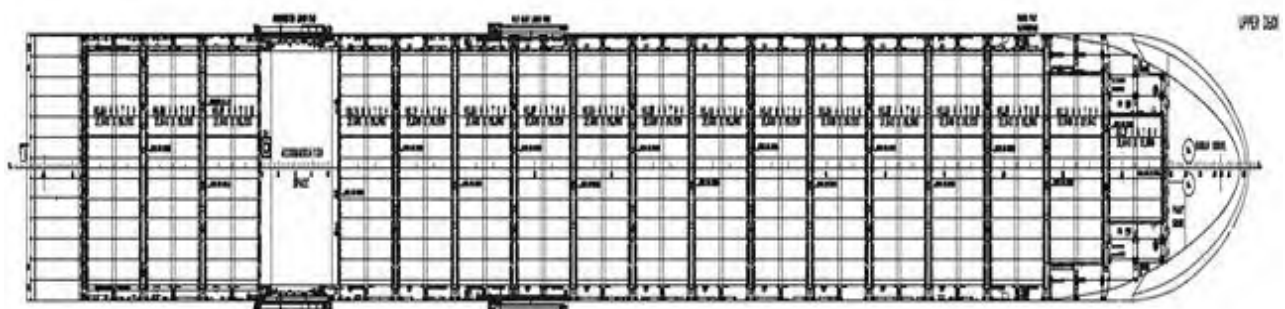


Рисунок 1.3 – План верхньої палуби контейнеровозу «MSC Sariska V»

- вантажна шкала судна представлена на рис. 1.4.

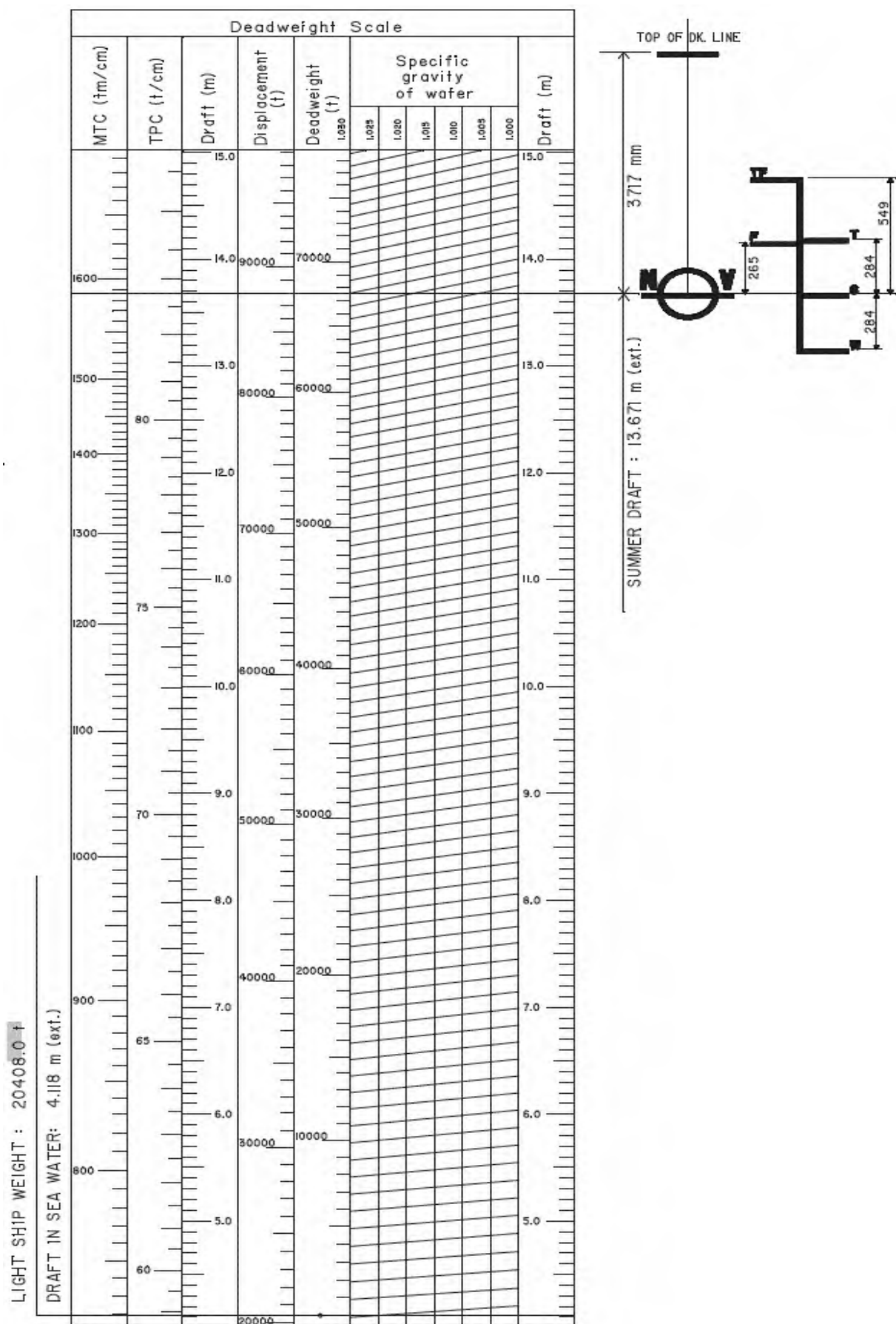


Рисунок 1.4 – Вантажна шкала контейнеровозу «MSC Sariska V»

1.3. Маневрені характеристики

Маневрені характеристики контейнеровозу «MSC Sariska V» представлені у формі «Wheelhouse poster» і зображені на рис. 1.5 [2].

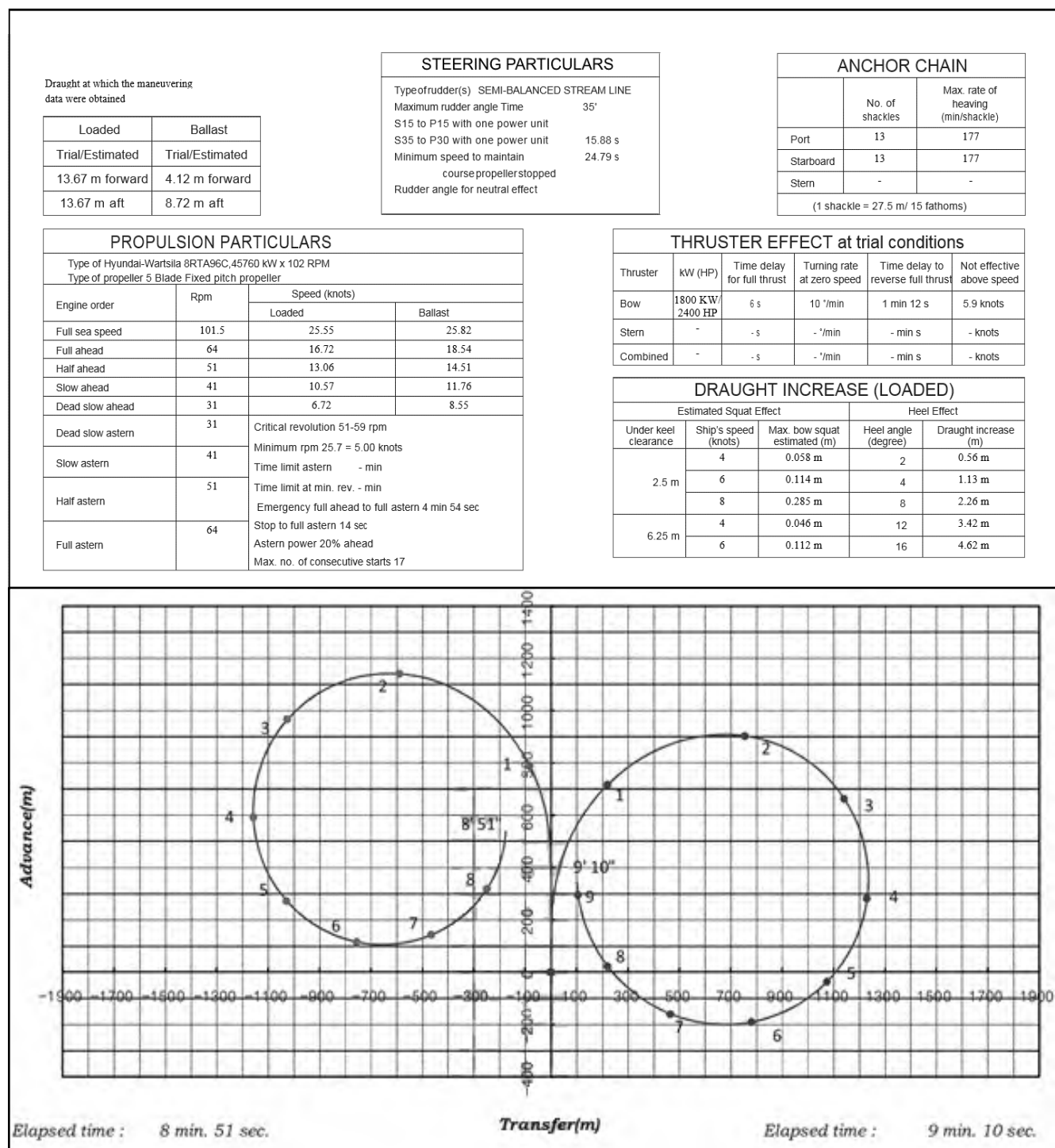


Рисунок 1.5 – Маневрені характеристики контейнеровозу «MSC Sariska V»

Данні, щодо роботи кермового пристрою представлено у формі табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Поворот контейнеровозу вліво та вправо

Turning angle (Deg.)	Time taken from Order	Ship's speed	R.P.M.
0	0 min.0 sec.	26.0 kts	99
1	0 min. 3 sec.	26.1 kts	98
5	0 min. 13 sec.	26.2 kts	94
15	0 min. 24 sec.	26.0 kts	92
30	0 min. 39 sec.	25.0 kts	93
45	0 min. 54 sec.	22.9 kts	90
60	1 min. 11 sec.	20.8 kts	86
90	1 min. 46 sec.	17.3 kts	79
135	2 min. 40 sec.	14.7 kts	70
180	3 min. 44 sec.	12.5 kts	65
225	4 min. 55 sec.	11.3 kts	63
270	6 min. 14 sec.	10.5 kts	61
315	7 min. 41 sec.	9.9 kts	60
360	9 min. 10 sec.	9.6 kts	60
Turning angle (Deg.)	Time taken from Order	Ship's speed	R.P.M.
0	0 min. 0 sec.	26.3 kts	100
1	0 min. 23 sec.	25.9 kts	100
5	0 min. 32 sec.	25.9 kts	100
15	0 min. 44 sec.	25.9 kts	99
30	0 min. 58 sec.	25.3 kts	97
45	1 min. 13 sec.	23.5 kts	92
60	1 min. 28 sec.	20.7 kts	88
90	1 min. 59 sec.	17.8 kts	82
135	2 min. 51 sec.	14.4 kts	75
180	3 min. 51 sec.	12.6 kts	66
225	5 min. 0 sec.	10.7 kts	63
270	6 min. 15 sec.	9.7 kts	61
315	7 min. 35 sec.	9.1 kts	60
360	8 min. 51 sec.	8.8 kts	60

Гальмівні характеристики контейнеровозу «MSC Sariska V» приведено на рис. 1.6.

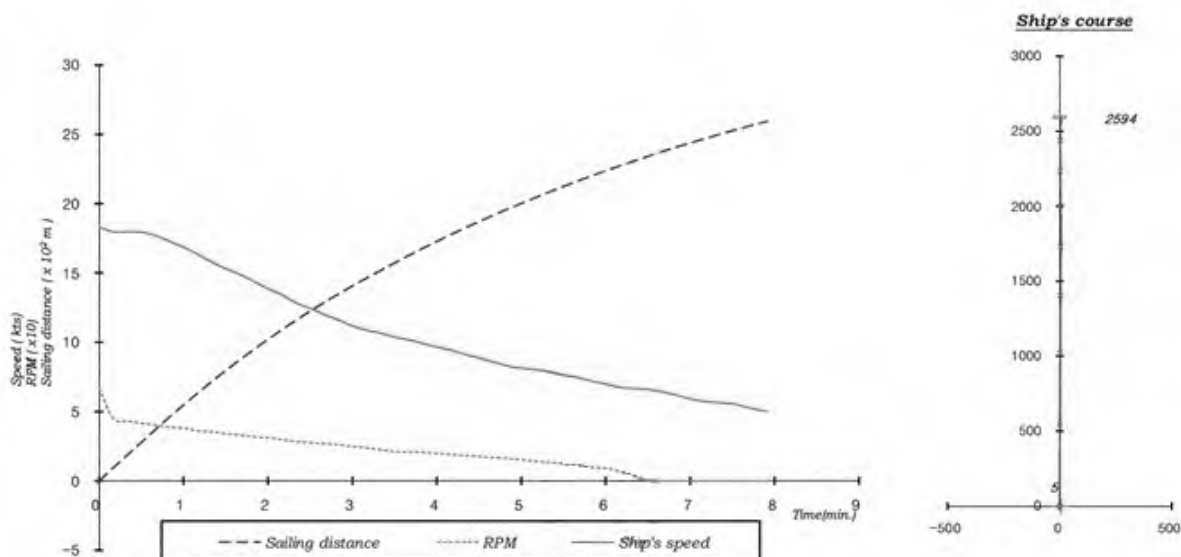


Рисунок 1.6 – Гальмівні характеристики контейнеровозу «MSC Sariska V»

1.4. Навігаційне обладнання

Перелік технічних засобів навігації (ТЗН) приведено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Технічні засоби навігації

Прилад	Тип	Марка
1	2	3
Gyro Compass	Gyro Compass	Yokogawa
Magnetic Compass	Magnetic Compass	Yokogawa
GPS	GPS	Furuno GP-150-Dual
Speed Log	Log	Fununo DS-30
Echo Sounder	Echo Sounder	Furuno FE-700
Radar	X-Band Radar	Furuno FAR-28x7
Radar	S-Band Radar	Furuno FAR-28x7
AIS	AIS	Furuno FA-150
ECDIS	ECDIS	Furuno FEA-2807

Продовження табл. 1.3

1	2	3
VHF	VHF	Furuno FM-8800D
MF/HF	MF/HF	Furuno FS-5070
Sat C	Sat C	Furuno FELCOM 15
Navtex Receiver	Navtex	Furuno NX-700
Weather Facsimile	Fax	Furuno FAX-410
VDR	VDR	Furuno VR-3000

Точнісні характеристики ТЗН контейнеровозу приведено у табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Точнісні характеристики ТЗН

Тип і марка приладу	Навігаційні параметри	СКП одного вимірювання
Gyro CompassYokogawa	Пеленг	$0,75^{\circ} \times \cos(\text{Lat})$
Magnetic CompassYokogawa	Пеленг	$\pm 3^{\circ}$
GPS Furuno GP-150-Dual	Координати	GPS: 10 m approx. (2drms) DGPS: 5 m approx. (2drms) WAAS: 3 m approx. (2drms)
Log Fununo DS-30	Швидкість	$0.2\% + 0.01 \text{ mm/sec}$
Echo Sounder Furuno FE-700	Глибина	$\pm 2.5\%$ on any range scale
S & X-Band Radar Furuno FAR-28x7	Дистанція	Within 1%
	Пеленг	$\pm 1^{\circ}$
AIS Furuno FA-150	Позиція	Approx. 10 m, 95% of the time, ($\text{HDOP} \leq 4$)

1.5. Забезпечення непотоплюваності

Контейнеровоз обладнаний водонепроникними дверима і відкриттями, які розділяють його на водонепроникні відсіки. Водонепроникні двері та люкові відкриття на полби повинні тримають завжди закритими під час переходу, щоб в разі затоплювання, вода не проникала у суміжні відсіки. Кількість можливих повністю затоплених відсіків, розглянута у документі «Damage Control Booklet», при тому, щоб судно було забезпечено аварійною остійністю – три.

На судні зберігаються наступні документи, важливі для забезпечення непотоплюваності:

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

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

Водовідливні та баластні засоби на судні:

- Ballast Pump 600 m³/h – дві одиниці;
- Anti-Heeling Pump 600 m³/h;
- Bilge, Fire & G/S Pump(A) 320 m³/h;
- Bilge, Fire & G/S Pump(B) 320 m³/h.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1. Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

Підготовка навігаційного плану рейсу чи переходу, а також безпосередній та безперервний контроль за просуванням судна та його місцезнаходженням при виконанні такого плану мають важливе значення для забезпечення охорони людського життя на морі, безпечного та ефективного плавання та захисту морського середовища.

Необхідність виконувати планування рейсу та перехід існує для всіх суден. Загальні вимоги та рекомендації щодо планування переходу містяться в таких документах як [3-7]:

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

Існують чотири стадії планування безпечного переходу:

- I. Appraisal (Оцінка).
- II. Planning (Планування).
- III. Execution (Виконання).
- IV. Monitoring (Контроль).

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

2.2. Оцінка запланованого переходу

У цьому параграфі надаємо конкретну інформацію, що стосується оцінки переходу, що відповідає етапу «Passage Plan Appraisal». Для цього проводимо підбір навігаційних карт, посібників і публікацій на заданий перехід по Каталогі Адміралтейських карт і публікацій (Catalogue of Admiralty Charts and Publications). Можливо використання Admiralty Digital Catalogue. Оброблену інформацію оформлюємо у вигляді табл. 2.1 та 2.2 [8].

Таблиця 2.1 – Перелік карт на перехід

Тип карти	Cell No.	Назва карти	Дата випуску
1	2	3	4
паперова	4011	North Atlantic Ocean Northern Part	Jul. 2020
паперова	4754	Halifax Harbour Point Pleasant to/A Bedford Basin	Feb. 2021
паперова	4753	Halifax Harbour Black Point To/A Point Pleasant	Apr. 2019
паперова	4752	Approaches To/Approches De Halifax Harbour	Sep. 2021
паперова	4751	Egg Island to/a West Ironbound Island	Jan. 2003
паперова	4748	Halifax to/a Sydney	May 2003
паперова	2666	Grand Banks of Newfoundland	Apr. 2020
паперова	4404	Gulf of Maine to Strait of Belle Isle including Gulf of Saint Lawrence	Apr. 2016
паперова	4114	Arquipelago dos Acores to Flemish Cap	Oct. 2020
паперова	4102	Western Approaches to the British Isles	Oct. 2020
паперова	1123	Western Approaches to Saint George's Channel and Bristol Channel	Feb. 2020
паперова	2675	English Channel	Mar. 2019

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4
паперова	1613	Eddystone Rocks to Berry Head	May. 2017
паперова	2454	Start Point to The Needles including Off Casquets TSS	Apr. 2021
паперова	3315	Berry Head to Portland Bill	Mar. 2020
паперова	2615	Bill of Portland to The Needles	Mar. 2020
паперова	2045	Outer Approaches to The Solent	Apr. 2020
паперова	2035	Western Approaches to The Solent	Mar. 2013
паперова	2036	The Solent and Southampton Water	Aug. 2019
паперова	2041	Port of Southampton	Apr. 2020
довідкова	D6083	The Word – Load Line Regulations – Zones, Areas and Seasonal Periods	Jul.2010
довідкова	5006	The World Time Zone Chart	Dec. 2011
довідкова	5124(4)	Routening Chart – North Atlantic Ocean-April	July 2017
довідкова	5307	The world - Main Ocean Routes: Power Vessels	Dec.1973
довідкова	5310	The world - General Surface Current Distribution	Mar.1974
довідкова	5374	Magnetic Variation, 2010 and Annul rates of Change – the World	Aug.2011
довідкова	5000	Azimuth Diagram --modified Weir (Lat. 0° to 65°)	Nov. 1979
довідкова	D6018	Plotting Sheet for Astro Fixing	
довідкова	D6067	Instructional Chart – Use of Symbols And Abbreviations (As recommended by IHO)	

Перелік публікацій на перехід приведено в табл. 2.2 [8].

Таблиця 2.2 – Перелік публікацій на перехід

Номер	Назва посібника	Дата випуску
1	2	3
59	Admiralty Sailing Directions NP59 Nova Scotia and Bay of Fundy Pilot, 16th Edition	2020
50	Admiralty Sailing Directions NP50 Newfoundland And Labrador Pilot, 13th Edition	2016
27	Admiralty Sailing Directions NP 27 Channel Pilot, 11th Edition	2017
81	Admiralty List of Lights and Fog Signals Volume H: Northern and Eastern Coasts of Canada, Including River Saint Lawrence and Saint Lawrence Seaway, 2nd Edition	2021
74	Admiralty List of Lights and Fog Signals NP74 Volume A British Isles and North Coast of France, 2nd Edition	2021
202	Admiralty Tide Tables, Volume 2 – Europe (Excluding United Kingdom and Ireland), Mediterranean Sea and Atlantic Ocean (including Tidal Stream Tables)	2021
201B	Admiralty Tide Tables, Volume 1B, United Kingdom and Ireland (excluding Isles of Scilly, English Channel to River Humber, Channel Islands and European Channel Ports)	2021
281(1)	Admiralty List of Radio Signals. Maritime Radio Stations Europe, Africa and Asia.	2021
282	Admiralty List of Radio Signals. Radio Aids to Navigation, Satellite Navigation Systems, Legal Time	2021
283(1)	Admiralty List of Radio Signals. Part 1, Maritime Safety	2021

Продовження табл. 2.2

1	2	3
	Information Services: Europe, Africa and Asia	
284	Admiralty List of Radio Signals. Meteorological Observation Station	2021
285	Admiralty List of Radio Signals. GMDSS	2021
286(1)	Admiralty List of Radio Signals Volume 6 Part 1 Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations United Kingdom and Europe (excluding Arctic, Baltic and Mediterranean Coasts), 2nd Edition	2021
286(5)	Admiralty List of Radio Signals Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations North America, Canada and Greenland, 2nd Edition	2021
350(1)	Admiralty Distance Tables Atlantic Ocean Volume 1, 2nd Edition	2011
100	The Mariner's Handbook, 12th Edition	2020
131	Admiralty Charts and Publications Catalogue	2021
136	Ocean Passages for the World, 6th Edition	2014
294	How to Keep Your Admiralty Charts Up-to-Date, 10th Edition	2017
323	Star Finder and Identifier.	
	Brown's Nautical Almanac.	2021
303	Sight Reduction Form	
735	IALA Maritime Buoyage System, Edition 5	1994
5011	Symbols and Abbreviations used on Admiralty Paper Charts, 8th Edition	2020

2.2.1. Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

Необхідно проаналізувати, описати та систематизувати навігаційну інформацію, що передається за допомогою GMDSS та факсимільних гідрометеорологічних карт.

За допомогою посібника ALRS 283 використовуємо інформацію щодо факсимільних карт погоди та зводимо її до табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

N п.п	Радіостанція	Позначення і межа карти	Зміст передачі	Час передачі
1	2	3	4	5
1	Pinneberg (Germany)	NA 1:20000000 1:15000000 43°N 67°W – 61°N 79°E; 19°N 27°W – 27°N 33°E;	Surface pressure analysis, 24h & 48h prognosis Sea and swell, wind direction, direction of swell 24h,48h,72h,96h prognosis.	06h 25m 06h 51m 19h 26m 06h 8m
2	Northwood (UK)	NA 1:25000000 54°N 82°W – 26°N 45°W; 54°N 51°E – 28°N 12°E;	Surface analysis Ocean fronts Sea sur- face temperature Thickness/GPH anal- ysis Sea and swell 24h prognosis Significant winds 48h, 72h, 96h prog- nosis	00h 00m 12h 00 m 01h 36m 13h 36 m 11h 12m 08h 24m 21h 24m

Продовження табл. 2.3

1	2	3	4	5
3	New Orleans (U.S. Coast Guard)	5°S – 50°N; 0° - 70°W ; 5°N – 60°N; 0° - 100°W ;	Tropical surface analysis (E half) Cyclone danger area or high wind	0020 1220 0135 1335

За допомогою посібника ALRS 285 вибираємо інформацію про райони NAVAREA і станції NAVTEX за маршрутом переходу. Дані зводимо в таблицю 2.4 [9-10].

Таблиця 2.4 – Райони NAVAREA, станції NAVTEX на переході

№	Ділянка переходу	Р-н NAVAREA	NAVTEX	NAVAREA
1	Узбережжя Канади	IV	Chebogue(U) Sydney(Q) Robin Hood Bay(O)	United States
2	Узбережжя Ірландії	I	Valentia(W)	United King- dom
	Узбережжя Великобри- танії	I	Niton(E)	United King- dom

За допомогою посібника ALRS 286 визначаємо наявність по маршруту контрольних постів, районів, де здійснюється управління рухом суден постами СУРС (Reporting Areas), вирішуємо питання про зв'язок з контрольними станціями і постами - терміни, форми і способи подачі інформації.

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

Отримані відомості по зв'язку зводимо в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Зв'язок на переході

№	Станція	Спосіб зв'язку	Канали, частоти	Примітки
1	Halifax Pilot	VHF	16, 10, 12	Vessels should send ETD 3 hours in advance with amendments up to 30 minutes before departure.
2	Halifax Traffic	VHF Telh	12, 14 +1 902 4967439	The VTS Centre provides, on request, information on traffic, weather or other conditions.
3	AMVER	Telh Fax Telex	+230 127594 +1 212 6687684 +230 127594	Operated by USCG, provides aid to SAR ops. Call nearest RCC, voluntary.
4	Southampton Vessel Traffic Service (VTS) Call: Southampton VTS	VHF Tel:	09, 12, 14, 20 +44(0)2380608208	Southampton Vessel Traffic Service (VTS) coordinates the moving vessels of 20m LOA or over in The Solent and Southampton.
	Southampton Pilot Call: Nab Pilot, Sturbridge Pilot, Lepe Pilot or Southampton VTS.	VHF Tel Fax: E-mail: Website:	09 12 +44(0)23 80608208 +44(0)23 80232991 southamptonvts@abports.co.uk www.southamptonvts.co.uk	Notice of ETA: Inward-bound vessels requiring the services of a Pilot should send ETA at least 12h in advance to Southampton Vessel Traffic Services (VTS).

Застосовувані СУРС по маршруту переходу приведені в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – СУРС по маршруту переходу

№	Traffic separation scheme	Station	VHF	Reporting point description
1	Halifax VTS	Halifax Traffic	12, 14	The Halifax VTS Zone comprises all the Canadian territorial waters within a line drawn in a 162° direction from Pennant Point 44°25',85N 63°39'00W to position 44° 17',68N 63°35',20W.
2	Southampton Vessel Traffic Service	Southampton VTS	09, 12, 14, 20	Southampton Vessel Traffic Service (VTS) coordinates the moving vessels of 20m LOA or over in The Solent and Southampton.

На підставі аналізу підібраних і відкоригованих матеріалів робимо висновок про те, що інформаційного забезпечення для безпечного плавання на переході досить.

2.2.2. Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

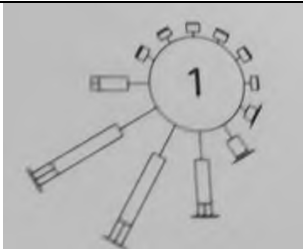
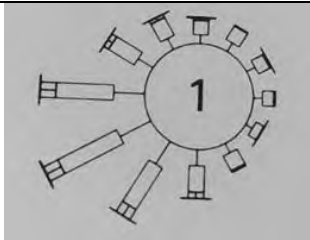
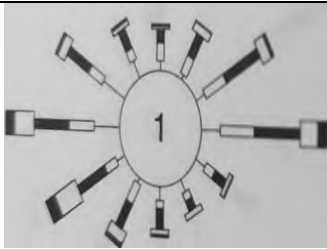
Аналіз гідрометеорологічних умов по маршруту плавання виконується за період (місяць) переходу, що проробляється. Для цього використовуються середні багаторічні дані, які наведені в Атласах океанів, кліматологічних, гідрог-

рафічних і океанографічних посібниках, Pilot Chart (Інтернет-сайт www.passageweather.com). Для опису гідрометеорологічних умов необхідно перехід розбити на ділянки (три і більше) в залежності від відстані між портами. Необхідні данні вносимо в табл. 2.7, 2.8 [11-13].

Таблиця 2.7 – Атмосферний тиск і розшифровка «роз вітрів»

Характеристики за ділянками	Узбережжя Канади			Північна Атлантика			Узбережжя Великобританії		
1	2			3			4		
Атмосферний тиск, гПа	1015			1015			1016		
Вітер	Роза вітрів № 1			Роза вітрів № 2			Роза вітрів № 3		
Напрявленн я вітру	Повторюваність ві- тру, %			Повторюваність вітру, %			Повторюваність ві- тру, %		
	Сумар- на	11- 15 м/с	>16 м/с	Сума- рна	11- 15 м/с	>16 м/с	Сума- рна	11-15 м/с	>16 м/с
N	3	-	-	2	-	-	11	1	-
NE	4	-	-	1	-	-	12	-	-
E	3	-	-	3	-	-	26	2	-
SE	8	-	-	8	-	-	5	-	-
S	17	7	-	16	-	-	8	-	-
SW	52	8	2	38	4	3	16	8	10
W	8	7	-	28	7	6	24	5	-
NW	4	5	-	12	5	4	11	8	-
Результую- чий вітер	напрявленн я, у румб.	SW		напрявлен- ня, румб.	SW		напрявленн я, у румб.	E	
	швидкість, м/с	8		швидкість, м/с	7		швидкість, м/с	9	

Продовження табл. 2.7

1	2		3		4	
Максимальна швидкість вітру, м/с	спостережена	12	спостережена	14	спостережена	14
	розрахункова	16	розрахункова	16	розрахункова	16
Повторюваність штилів, %	1		1		1	
Схема «рози вітрів»						

Видимість, водний і тепловий режими атмосфери приведено в табл. 2.8.

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

Характеристики за ділянками	Узбережжя Канади	Північна Атлантика	Узбережжя Великобританії
1	2	3	4
Температура повітря, °С	23	22	22
Температура води, °С	18	18	18
Відносна вологість, %	74	80	85
Повторюваність туманів, %	3	6	1
Видимість менше 2 міль	3	1	8
Хмарність, бали	6	2	2
Солоність води, ‰	35	35	33
Щільність води, г/см ³	1,025	1,025	1,025

Продовження табл. 2.8

1		2	3	4
(або кг/м ³)				
Постійні течії	назва	Лабрадорська	Північно-атлантична	Північно-атлантична
	термодинамічна характеристика	холодна	холодна	холодна
	направлення	SW	ENE	ESE
	швидкість, вузл.	0.5-1	0.5-1	0.5-1
	стійкість	70-80	50-75	50-75
Швидкість припливних течій, вузл.		0,5	0,5	0,5
Висота	середня	3	2	2
хвиль, м	максимальна	7	6	6
Період хвиль, с		5	5	5

2.2.3. Збір та аналіз навігаційної інформації при прибрежному плаванні

Підхід до берега з моря справедливо вважається найбільш відповідальною частиною плавання: більш 60% усіх навігаційних аварій відбувається саме при підходах до берега. У такій обстановці вільний простір вод, як правило, скорочується і часто переходить у досить вузькі й обмежені водяні простори.

Велику допомогу безпеці мореплавання в такій обстановці роблять штучно споруджені і раціонально встановлені ЗНЗ, які підвищують точність навігаційного визначення місця судна та зменшують час, необхідний для визначення об'єктів спостереження сере загальної конфігурації берега.

Плавучі ЗНЗ не можуть служити об'єктами для точного визначення місця судна. Однак їхнє розміщення безпосередньо біля небезпек грають не менш ва-

жливу роль у забезпеченні безпеки прибережного плавання, а часом більш кошову, чим стаціонарні ЗНЗ.

Усестороннє вивчення району плавання виконується всім судноводійним складом судна перед його першим плаванням по маршруту або після тривалої перерви. Особливо ретельно вивчаються райони з обмеженими умовами плавання і підходи до портів [14].

Порт Галіфакс (44° 39' N, 63° 34' W)

Порт Галіфакс (Halifax) обмежений з S умовною лінією, що проходить від крапки, розташованої на західному березі бухти Галіфакс-Харбор у 6 кбт. до SSO від мису Пойнт-Пезант (шир. 44°37' N, долг. 63°34' W), до крапки, що знаходиться на західному березі острова Мак-Наб, у 3 кбт. до S від мису Айвс, і потім від крапки, що лежить у 2 кбт. до SE від мису Індіан-Пойнт, до крапки, розташованої в 1,5 кбт. до N від мису Бейкер. Територія порту розташована в основному на західному березі бухти Галіфакс-Харбор; починаючись північніше кам'яного захисного молу, спорудженого в 5 кбт. до NNE від мису Пойнт-Плезант, вона тягнеться уздовж східної сторони міста Галіфакс до північного входу в прохід Те-Нарроус, що з'єднує бухту Галіфакс-Харбор з бухтою Бедфорд-Бейсин. Уся берегова риса від захисного молу до бухти Бедфорд-Бейсин зайнята причалами, пристанями і пірсами порта. На деяких пірсах і причалах установлені вогні. Причальна лінія мається також на східному березі бухти Галіфакс-Харбор південніше і на захід міста Дартмут, де споруджені пірси і причали державної приналежності і різних пароплавних компаній. Ці пірси і причали включені в систему порту Галіфакс і перебувають у віданні його портової влади.

Порт Галіфакс – найбільший порт на Атлантичному узбережжі Канади; він доступний для суден будь-якого тоннажу й осадки. Більшість причалів порту добре обладнано і з'єднано під'їзними коліями із залізничною мережею країни. На причалах маються сучасні склади, холодильники, зерно перевантажувачі та інші портові засоби. На всіх пірсах і причалах маються причальні пристосування, придатні для всіх суден, крім найбільших . У порту можна зробити будь-

який ремонт корпусу і механізмів судна, включаючи докові роботи. Тут мають-ся великі запаси бункерного вугілля і рідкого палива; можна придбати суднове постачання й у достатній кількості свіжу провізію. У порту можна зробити дератизацію судна. Порт Галіфакс є кінцевим пунктом Канадської національної залізничної дороги (Canadian National Railway); регулярним пароплавним повідомленням він зв'язаний із усіма найбільшими портами світу.

Лоцмана Лоцманська проводка в порт Галіфакс необов'язкова, але із суден стягується лоцманський збір, незалежно від того, користалися вони послугами чи лоцманів ні.

Капітани суден, що впливають у порт Галіфакс, зобов'язані не пізніше чим за 3 години до передбачуваного моменту їхнього прибуття до входу в бухту Галіфакс-Харбор повідомити через сигнальну станцію Кампердаун на лоцманське судно про передбачуваний час свого прибуття до буя Іннер, що ви-ставляється приблизно в 2 милях до NO від мису Шебакто-Хед. Час прибуття бажано обчислювати щодо середнього гринвичского часу й у всякому разі так, щоб виключалася можливість недорозуміння з боку портової влади.

Надалі, у випадку зміни часу передбачуваного прибуття судна до входу в бухту необхідно тим же шляхом вчасно сповістити об цьому портові влади. Лоцманське судно зустрічає придатні з океану суда біля буя Іннер.

У нормальну погоду в денний час лоцманське судно піднімає лоцманський прапор, а вночі несе вогні, установлені для парових лоцманських суден. Суда, що бідують у лоцманській проводці, сповіщають об цьому лоцманське судно по радіо через сигнальну станцію Кампердаун чи за допомогою установлених візуальних сигналів. Під час туману, імлі, снігопаду, сильного дощу і шторму лоцманське судно, що знаходиться поблизу буя Іннер, на додаток до встановлених сигналів подає судовим свистком чотири довгих звуки через рівні проміжки часу. Судно, що викликає лоцмана, повинне періодично подавати судовим свистком чотири коротких звуки доти, не буде виявлене лоцманське судно чи приналежне лоцманському судну шлюпка з лоцманом.

У тих випадках, коли по стані погоди біля буя Іннер лоцманське судно не може підійти до встановленого для нього штатного місця, судно, що бідує чи в знятті чи одержанні лоцмана, повинне по можливості відійти мористіше і стати там, де можна виконати цю операцію.

Лоцманському судну дозволяється вкриватися в гавані, якщо за умовами погоди воно не може залишатися на штатному місці. Коли в штормову погоду лоцманського судна немає поблизу буя Інер, то слідуючим в бухту судам варто не розшукувати лоцманське судно, а відійти мористіше. Судно, що не в змозі більше триматися в океані, повинне сповістити про те, що воно має потребу в лоцмані, і тільки в самому крайньому випадку впливати без лоцмана, пройти північніше буя Інер і стати на якір до SE від банки Лайтхаус.

Портові засоби й устаткування. У порту Галіфакс завжди можна одержати буксир. У порту мається кілька плавучих кранів вантажопідйомністю до 80 т. На причалах і пірсах порту маються сучасні склади, холодильники, зерноперевантажувачі і піднімальні пристрої вантажопідйомністю до 15 т. Портовий елеватор, що знаходиться на причалах Ошен-Терміналс, уміщає близько 120000 т зерна. Елеватор обладнаний конвеєрами, що забезпечують навантаження зерна зі швидкістю близько 2600 т/годину. Баштовий кран на пірсі "А" забезпечує розвантаження зерна зі швидкістю близько 230 т/годину.

Портові влади мають у розпорядженні складські приміщення загальною місткістю близько 155000 м³, у тому числі холодильник порту, що знаходиться в пірса "А", має місткість 90000 м³. До більшості складів, що знаходяться в причалів і пірсів, підведені під'їзні залізничні колії.

Ремонт. У порту Галіфакс маються суднобудівні верфі і судноремонтні майстерні, що можуть зробити будь-який ремонт корпусу і механізмів, включаючи і докові роботи. Порт має у своєму розпорядженні сухой та плавучий док, що знаходяться в 5 кбт. до SO від причалів Ричмонд-Депо; плавучий док розрахований на судна водотоннажністю 25000 т. Трохи елінгів знаходиться на східному березі порту, у районі міста Дартмут. До NO від адміралтейства порту Галіфакс розташовані територія і причали суднобудівного заводу, що будує су-

дна водотоннажністю до 10000 т. У розпорядженні цього заводу маютьися піднімальні крани вантажопідйомністю від 15 до 35 т і чотири мортонових елінги, найбільш великий з яких має вантажопідйомність 3000 т.

Постачання. У порту Галіфакс маютьися великі запаси бункерного вугілля і рідкого палива; можна придбати суднове і машинне постачання, а також у достатній кількості свіжу і консервовану провізію. Навантаження вугілля на борт судна виробляються зі швидкістю 300 т/годину з вугільних пристаней і 200 т/годину з великих ліхтерів. Вугільні причали знаходяться на пірсі "А" (причал №26) і в причалів Ричмонд-Депо (причал № 9). Пристрою для одержання рідкого палива обладнані уздовж пірсів компанії Імперіал-Ойл-Компани, розташованих на східному березі бухти Галіфакс-Харбор, у північного входу в прохід Істерн-Пассидж. Рідке паливо можна прийняти також зі спеціальних танкерів. Прісну воду можна прийняти з гідрантів, що маютьися на більшості причалів, чи з водоналивного судна.

Карантинна станція порту Галіфакс знаходиться на північно-західному краї острова Лолор, де для обслуговування станції споруджений пірс.

Дератизація. У порту Галіфакс можна зробити дератизацію судна.

Визначення девіації компаса і її знищення можна робити у швартовної бочки, пофарбованої чорними і білими вертикальними смугами; бочка встановлена в 3 кбт. до ENE від пірса, виступаючого від північного краю острова Джордж (шир. 44°38',5 N, борг. 63°33',5 W).

Госпіталь Вікторія (Victoria) приймає на лікування моряків.

Сигнальні станції і сигнали. Сигнальні станції порту Галіфакс знаходяться на батареї Йорк-Редат і на цитаделі міста Галіфакс (шир. 44°38',8 N, борг. 63°34',8 W). На сигнальній станції, розташованій на цитаделі міста, піднімаються штормові застереження і штормові сигнали. Сигнальна станція Кампердаун, розташована в 1,5 милі до NNW від мису Шебакто-Хед, передає НАВІМ; вона відкрита для загального користування.

Сигнали часу подаються із сигнальної станції цитаделі міста Галіфакс. Сигнальна куля піднімається до половини висоти щогли за 5 хв. до сигналу, по-

тім до місця за 1 хв. до сигналу і падає в 13ч. 00 м. стандартного часу, що відповідає 17 ч. 00м. гринвичского цивільного часу. Сигнали часу не подаються по неділях і під час сильних штормів. Сигнальний пристрій, що подає штормові сигнали, з'єднано з пристроєм сигналів часу в порту Сент-Джон (провінція Нью-Брансуик).

Рятувальна служба. У порту Галіфакс мається рятувальний буксир.

Ввіз і вивіз. Через порт Галіфакс вивозиться зерно, гіпс, яблука, дерево, риба. Основними предметами ввозу є неопрацьовані олії, цукор, гума, вугілля.

Повідомлення і зв'язок. Більш 30 пароплавних ліній зв'язують порт Галіфакс з основними портами світу. Судна місцевого значення з'єднують цей порт із усіма портами, бухтами і багатьма бухточками канадської провінції Нова Шотландія. Через місто Галіфакс і його передмістя Дартмут двома залізничними лініями порт зв'язаний з містами Канади: Квебек, Монреаль, Сент-Джон і найбільші міста США. Між містом Галіфакс і його передмістям, містом Дартмут, мається поромне повідомлення.

Якірні місця. Якірна стоянка № 1 для суден, вантажених вибуховими речовинами, розташована між банкою Айвс-Нолл і островом Джордж; одночасно вона використовується як карантинна якірна стоянка. Перебування суден у районі цієї якірної стоянки більш 12 час. заборонено.

Документи необхідні для оформлення приходу/відходу:

Crew List

Crew's Effects Declaration

Dangerous Goods Manifest

General Declaration

Maritime Declaration Of Health

Money Declaration

Notification In Advance

Passenger List

Schedule To The Deceleration

Ship's Stores Declaration

Vaccination List

План порту Галіфакс представлено на рис. 2.1

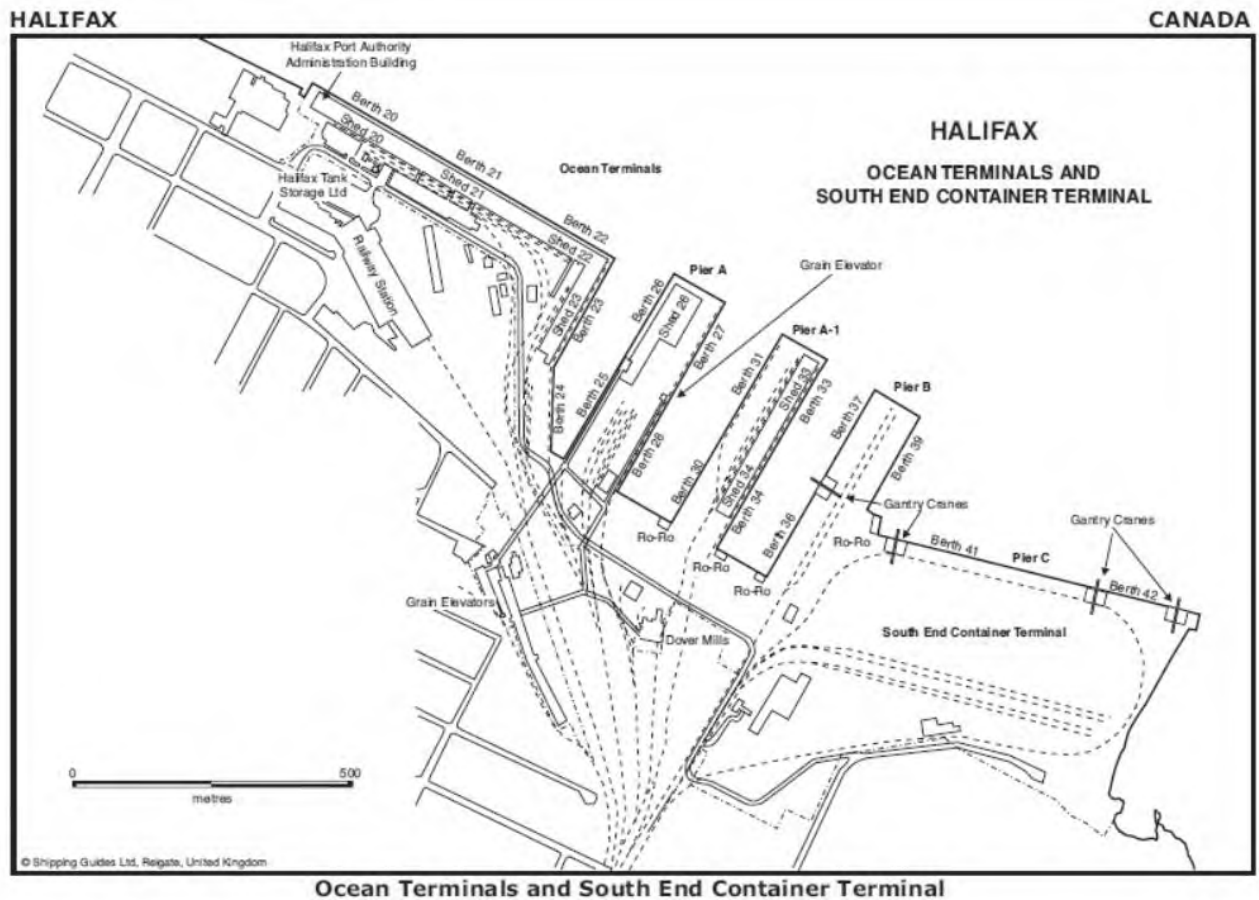


Рисунок 2.1 – План порту Галіфакс

Порт Саутгемптон (50°54' N, 001°26' W)

Загальні відомості: Порт займається обробкою генеральних вантажів, сипких та накатних вантажів, приймає пасажирські судна та судна, що займаються перевезенням машин.

Розташування: Знаходиться на південному узбережжі Англії, у протоці Солент. Максимальні розміри: Обмежень за довжиною та шириною – ні. Максимальне опаді – 12,8 метрів.

Щільність води: 1017

Обмеження: Глибина на вході 11,5 метрів. Судна з осіданням понад 10,5 метрів заходять лише за настанням великої води.

Лоцманська проводка: Примусова. Доступна 24 години на добу. Лоцманський катер пофарбований у білий колір з нанесеною буквою "P" чорного кольору на носі, з блакитним прапором з нанесеною буквою "P" білого кольору, а вночі з вогнем червоного світла нижче за біле.

Якірна стоянка:

Зона А: розташована на південь від лінії, що з'єднує Hook Light Buoy з північним краєм острова Santa Marina, йде на південь до широти 50° 49,8' N, Long. 001° 18,2' W., та обмежена на сході довготою 001° 18,2' W та на заході довготою 001° 18,9' W.

УКХ: Порт контроль даного порту несе вахту на каналі 16 УКХ і працює на каналах 11, 14 та 74. Лоцман несе вахту на каналі 16 та працює на каналі 14.

Буксири: Тільки для швартування або шифтингу в порту. Буксири не є обов'язковими для входу в порт. Буксирний кінець використовується на запит.

Усунення сміття: Доступно.

Медична допомога: Доступна.

Прісна вода: Поставляється за допомогою баржі та за допомогою берегового з'єднання на причалах.

Бункерування: Доступна за умови повідомлення за 48 годин

Документи: Морське міністерство (прибуття): мають бути представлені в Центральне морське бюро морської Адміністрації протягом 24 годин з моменту прибуття:

1 Arms and Ammunition (Nil)

1 Certificate of Fitness for the Carriage of Dangerous Chemicals in Bulk

1 Document of Compliance

1 General Declaration (Arrival Form MO618) †

1 International Air Pollution Prevention Certificate

1 International Load Line Certificate

1 International Oil Pollution Prevention Certificate

1 International Sewerage Pollution Prevention Certificate

1 International Ship Security Certificate

- 1 International Tonnage Certificate
- 1 Mail Manifest
- 1 Passenger Ship Safety Certificate
- 1 Radioactive Substance Manifest
- 1 Registry Certificate
- 1 Safety Management Certificate
- 1 Ship Safety Construction Certificate
- 1 Ship Safety Equipment Certificate
- 1 Ship Safety Radio Certificate
- 1 Ship's Articles

План порту Саутгемптон приведено на рис. 2.2.

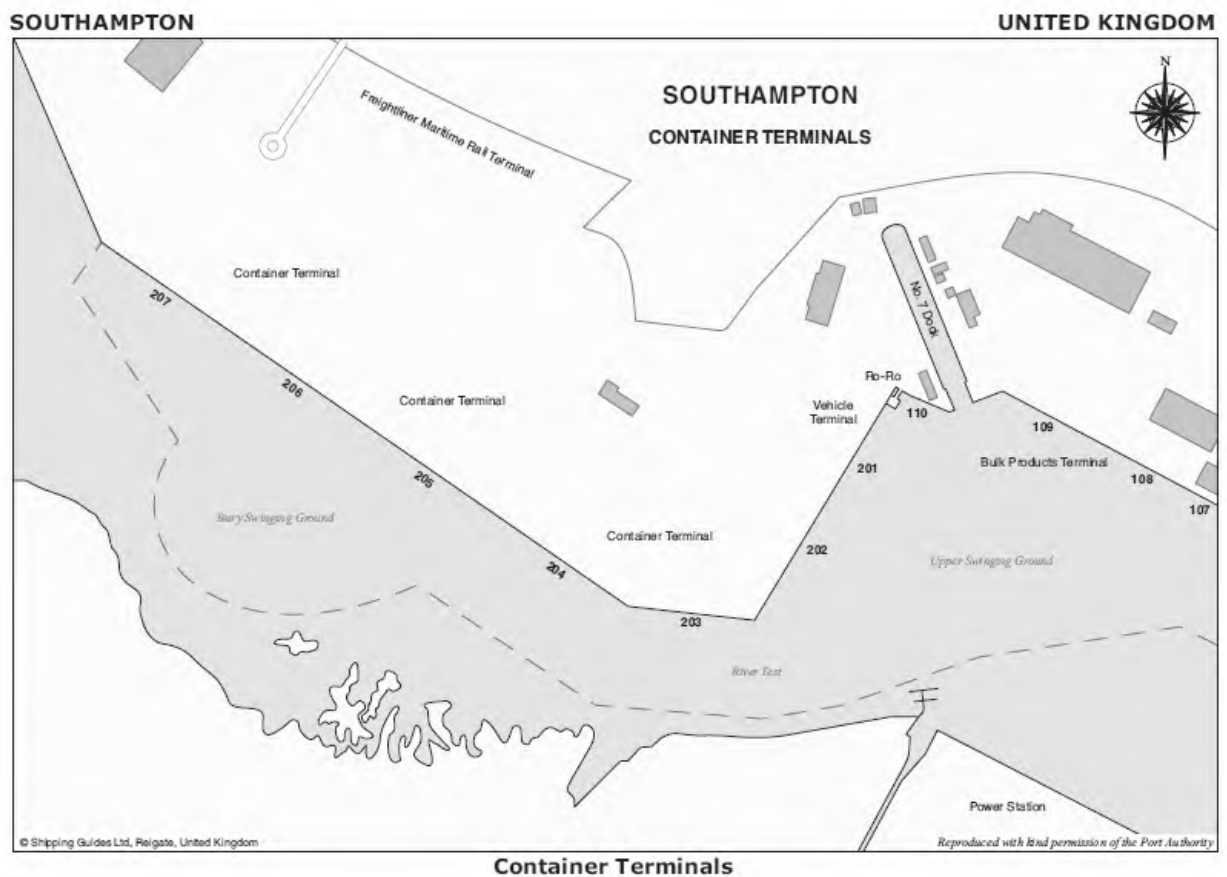


Рисунок 2.2 – План порту Саутгемптон

При плаванні уздовж південно-східного берега півострова Нова Шотландія особливу обережність варто дотримувати в районі мисів Гласгоу-Хед і Про-

спект (шир. 43°29' N, борг. 65°43' W), тому що обоє ці мису облямовані островами, острівцями, численними скелями і небезпечними банками.

У південно-східного берега півострова Нова Шотландія багато островів, розташованих ізольовано і групами. Крупніше інших низинний піщаний острів Сейбл, розташований обособлено в океані в 90 милях до SSO від мису Глазгоу-Хед. Інші острови розташовані уздовж зазначеного берега в межах ізобати 50 м, що проходить у відстані від 3 до 7 миль від берегової риси. Тільки в районі південно-західного краю півострова Нова Шотландія в 13 милях від берега лежать острова Сил і Мад. Найбільші з островів, розташованих поблизу цього береги наступні: острів Андру, що знаходиться в мису Глазгоу-Хед, острів Кейп-Сейбл, розташований на вході в затоку Баррингтон, острова з групи островів Ла-Хейв, що прикривають вхід у ріку Ла-Хейв із S. Рельєф островів подібний з рельєфом узбережжя; протоки між островами і берегом материка в більшій частині вузькі і загрожені небезпеками.

Рельєф дна в районі південно-східного берега півострова Нова Шотландія нерівний. На всьому протязі беріг облямований смугою відмели з глибинами менш 50 м, у межах якої в основному і знаходяться всі острови і небезпеки.

Засоби навігаційного обладнання для переходу приведено в табл. 2.9 [15].

Таблиця 2.9 – Засоби навігаційного обладнання

№	Name	Position		Characteristics	Range миль
		φ	λ		
1	2	3	4	5	6
1	Devils I	44°34.870N	063°27.472W	Fl W 10s	8
2	Chebucto head	44°30.430N	063°31.377W	Fl W 20s	14
3	Sambro i	44°26.217N	063°33.788W	Fl W 6s	23
4	Lizard	49°57.585N	005°12.172W	Fl W 3s	26

Продовження табл. 2.9

1	2	3	4	5	6
5	Eddystone	50°10.855N	004°15.937W	Fl(2)W10s	17
6	Bishop rock	49°52.373N	006°26.741W	Fl(2)W15s	24
7	Start point	50°13.355N	003°38.534W	Fl(3)W10s	25
8	Anvil pt	50°35.516N	001°57.602W	Fl W10s	19

2.3. Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1. Розрахунок ортодромії

Для переважної більшості суден основними критеріями при виборі їх оптимального шляху є безпеку плавання і мінімум часу переходу, що становить базу ефективної роботи морського транспорту.

Коли траса майбутнього плавання включає в себе трансокеанський перехід, вплив погоди і стан моря набувають особливо важливе і нерідко основне значення при виборі найвигіднішого шляху судна. При здійсненні такого вибору виникає потреба задовольнити найрізноманітніші запити - перехід повинен бути безпечним, економічним, протікати в бажані терміни і при найбільш сприятливих зовнішніх умовах. Найвигідніший шлях судна з однієї точки земної поверхні в іншу збігається з найкоротшим відстанню між цими точками, тобто з дугою великого кола (ДВК).

Складність полягає в тому, що на застосовуваних для цілей судноводіння, меркаторських картах ортодромія у вигляді прямої лінії не зображується. На них для прокладки зручніше використовувати локсодромії.

Згідно посібника Океанські шляхи світу (NP 136 Ocean Passages for the World, 6th Edition 2014) 2.69 – Шляхи між Галіфаксом і Бішоп Рок (Англійською протокою). Прямуючи на схід з квітня по листопад необхідно слідувати від точки 45°40'N 052°30'W по ортодромії до точки 49°40'N 006°35'W в Англійській протоці [16-18].

Перш ніж приймати рішення про плавання по ортодромії необхідно розрахувати доцільність плавання саме таким способом. Для цього знаходять довжину локсодромії і ортодромії, а потім виконують порівняння їх. Це роблять за допомогою таблиці 23-6 МТ-75 або за формулами.

1) Розрахуємо Різницю Широт (РШ), Різницю Довгот (РД)

$$\text{РШ} = 4^{\circ} \text{ к N}$$

$$\text{РД} = 45^{\circ}55' \text{ к E}$$

2) Розрахуємо довжину локсодромії $S_{\text{Л}}$ та локсодромічний курс:

$$\text{Кл} = \arctg(\text{РД}/\text{РМЧ}) = 82,6^{\circ}$$

$$S_{\text{Л}} = \text{РШ} / \cos \text{Кл};$$

$$S_{\text{Л}} = 1879 \text{ милі.}$$

3) Розрахуємо довжину ортодромії D :

$$D = \arccos(\sin \varphi_{\text{Н}} \cdot \sin \varphi_{\text{К}} + \cos \varphi_{\text{Н}} \cdot \cos \varphi_{\text{К}} \cdot \cos \text{РД});$$

$$D = 1850,8 \text{ милі.}$$

4) Розрахуємо виграш у відстані Δ :

$$\Delta = S_{\text{Л}} - D;$$

$$\Delta = 28,2 \text{ милі}$$

У процентному співвідношенні різниця дорівнює:

$$(S-D) / S \cdot 100\% = 28,2 / 1879 \cdot 100\% = 1,5\%.$$

Виходячи з розрахунків можна зробити висновок, що плавання ДБК доцільне.

Далі потрібно розрахувати координати проміжних точок ортодромії. Для цього задаємо довготи через кожні 5° , а широти розраховуємо по формулам сферичної тригонометрії.

Результати розрахунків представлено в табл. 2.10.

Таблиця 2.10 – Поворотні точки ортодромії

№	λ_i	φ_i	Відстань	Курс
Start	052°30'W	45°40'N	---	---
1	50° W	46°22,8'N	114,43 nm	066,6 °
2	45° W	47°40,6'N	219,41 nm	069,2 °
3	40° W	48°42,2'N	210,06 nm	073,0 °
4	35° W	49°28,8'N	202,67 nm	076,7 °
5	30° W	050°01,5'N	197,18 nm	080,5 °
6	25° W	050°20,5'N	193,84 nm	084,4 °
7	20° W	050°26,3'N	192,03 nm	088,2 °
8	15° W	050°19,7'N	192,13 nm	092,1 °
9	10° W	049°59,9'N	194,21 nm	095,9 °
End	006°35'W	49°40'N	135,26 nm	099,0 °

2.3.2. Складання маршрутних листів

Відповідно до рекомендацій ІМО, при плануванні рейсу необхідно скласти маршрутні листи, які повинні лежати на штурманському столі. Безумовно, протягом рейсу в маршрутні листи вносяться необхідні зміни. Маршрутний лист приведено на рис. 2.3.

2.3.3. Графічний план переходу

Результати навігаційного планування переходу оформляють у вигляді графічного плану переходу. На графічному плані наноситься наступна інформація: курс судна (ортодромія чи локсодромія), назви портів відходу/заходу, основні течії, рози вітрів [16-17].

Графічний план з нанесеними курсами судна, назвами портів відходу та заходу, основними течіями, розами вітрів наведений на рис. 2.4.

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 [19].

По широті місця судна φ і схиленню Сонця δ на моменти його сходу і заходу по формулі $\text{tg } A$ розрахуємо азимути Сонця (Z) при сході і заході, які також внесемо до таблиці 2.13.

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

Місцевий час явища переводять у Грінвічний:

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

Грінвічний час явища переводять в судновий:

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

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

Наведемо приклад розрахунку елементів освітленості на 10.06.2021.

$\varphi = 44^{\circ} 37.7' \text{ N}$, $\lambda = 063^{\circ} 33.7' \text{ W}$ по Nautical Almanac 2021.

Twilight		Sunrise		Sunset		Twilight	
LMT	02 47	LMT	04 13	LMT	19 46	LMT	21 12
$+\Delta T_{\varphi}$	- 7	$+\Delta T_{\varphi}$	-7	$+\Delta T_{\varphi}$	-7	$+\Delta T_{\varphi}$	-7
$+\Delta T_{\lambda}$	-	$+\Delta T_{\lambda}$	-	$+\Delta T_{\lambda}$	-	$+\Delta T_{\lambda}$	-
C. MT	02 40	C. LMT	04 06	C. LMT	19 39	C. LMT	21 05
$\pm \lambda$	+ 04 14	$\pm \lambda$	+ 04 14	$\pm \lambda$	+ 04 14	$\pm \lambda$	+ 04 14
GMT	06 54	GMT	08 20	GMT	23 53	GMT	01 19
$\pm \text{ZD}$	- 4	$\pm \text{ZD}$	- 4	$\pm \text{ZD}$	- 4	$\pm \text{ZD}$	- 4
ZT	02 54	ZT	04 20	ZT	19 53	ZT	21 19

Таблиця 2.11 – Елементи освітленості

Date	Twilight	SUN				Twilight	MOON		
		Sunrise ZT	Z	Sunset ZT	Z		Moonrise ZT	Age	Moonset ZT
10.06	02.54	04.20	109	19.53	251	21.19	13.45	9	00.22
11.06	03.04	04.32	104	19.46	256	21.04	15.22	10	00.41
12.06	03.01	04.27	100	20.00	260	21.26	16.18	11	01.11

2.3.5. Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

У будь-якому пункті Землі рівень моря постійно змінюється. Регулярні коливання рівня викликаються: приливо утворюючими силами Місяця і Сонця (приливні коливання); періодично змінюються вітрами; річним ходом опадів; випаровуванням; стоком континентальних вод (сезонні коливання) та ін. Випадкові коливання рівня відбуваються під впливом не періодично мінливого вітру, від різкої зміни атмосферного тиску.

Розрахунок приливних явищ та побудову графіків приливів здійснюємо для ділянок з обмеженими глибинами, для портів та якірних стоянок.

Розрахунки припливів виконується за допомогою АТТ [20].

Приклад надається в табл. 2.12 та 2.13.

Таблиця 2.12 – Приливні явища в порту Галіфакс

Standard Port	Halifax									
Secondary Port	Halifax									
Standart Port	TIME		HEIGHT		RANGE	TIME		HEIGHT		RANGE
	HW	LW	HW	LW		HW	LW	HW	LW	
	8:16	2:16	1,6	0,3	1,3	20:12	14:20	1,7	0,6	1,1
Seasonal Change	Standart port		0	0		Standart port		0	0	
DIFFERENCES										
Seasonal Change	Secondary Port					Secondary Port				
SECONDARY PORT	8:16	2:16	1,6	0,3		20:12	14:20	1,7	0,6	
Duration	6:00					5:52				

Таблиця 2.13 – Приливні явища в порту Саутгемптон

Standard Port	Southampton									
Secondary Port	Southampton									
Standart Port	TIME		HEIGHT		RANGE	TIME		HEIGHT		RANGE
	HW	LW	HW	LW		HW	LW	HW	LW	
	3:10	8:50	4,2	1,5	2,7	15:50	21:25	4,2	1,8	1,4
Seasonal Change	Standart port		-0,1	-0,1		Standart port		-0,1	-0,1	
DIFFERENCES										
Seasonal Change	Secondary Port					Secondary Port				
SECONDARY PORT	3:10	8:50	4,1	1,4		15:50	21:25	4,1	1,7	
Duration	5:40					5:35				

Графіки приливів для портів заходу приведені на рис. 2.5 і рис. 2.6.

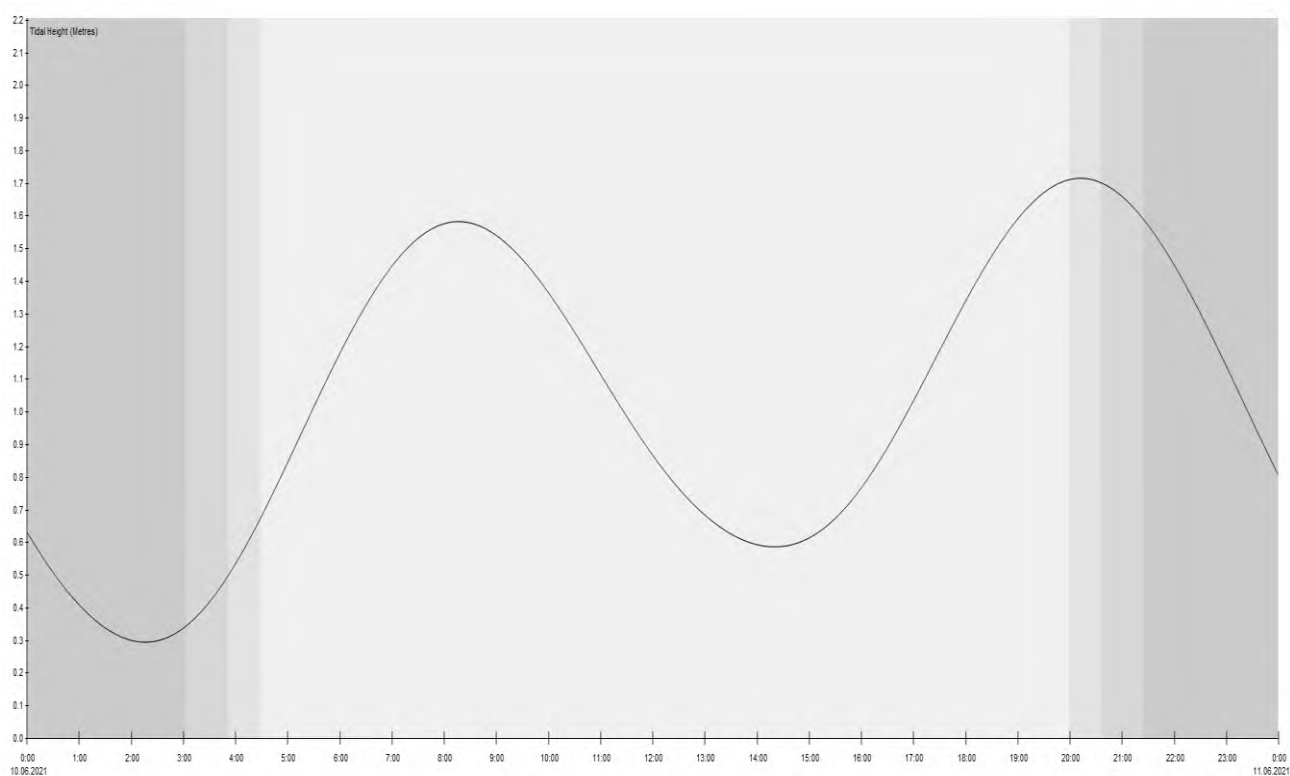


Рисунок 2.5 – Графік приливів в порту Галіфакс

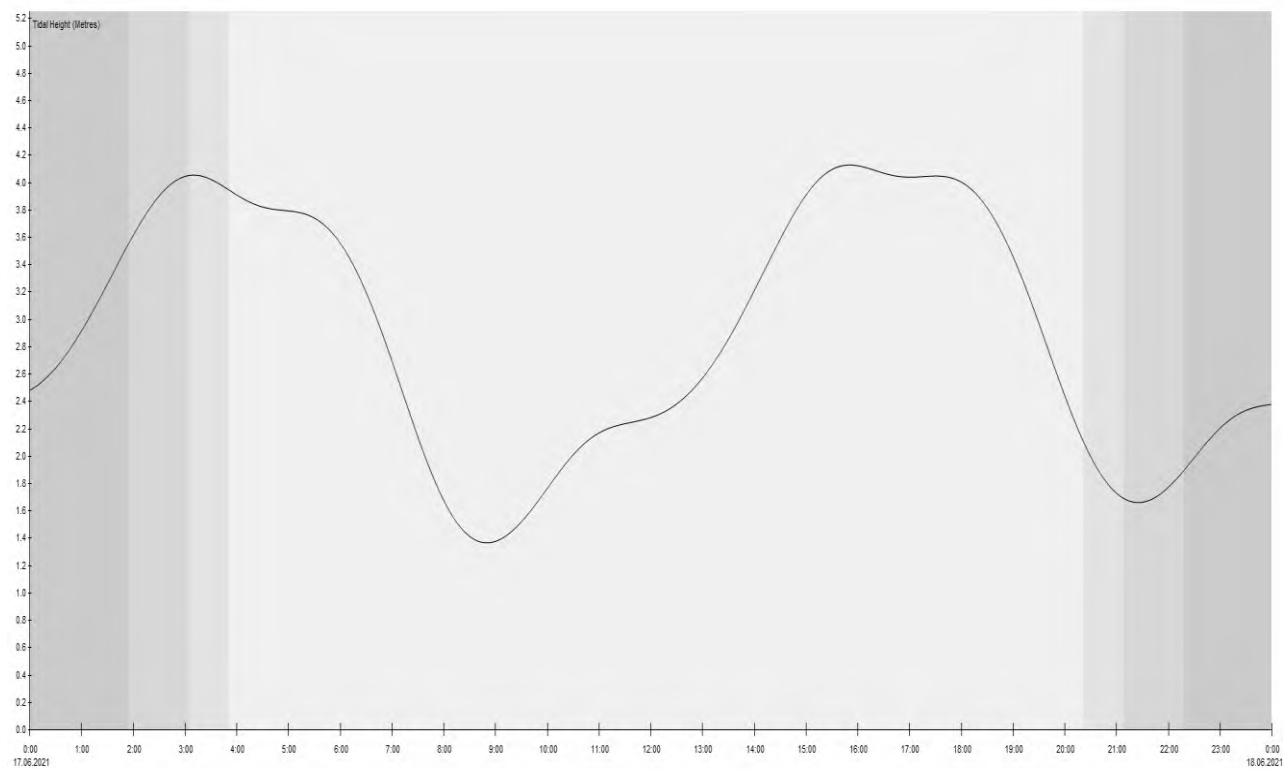


Рисунок 2.6 – Графік приливів в порту Саутгемптон

2.4. Висновки

В результаті написання даного розділу були виконані розрахунки та аналіз інформації які сприятимуть підвищенню безпеки плавання та мінімізації аварій спричинених помилковим вибором маршруту переходу та засобів отримання навігаційної інформації.

В ході виконання розділу були обрані безпечні курси плавання згідно з порою року. Загальна довжина переходу складе 2562,3 милі. Вихід з порту Галіфакс планується 10 червня, прибуття до порту Саутгемптон – 17 червня. Розрахункова тривалість рейсу – 6 діб 17 годин.

РОЗДІЛ 3

ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ

3.1. Транспортні характеристики генеральних вантажів у контейнерах

До перевезення представлено контейнери, які мають регламентуватись наступними документами:

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

Характеристика контейнерів [21]:

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

а. 20-футовий контейнер:

- i. Маса тари (мінімальна маса одного місця вантажу): 2145-2370 кг;
- ii. Максимальна маса одного місця вантажу: 21630-28335 кг.

б. 40-футовий контейнер:

- i. Маса тари (мінімальна маса одного місця вантажу): 3640-4000 кг;
- ii. Максимальна маса одного місця вантажу: 24800-26840 кг.

3. 40-футовий High Cube контейнер збільшеної вміщувальності:

- а. Вантажопідйомність, тонн: 30,48;
- б. Маса тари контейнера, тонн: 4,15;
- в. Максимальне завантаження контейнера, тонн: 26,33;
- г. Розміри контейнера внутрішні, м (довжина × ширина × висота):

12,02 × 2,35 × 2,70;

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

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

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

5. Всі небезпечні вантажі мають маніфести, які передаються Старшому Помічнику Капітана та обов'язково зберігаються на судні. Кожен маніфест має інформацію про номер контейнера, вагу, клас і тощо.

6. Небезпечні якості вантажів знайдем в IMDG Code. На момент відходу судно має наступні небезпечні вантажі на боту [22]:

а. Клас 1.4 – речовини та вироби, які не становлять значної небезпеки Цей підклас включає речовини та вироби, які представляють лише невелику небезпеку в випадку запалювання під час транспортування. Зовнішня пожежа не повинна викликати миттєвий вибух всього вмісту упаковки.

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

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

ii. мають вогнєнебезпечний діапазон з повітрям не менше 12% незалежно від нижньої горючої межі. Горючість визначається випробуваннями або розрахунком відповідно до методів, прийнятих Міжнародною організацією зі стандартизації (ISO 10156: 2010) [23].

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

i. задушливі – гази, які нормально розріджують або замінюють кисень в атмосфері;

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

iii. не підпадають під інші класи.

г. Клас 2.3 – Оксидні гази. Гази, які:

i. як відомо, є настільки токсичним або агресивним для людини, що створюють небезпеку для здоров'я;

ii. вважаються токсичним або агресивним для людини.

д. Клас 3 включає такі речовини:

i. легкозаймисті рідини;

ii. рідкі десенсибілізовані вибухові речовини.

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

ж. Клас 4.2 – Речовини, здатні до самозаймання. Речовини (тверді речовини та рідини), які піддаються самозайманню при нормальних умовах під час транспортування або нагрівання при контакті з повітрям, а потім можуть зайнятися;

з. Клас 4.3 – Речовини, які в контакті з водою виділяють легкозаймисті гази Речовини (тверді речовини і рідини), які при взаємодії з водою можуть стати самозаймистими або виділяти легкозаймисті гази в небезпечних кількостях

и. Клас 5.1 – Окислювальні речовини. Речовини, які, хоча самі по собі не обов'язково горючі, можуть, як правило, виділяючи кисень, спричиняють або сприяють спалюванню іншого матеріалу;

к. Клас 5.2 – Органічні пероксиди. Органічні речовини, які містять двовалентну структуру –O–O– і можуть вважатися похідними водню пероксид, де один або обидва атоми водню були замінені органічними радикалами. Органічні пероксиди – це термічно нестійкі речовини, які можуть зазнати екзотермічного самоскорозжуючого розкладання. Крім того, вони можуть мати одну або більше з наступних властивостей:

- i. бути схильним до вибухового розкладання;
- ii. швидко горіти;
- iii. бути чутливим до удару чи тертя;
- iv. небезпечно реагувати з іншими речовинами; завдають шкоди очам.

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

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

н. Клас 9, серед іншого, включає:

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

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

7. Сумісність з іншими вантажами, що перевозяться на судні базується на Document of Compliance for the carriage of Dangerous Goods, в иданий класом

DNV GL та представлена на рис. 3.1 та рис. 3.2.

Packaged goods

Class	Underdeck space(s)						On deck space(s)			
	1 to 3	4 to 7	8				1 to 7	8	9	
1.1 to 1.6	X	X	X				P	X	P	
1.4S	P	P	P				P	P	P	
2.1 hydrogen and hydrogen mixtures exclusively	X	X	X				P	P	P	
2.1 other than hydrogen and hydrogen mixtures	C	X	X				P	P	P	
2.2	P	P	P				P	P	P	
2.3 flammable	X	X	X				P	P	P	
2.3 non-flammable	X	X	X				P	P	P	
3 FP < 23°C	C	X	X				P	P	P	
3 23°C ≤ FP ≤ 60°C	P	P	P				P	P	P	
4.1	P ¹⁾	P ¹⁾	P ¹⁾				P	P	P	
4.2	P ¹⁾	P ¹⁾	P ¹⁾				P	P	P	
4.3 liquids	C ²⁾	C ²⁾	C ²⁾				P	P	P	
4.3 solids	C	C	C				P	P	P	
5.1	P ¹⁾	P ¹⁾	P ¹⁾				P	P	P	
5.2	X	X	X				P	P	P	
6.1 liquids FP < 23°C	C	X	X				P	P	P	
6.1 liquids 23°C ≤ FP ≤ 60°C	C	X	X				P	P	P	
6.1 liquids FP > 60°C	P	X	X				P	P	P	
6.1 solids	P ¹⁾	P ¹⁾	P ¹⁾				P	P	P	
8 liquids FP < 23°C	C	X	X				P	P	P	
8 liquids 23°C ≤ FP ≤ 60°C	C	C ³⁾	C ³⁾				P	P	P	
8 liquids FP > 60°C	P	P ³⁾	P ³⁾				P	P	P	
8 solids	P	P	P				P	P	P	
9 goods evolving flammable vapour exclusively	C	X	X				P	P	P	
9 other than goods evolving flammable vapour	P ¹⁾	P ¹⁾	P ¹⁾				P	P	P	

Рисунок 3.1 – Сумісність небезпечних вантажів

Sketch of the vessel

Cargo spaces indicated in the sketch are corresponding with the table(s) hereafter

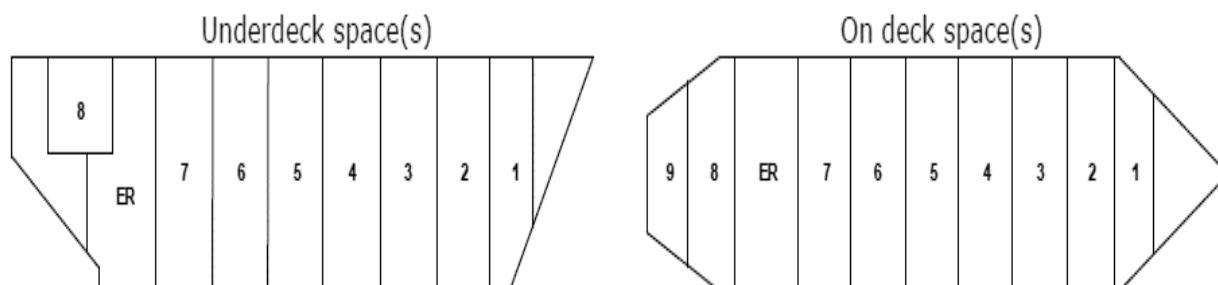


Рисунок 3.2 – Схематичний план приміщень судна

Транспортні характеристики небезпечних вантажів представлені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Транспортні характеристики небезпечних вантажів

№ п/п	Назва Вантажу	Маса 1 вантажного місця, т	Питомий навантажувальний об'єм, м³/т	тип контейнера, ISO	IMDG Code					Норми вантажних робіт, т/добу	
					Номер ООН	Клас	Знак маркування	Категорія розміщення і обробка	Аварійні дії (АвК)	Порт навантаження	Порт вивантаження
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	CHARGES, PROPELLING	0,50	N/A	20'	0491	1.4		Category 02 SW1	F-B, S-X	3500	3000
2	AEROSOLS / LTD QTY	1,50	N/A	20'	1950	2.1		— SW1 SW22	F-D	3500	3000
3	AIR, REFRIGERATED LIQUID	0,70	N/A	40'	1003	2.2		Category D	F-C, S-W	3500	3000
4	PHOSGENE	0,30	N/A	40'	1076	2.3		Category D SW2	F-C, S-U	3500	3000
5	ACETAL	0,05	N/A	20'	1088	3		Category E	F-E, S-D	3500	3000
6	HEXAMETHYLEN ETETRAMINE	0,80	N/A	20'	1328	4.1		Category A	F-A, S-G	3500	3000
7	CARBON, ACTIVATED	1,00	N/A	20'	1362	4.2		Category A SW1 H2	F-A, S-J	3500	3000
8	CALCIUM PHOSPHIDE	0,90	N/A	40'	1360	4.3		Category E	F-G, S-N	3500	3000

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11	DIPHENYLCHLOROARSINE, LIQUID	3,40	N/A	40'	1699	6.1		Categor y D SW2	F-A, S-A	3500	3000
12	ACETIC ANHYDRIDE	0,10	N/A	20'	1715	8		Categor y A SW2	F-E, S-C	3500	3000
13	FISHMEAL (FISHSCRAP), STABILIZED	2,00	N/A	20'	2216	9		Categor y B SW24	F-A, S-J	3500	3000

Розшифровка колонки 7 (клас):

1. 1 клас: вибухові речовини;
 - а. Розділ 1.4: Речовини та вироби, які не становлять значної небезпеки;
2. 2 клас: Гази;
 - а. Розділ 2.1: Горючі гази;
 - б. Розділ 2.2: Негорючі, нетоксичні гази;
 - в. Розділ 2.3: Токсичні гази;
3. 3 клас: легкозаймисті рідини;
4. 4 клас: легкозаймисті тверді речовини; речовини, здатні до самозаймання речовини, які при контакті з водою виділяють легкозаймисті гази;
 - а. Розділ 4.1: Горючі речовини, самореактивні речовини та тверді десенситивовані вибухові речовини;
 - б. Розділ 4.2: Речовини, здатні до самозаймання;
 - в. Розділ 4.3: Речовини, що потрапляють у воду, виділяють легкозаймисті гази;
5. 5 клас: Окислювальні речовини та органічні пероксиди;
 - а. Розділ 5.1: Окислювальні речовини;
6. 6 клас: Токсичні та інфекційні речовини;
 - а. Розділ 6.1: Токсичні речовини;
7. 8 клас: Корозійні речовини;

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

Чекліст перевірки вантажних приміщень перед виходом із порту [24-25]:

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

Необхідні документи для перевезення вантажу [26]:

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

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

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

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

33. Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

Згідно з Картою зон та сезонних районів, у період рейсу, (червень) судно завжди буде в літній зоні вантажної марки. Розрахуємо чисту вантажопідйомність на рейс згідно алгоритму Методичних вказівок та умов реального рейсу судна [27]:

$$\Delta_p = \Delta_{\text{л}} = 87855 \text{ т}$$

Тоді дедвейт судна визначається:

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

$$\Delta_w = 87855 - 20408 = 67447 \text{ т}$$

де Δ_o – водотоннажність судна порожнем.

Вантажопідйомність визначається за формулою:

$$\Delta_{\text{ч}} = \Delta_w - P_{\text{зап}} - \text{const}, \quad (3.2)$$

де: $P_{\text{зап}}$ – маса запасів на рейс, т;

const – константа, яка включає всі невраховані в розрахунках вагові навантаження, т.

Рейсові запаси знаходять як суму:

$$\sum P_{\text{зап}} = P_X^{\text{зап}} + P_{\text{СТ}}^{\text{зап}}, \quad (3.3)$$

де: $P_X^{\text{зап}}$ — маса ходових запасів, т;

$P_{\text{СТ}}^{\text{зап}}$ — маса стоянкових запасів, т.

Але враховуючи те, що судно отримало додаткове паливо під час бункеровки в порту завантаження в розмірі $P_T = 2328,8$ т, а також мало додаткові запаси, не використані в попередньому рейсі, тому остаточна кількість запасів та баласту розміщених на судні наступна:

- моторне паливо $P_T = 2989,9$ т;
- дизельне паливо $P_D = 74,9$ т;
- мастило $P_M = 177,9$ т;
- прісної води $P_V = 300$ т;
- інших запасів $P_{\text{ін}} = 176,5$ т;
- баласту для виконання вимог для остійності $P_B = 12516,9$ т

Разом всіх запасів і баласту на борту на момент виходу судна з порту – 16145,1 т.

$$\Delta \text{ч} = 67447 - 16145,1 - 407,3 = 50894,6 \text{ т}$$

Тривалість плавання визначають за формулою:

$$t_x = S / (V \cdot 24) + t_{\text{дод}}, \quad (3.4)$$

$$t_x = 6,7 \text{ діб, (взято з розділу 2)}$$

Витрачені запаси на рейс визначаються:

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

де: $P_T^x, P_V^x, P_{\text{см}}^x$ — відповідно кількість палива, води і мастила необхідне на перехід від порту навантаження до порту вивантаження з урахуванням коефіцієнта штормового запасу $k_{\text{шт}}$ (прийmemo 20%).

$$P_T^x = q_T^x \cdot t_x \cdot k_{\text{шт}}; \quad (3.6)$$

$$P_V^x = q_V^x \cdot t_x \cdot k_{\text{шт}}; \quad (3.7)$$

$$P_{\text{см}}^x = q_M^x \cdot t_x \cdot k_{\text{шт}}; \quad (3.8)$$

де: q_T^x, q_B^x, q_M^x – добова норма витрачання палива, води і масла на ходу судна відповідно, т/добу.

$$P_T^x = 82 \cdot 6,7 \cdot 1,2 = 660,6 \text{ т};$$

$$P_B^x = 21 \cdot 6,7 \cdot 1,2 = 168,84 \text{ т};$$

$$P_{\text{зап}}^x = 660,6 + 168,84 = 829,44 \text{ т};$$

На переході не застосовувалось дизельне пальне, а прісна вода поповнювалась за допомогою опріснювального обладнання.

Стояночний час визначається за формулою:

$$t_{\text{ст}} = \frac{\sum Q_i}{M} + t_{\text{дод}}, \quad (3.9)$$

де: Q_i – маса вантажу одного найменування, т;

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

$t_{\text{дод}}$ – додаткові витрати часу в порту, діб;

Для порту завантаження час не враховуємо, так як запаси на початок рейсу вже будуть витрачені в порту відходу. Тому:

$$t_{\text{ст}} = 311/3000 + 1790/3000 + 0,3 = 1 \text{ доба}$$

Розрахунок стоян очних запасів виконується аналогічно розрахунку ходових запасів:

$$P_{\text{зап}}^{\text{ст}} = P_T^{\text{ст}} + P_B^{\text{ст}} + P_{\text{см}}^{\text{ст}}; \quad (3.10)$$

$$P_T^{\text{ст}} = q_T^{\text{ст}} \cdot t_{\text{ст}}; \quad (3.11)$$

$$P_B^{\text{ст}} = q_B^{\text{ст}} \cdot t_{\text{ст}}; \quad (3.12)$$

$$P_{\text{см}}^{\text{ст}} = q_M^{\text{ст}} \cdot t_{\text{ст}}; \quad (3.13)$$

де: $q_T^{\text{ст}}, q_B^{\text{ст}}, q_M^{\text{ст}}$ – добова норма витрачання палива, води і масла на стоянці відповідно, т / добу.

$$P_{\text{диз}}^{\text{ст}} = 7 \cdot 1 = 7 \text{ т};$$

$$P_B^{\text{ст}} = 4 \cdot 0,17 = 0,17 \text{ т};$$

$$P_{\text{зап}}^{\text{ст}} = 7 + 0,17 = 7,17 \text{ т};$$

$$P_{\text{зап}} = 829,44 + 7,17 = 836,61 \text{ т}$$

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

$$\Delta_{\text{ч}} \geq \sum Q_i, \quad (3.14)$$

$$50894,6 \geq 27974 \text{ т};$$

Отже, відповідні умови відповідають вимогам.

3.4. Складання вантажного плану

Максимально допустиме вагове навантаження вантажного приміщення:

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

2. Передбачаються наступні максимальні ваги штабелей:

а. На палубі/кришці люку:

i. Штабель контейнерів 20 футів: 80 т;

ii. Штабель контейнерів на 40 футів: 100 т.

б. В трюмі:

i. 20 футовий контейнер: 24 тон / TEU;

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

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

Таблиця 3.2 – Розміщення контейнерів на судні по баям

Трюм №	20' Контейнери		40' Контейнери		Маса в трюмі, т
	Бей №	Маса, т	Бей №	Маса, т	
1	2	3	4	5	6
Трюм 1F	1	69,0	2	351	541,2
	3	121,2			

Продовження табл. 3.2

1	2	3	4	5	6
Трюм 1А	5	75,4	6	532,3	678,3
	7	70,6			
Трюм 2F	9	156,9	10	1011,7	1594,0
	11	425,4			
Трюм 2А	13	271,9	14	1094,1	1764,2
	15	398,2			
Трюм 3F	17	150,2	18	1559	1891,7
	19	182,5			
Трюм 3А	21	25,5	22	1569,1	1643,2
	23	48,6			
Трюм 4F	25	468,2	26	2178,9	3113,9
	27	466,8			
Трюм 4А	29	22,4	30	1549,3	1597,3
	31	25,6			
Трюм 5F	33	3,8	34	1555,4	1596,8
	35	37,6			
Трюм 5А	37	88,2	38	2008,7	2195,4
	39	98,5			
Трюм 6F	41	10,2	42	1600	1618,9
	43	8,7			
Трюм 6А	45	256,3	46	1138	1616,6
	47	222,3			
Трюм 7F	49	19,3	50	2352,3	2396,8
	51	25,2			
Трюм 7А	53	33,9	54	1199,8	1267,2
	55	33,5			
Трюм 8F	57	0,0	58	0	0,0

Продовження табл. 3.2

1	2	3	4	5	6
	59	0,0			
Трюм 8М	61	4,6	62	1351,1	1355,7
	63	0,0			
Трюм 8А	65	13,8	66	990,6	1004,4
	67	0,0			
Корма	N/A		70	428,7	428,7
Маса всього, т		3834		22470,3	26304,3

3.5. Характеристика експлуатаційних умов рейсу

Опис портів виконано за допомогою Guide To Port Entry:

Порт Галіфакс

Галіфакс – це великий глибоководний морський порт, розташований на східному узбережжі Нової Шотландії, до якого можна підійти безпосередньо з Атлантики та в межах 130 км від великого кругового маршруту з Північної Європи до Нью-Йорка. Гавань, природня, добре захищена великим внутрішнім басейном Бедфорда. Галіфакс – це порт для будь-яких погодних умов, вільний від льоду в зимовий сезон із загальними користувачами та приватними причалами та транзитними навісами.

Два сучасні контейнерні термінали, термінал South End на вході в гавань і термінал Fairview Cove в Бедфорд-Бейсін, обладнані козловими кранами та кормовими вантажними рампами Ro-Ro. Гавань використовується як звичайний порт заходу для контейнерних і круїзних суден, а також є місцем розташування нафтопереробного заводу, верфей із сухими доками, гравійних доків і морських спусків, а також багатьох морських підприємств.

Більшість причалів є інтермодальними з прямим доступом до залізничного сполучення біля причалу. Спеціальне залізничне обладнання доступне для наливних, наливних, важких і контейнерних вантажів.

Основні товари: Експорт: зерно, гіпс, пиломатеріали, контейнери, риба та генеральні вантажі. Імпорт: гума, автомобілі, контейнери, сира нафта тощо. Останнім часом проектні вантажі включають деталі та обладнання для вітрових турбін.

Показники вантажообігу: близько 1500 суден, 7800000 т вантажів, в тому числі 400000 TEU та 217000 пасажирів, обслуговуються щорічно.

Зона вантажної марки: Північноатлантична зимова сезонна зона. Для суден довжиною понад 100 м, зима з 16 грудня по 15 лютого, літо з 16 лютого по 15 грудня.

Буксири: Atlantic Towing Ltd. керує великим флотом сучасних буксирів потужністю від 1250 до 5400 к.с. для буксирування та рятування в гавані, прибережних та глибоких водах.

Є 2 плавучих сухих дока та 1 гравійний док. Причали № 6 і 7: довжина 338 м, глибина близько 8 м, які застосовуються для ремонту. Dartmouth Shipyard має два місця, обидва довжиною 112,3 м і шириною 17,2 м. Один здатний приймати судна вагою до 4000 т, а інший – до 3000 т.

Прісна вода: Лише з причалу. Баржі з водою доступні через приватного підрядника. 50 т/год по шлангу.

Бункерування: доступне з баржі в будь-якому місці в гавані або вздовж причалу, або на якірі.

Графік роботи: зазвичай 08:00-17:00 год. Після звичайного робочого часу робота – понаднормова. Праця доступна протягом 24 годин.

Порт Саутгемптон

Порт розташований в Солент на узбережжі південного узбережжя Англії.

Район порту включає в себе 2 басейни і великі річкові причали, що забезпечують загальну довжину причалів понад 12 км. Існують місця для широкого спектра типів суден, в тому числі для перевезення сипучих вантажів,

Ro-Ro, контейнерів, пасажирських, рефрижераторних та універсальних вантажних суден. Послуги доступні з нафтового терміналу «Fawley Esso Oil Terminal» і терміналу «BP Oil Hamble».

Показники вантажообігу: приблизно 36690000 т вантажів, 1900000 TEU і 1405000 пасажирів обробляються щорічно.

Зона вантажної марки: Північна Атлантична зимова сезонна зона II, зима з 1 листопада по 31 березня, літо з 1 квітня по 31 жовтня.

Буксири: доступні комплексні послуги буксирування.

Прісна вода: є термінал «Fawley» з якого дозволено доставку лише прісної води на баржі, максимум 48 м³.

Бункерування: Бункерування паливом доступно баржею або автоцистерною.

Графік роботи: звичайно, загальні спальні місця 07:00-23:00; контейнерні та танкерні причали протягом 24 годин.

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

При виконанні розрахунків будемо опиратися на дані креслень та планів судна, зокрема Trim and Stability Booklet.

Система координат, використована в цій роботі:

– X , м – продольний центр координат, відраховується від мідельшпангоуту (Longitudinal centre, L_c m.fr.MF) і мають знак в корму «–», а в носовій частині «+»;

– Z , м – вертикальний центр координат, відраховується від основної площини (Vertical centre, V_{cg} m.a.BL).

Диферент на корму має знак «–», а на ніс «+».

4.1. Розрахунок водотоннажності і координат центра ваги судна

Розподіл прийнятих у розділі 3 рейсових запасів на судні на відхід і прихід представляється в таблиці.

На прихід було враховано залишок запасів з реального рейсу, так як умови використання запасів в теорії та на практиці значною мірою відрізняються. Наприклад, в процесі переходу судно крім того, що витрачає прісну воду, разом з тим його ще й виробляє, тому її кількість може не змінитися, або навіть стати більше. Витрати палива можуть відрізнятися від прийнятого запасу через непередбачувану зміну плану переходу судна, необхідність обходити тропічні циклони, які не є рідкістю в даному регіоні Північної Атлантики, а також через можливу необхідність зупинитися в морі для термінового налагодження головного двигуна, який може зазнати серйозних пошкоджень, наприклад, під час високих оборотів на хвилюванні через можливе оголення гвинта. Більше того, якщо прийняти на судно тільки ту частину запасів палива, яку було розраховано в розділі 3 без урахування бункеровки судна, то за такого підрахунку судно зовсім не буде мати палива

після завершення вантажних операцій в порту приходу, і потребуватиме бункеровки, щоб прямувати далі по заданому Чартером маршруті. А прийом палива в даному порту буде економічно невігідним для чартера.

На основі міркувань вище на прихід буде враховуватися та кількість запасів, яка залишилась після переходу в ході реального рейсу судна.

За умовами посадки та остійності необхідно було прийняти баласт на судно на відхід з порту, його розподіл додано в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Розподіл запасів на відхід з порту

Назва	Міст- кість, м3	Маса, т	Щіль- ність, т/м3	Плечі, м		Моменти, тм	
				x	z	Mx	Mz
1	2	3	4	5	6	7	8
Баласт							
NO.1 W.B.T.(P)	713,8	10,3	1,0250	105,31	0,37	1085	4
NO.1 W.B.T.(S)	713,8	10,3	1,0250	105,31	0,37	1085	4
NO.2 S.W.B.T.(P)	1276,1	368,0	1,0250	83,72	6,18	30809	2274
NO.2 S.W.B.T.(S)	1276,1	368,0	1,0250	83,72	6,18	30809	2274
NO.2 L.S.W.B.T.(P)	479,3	491,3	1,0250	83,23	2,35	40891	1155
NO.2 L.S.W.B.T.(S)	478,5	490,5	1,0250	83,25	2,35	40834	1153
NO.3 L.S.W.B.T.(P)	724,6	742,7	1,0250	55,23	1,93	41019	1433
NO.3 L.S.W.B.T.(S)	725,0	743,1	1,0250	55,22	1,93	41034	1434
NO.4 L.S.W.B.T.(P)	695,0	712,4	1,0250	26,83	1,80	19114	1282
NO.4 L.S.W.B.T.(S)	695,0	712,4	1,0250	26,83	1,80	19114	1282
NO.4 D.B.W.B.T.(C)	390,9	400,6	1,0250	27,73	0,90	11109	361
NO.5 L.S.W.B.T.(P)	836,4	857,3	1,0250	-0,80	1,78	-686	1526
NO.5 L.S.W.B.T.(S)	836,4	857,3	1,0250	-0,80	1,78	-686	1526
NO.5 D.B.W.B.T.(C)	378,1	387,5	1,0250	-0,30	0,90	-116	349
NO.6 S.W.B.T.(P)	728,5	400,3	1,0250	-29,26	7,88	-11713	3154

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8
NO.6 S.W.B.T.(S)	728,5	501,7	1,0250	-29,26	8,76	-14680	4395
NO.6 L.S.W.B.T.(P)	798,8	818,8	1,0250	-28,82	1,80	-23598	1474
NO.6 L.S.W.B.T.(S)	798,8	818,8	1,0250	-28,82	1,80	-23598	1474
NO.7 S.W.B.T.(P)	821,5	410,0	1,0250	-58,99	7,07	-24186	2899
NO.7 S.W.B.T.(S)	821,5	615,0	1,0250	-58,64	8,71	-36064	5357
NO.7 L.S.W.B.T.(P)	635,0	650,9	1,0250	-57,18	2,02	-37218	1315
NO.7 L.S.W.B.T.(S)	635,0	650,9	1,0250	-57,18	2,02	-37218	1315
NO.8 S.W.B.T.(P)	243,3	249,4	1,0250	-120,59	13,24	-30075	3302
NO.8 S.W.B.T.(S)	243,3	249,4	1,0250	-120,59	13,24	-30075	3302
A.P.T.(C)	678,1	0,1	1,0250	-126,50	7,11	-13	1
Всього баласту		12516,9	1,0250	0,56	3,52	7009	44059
Моторне паливо							
NO.3 S.H.F.O.T.(P)	914,2	54,8	1,0073	56,05	4,72	3072	259
NO.3 S.H.F.O.T.(S)	914,2	40,1	1,0082	56,02	4,64	2246	186
NO.4 S.H.F.O.T.(P)	712,2	608,9	1,0096	27,49	10,02	16739	6101
NO.4 S.H.F.O.T.(S)	712,2	657,4	1,0096	27,51	10,45	18085	6870
NO.5 S.H.F.O.T.(P)	727,1	406,5	1,0080	-0,78	8,00	-317	3252
NO.5 S.H.F.O.T.(S)	727,1	408,0	1,0080	-0,78	8,01	-318	3268
NO.6 DB.HF.O.T.(C)	408,2	43,9	1,0073	-28,77	0,10	-1263	4
NO.7 DB.HF.O.T.(C)	401,2	33,5	1,0073	-57,94	0,10	-1941	3
E/R H.F.O.T.(P)	298,9	135,7	0,9120	-77,50	7,91	-10517	1073
E/R H.F.O.T.(S)	546,9	184,1	0,9120	-80,55	8,06	-14829	1484
H.F.O.SERV.T.(P)	129,3	88,6	1,0085	-76,82	8,90	-6806	789
H.F.O.SETT.T.(P)	139,9	121,5	1,0085	-74,74	11,17	-9081	1357
L.S.HFO.SERV.T.(P)	73,2	62,4	1,0000	-77,08	9,56	-4810	597
L.S.HFO.SETT.T.(P)	144,1	53,5	0,9002	-73,85	7,76	-3951	415
Всього моторного палива		2898,9	0,9960	-4,72	8,85	-13683	25655

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Дизельне паливо							
M.D.O.STOR.T.(P)	164,1	1,6	0,8770	-82,28	0,12	-132	0
M.D.O.STOR.T.(S)	213,4	1,7	0,8770	-78,95	0,12	-134	0
M.D.O.SERV.T.(P)	123,2	71,6	0,8770	-86,72	11,65	-6209	834
Всього дизельного палива		74,9	0,8770	-86,45	11,14	-6475	834
Масило							
MAIN LO.SUMP.T.(C)	70,2	13,9	0,9000	-88,94	0,64	-1236	9
MAIN LO.STOR.T.(P)	144,8	83,2	0,9000	-99,43	11,50	-8273	957
MAIN LO.SETT.T.(P)	100,7	0,0	0,9000	-99,10	7,10	0	0
CYL.O.STOR.T.(S)	129,8	54,2	0,9550	-99,65	10,81	-5401	586
CYLO.STOR/LSHFO(S)	100,7	20,5	0,9050	-99,16	7,42	-2033	152
G/E.L.O.STOR.T.(P)	11,0	4,3	0,9200	-93,93	15,52	-404	67
S/T.L.O.SUMP.T.(S)	6,3	1,8	0,9000	-115,25	1,84	-207	3
ВСЬОГО МАСТИЛА		177,9	0,9178	-98,67	9,97	-17553	1774
Прісна вода							
F.W.T.(P)	234,0	151,0	1,0000	-108,50	9,64	-16384	1456
F.W.T.(S)	234,0	149,0	1,0000	-108,49	9,62	-16165	1433
ВСЬОГО ПРІСНОЇ ВОДИ		300,0	1,0000	-108,50	9,63	-32550	2889
Інші танки							
F.O.OVERFLOW.T.(P)	119,7	21,5	1,0085	-74,73	0,27	-1607	6
OILY B.T.(C)	102,1	28,7	1,0250	-104,07	0,52	-2987	15
BLIGE H.T.(C)	156,7	19,0	1,0000	-114,49	0,29	-2175	6
SLUDGE T.(P)	33,6	21,3	1,0000	-86,37	6,31	-1840	134
C.W.T.(C)	86,0	86,0	1,0000	-128,12	3,45	-11018	297
ВСЬОГО ІНШІ ТА НКИ		176,5	1,0051	-111,20	2,59	-19627	457
ВСЬОГО ЗАПАСІВ		16145,1	1,0172	-5,13	4,69	-82899	75721

Розподіл прийнятих у розділі 3 рейсових запасів на судні на прихід в порт представляється в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Розподіл запасів на прихід в порт

Назва	Міст- кість, м3	Маса, т	Щіль- ність, т/м3	Плечі, м		Моменти, тм	
				x	z	Mx	Mz
1	2	3	4	5	6	7	8
Баласт							
NO.1 W.B.T.(S)	713,8	10,3	1,0250	105,31	0,37	1085	4
NO.2 S.W.B.T.(P)	1276,1	512,5	1,0250	84,07	6,85	43086	3511
NO.2 S.W.B.T.(S)	1276,1	512,5	1,0250	84,07	6,85	43086	3511
NO.2 L.S.W.B.T.(P)	479,3	491,3	1,0250	83,23	2,35	40891	1155
NO.2 L.S.W.B.T.(S)	478,5	490,5	1,0250	83,25	2,35	40834	1153
NO.3 L.S.W.B.T.(P)	724,6	742,7	1,0250	55,23	1,93	41019	1433
NO.3 L.S.W.B.T.(S)	725,0	743,1	1,0250	55,22	1,93	41034	1434
NO.4 L.S.W.B.T.(P)	695,0	712,4	1,0250	26,83	1,80	19114	1282
NO.4 L.S.W.B.T.(S)	695,0	712,4	1,0250	26,83	1,80	19114	1282
NO.4 D.B.W.B.T.(C)	390,9	400,6	1,0250	27,73	0,90	11109	361
NO.5 L.S.W.B.T.(P)	836,4	857,3	1,0250	-0,80	1,78	-686	1526
NO.5 L.S.W.B.T.(S)	836,4	857,3	1,0250	-0,80	1,78	-686	1526
NO.5 D.B.W.B.T.(C)	378,1	387,5	1,0250	-0,30	0,90	-116	349
NO.6 S.W.B.T.(P)	728,5	480,9	1,0250	-29,26	8,58	-14071	4126
NO.6 S.W.B.T.(S)	728,5	421,1	1,0250	-29,26	8,06	-12321	3394
NO.6 L.S.W.B.T.(P)	798,8	818,8	1,0250	-28,82	1,80	-23598	1474
NO.6 L.S.W.B.T.(S)	798,8	818,8	1,0250	-28,82	1,80	-23598	1474
NO.7 S.W.B.T.(P)	821,5	256,3	1,0250	-59,67	5,96	-15293	1528
NO.7 S.W.B.T.(S)	821,5	768,8	1,0250	-58,50	9,98	-44975	7673
NO.7 L.S.W.B.T.(P)	635,0	650,9	1,0250	-57,18	2,02	-37218	1315
NO.7 L.S.W.B.T.(S)	635,0	650,9	1,0250	-57,18	2,02	-37218	1315

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8
NO.8 S.W.B.T.(P)	243,3	0,1	1,0250	-117,29	9,16	-12	1
NO.8 S.W.B.T.(S)	243,3	249,4	1,0250	-120,59	13,24	-30075	3302
A.P.T.(C)	678,1	1,0	1,0250	-126,50	7,11	-127	7
ВСЬОГО БАЛАСТУ		12557,6	1,0250	4,89	3,51	60376	44077
Моторне паливо							
NO.3 S.H.F.O.T.(P)	914,2	240,0	1,0073	56,31	5,65	13514	1356
NO.3 S.H.F.O.T.(S)	914,2	155,0	1,0082	56,21	5,24	8713	812
NO.4 S.H.F.O.T.(P)	712,2	612,8	1,0096	27,49	10,05	16846	6159
NO.4 S.H.F.O.T.(S)	712,2	659,7	1,0096	27,51	10,47	18148	6907
NO.5 S.H.F.O.T.(P)	727,1	6,0	1,0080	-0,78	4,51	-5	27
NO.5 S.H.F.O.T.(S)	727,1	5,0	1,0080	-0,78	4,51	-4	23
NO.6DB.HF.O.T.(C)	408,2	48,5	1,0073	-28,77	0,11	-1395	5
NO.7DB.HF.O.T.(C)	401,2	35,7	1,0073	-57,94	0,10	-2068	4
E/R H.F.O.T.(P)	298,9	15,0	0,9120	-75,88	4,62	-1138	69
E/R H.F.O.T.(S)	546,9	65,0	0,9120	-77,04	5,70	-5008	371
H.F.O.SERV.T.(P)	129,3	121,6	1,0085	-76,60	10,34	-9315	1257
H.F.O.SETT.T.(P)	139,9	94,0	1,0085	-74,85	10,14	-7036	953
L.S.HFO.SERV.T.(P)	73,2	65,0	1,0000	-77,06	9,78	-5009	636
L.S.HFO.SETT.T.(P)	144,1	115,0	0,9002	-73,85	10,62	-8493	1221
Всього моторного палива		2238,3	0,9997	7,93	8,85	17751	19809
Дизельне паливо							
M.D.O.STOR.T.(P)	164,1	1,6	0,8770	-82,28	0,12	-132	0
M.D.O.STOR.T.(S)	213,4	1,7	0,8770	-78,95	0,12	-134	0
M.D.O.SERV.T.(P)	123,2	71,6	0,8770	-86,72	11,65	-6209	834
Всього дизельного палива		74,9	0,8770	-86,45	11,14	-6475	834
Масило							
MAIN LO.SUMP.T.(C)	70,2	13,9	0,9000	-88,94	0,64	-1236	9

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8
MAIN LO.STOR.T.(P)	144,8	83,2	0,9000	-99,43	11,50	-8273	957
MAIN LO.SETT.T.(P)	100,7	0,0	0,9000	-99,10	7,10	0	0
CYL.O.STOR.T.(S)	129,8	54,2	0,9550	-99,65	10,81	-5401	586
CYLO.STOR/LSHFO(S)	100,7	20,5	0,9050	-99,16	7,42	-2033	152
G/E.L.O.STOR.T.(P)	11,0	4,3	0,9200	-93,93	15,52	-404	67
S/T.L.O.SUMP.T.(S)	6,3	1,8	0,9000	-115,25	1,84	-207	3
ВСЬОГО МАСТИЛА		177,9	0,9178	-98,67	9,97	-17554	1774
Прісна вода							
F.W.T.(P)	234,0	220,0	1,0000	-108,70	10,22	-23914	2248
F.W.T.(S)	234,0	86,0	1,0000	-108,09	8,99	-9296	773
Всього прісної води		306,0	1,0000	-108,53	9,88	-33210	3023
Інші танки							
F.O.OVERFLOW.T.(P)	119,7	22,9	1,0085	-74,73	0,29	-1711	7
OILY B.T.(C)	102,1	51,3	1,0250	-104,08	0,81	-5339	42
BLIGE H.T.(C)	156,7	24,0	1,0000	-114,57	0,34	-2750	8
SLUDGE T.(P)	33,6	20,0	1,0000	-86,37	6,29	-1727	126
C.W.T.(C)	86,0	86,0	1,0000	-128,12	3,45	-11018	297
Всього інші танки		204,1	1,0072	-110,41	2,35	-22546	480
ВСЬОГО ЗАПАСІВ		15558,8	1,0187	-0,11	4,50	-1658	70015

Розподіл вантажів по вантажних приміщеннях представлений в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Розподіл вантажів по вантажних приміщеннях

Трюм №	Бей №	Маса в трюмі, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	Mx	Mz
1	2	3	4	5	6	7
Трюм 1F	2	541,2	121,1	25,17	65539	13622

Продовження табл. 4.3

1	2	3	4	5	6	7
Трюм 1А	6	678,3	106,8	24,95	72442	16924
Трюм 2F	10	1594	92,60	22,85	147604	36423
Трюм 2А	14	1764,2	78,30	19,55	138137	34490
Трюм 3F	18	1891,7	64,10	17,36	121258	32840
Трюм 3А	22	1643,2	49,90	16,94	81996	27836
Трюм 4F	26	3113,9	35,60	16,55	110855	51535
Трюм 4А	30	1597,3	21,40	16,22	34182	25908
Трюм 5F	34	1596,8	7,10	17,11	11337	27321
Трюм 5А	38	2195,4	-7,10	16,58	-15587	36400
Трюм 6F	42	1618,9	-21,30	15,32	-34483	24802
Трюм 6А	46	1616,6	-35,60	13,24	-57551	21404
Трюм 7F	50	2396,8	-49,80	13,21	-119361	31662
Трюм 7А	54	1267,2	-64,10	13,34	-81228	16904
Трюм 8F	58	0	-96,30	0	0	0
Трюм 8М	62	1355,7	-111,0	25,86	-150483	35058
Трюм 8А	66	1004,4	-125,0	26,01	-125550	26124
Корма	70	428,7	-139,0	28,59	-59589	12257
Вантаж всього:		26304,3	5,30	17,93	139518	471510

Так як приймається палубний вантаж, то необхідно виконати перевірку місцевої міцності палуби (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 – Перевірка місцевої міцності днища на палубі

Бей №	Вага на палубі, т	Вага на одній кришці, т	Вага одної стопки, т	Навантаження	
				Допуст.	% від допуст.
1	2	3	4	5	6
2	606,0	202,0	40,4	100	40,4

Продовження табл. 4.4

1	2	3	4	5	6
6	1202,1	400,7	80,1	100	80,1
10	1426,0	475,3	95,1	100	95,1
14	1353,1	451,0	90,2	100	90,2
18	570,6	190,2	38,0	100	38,0
22	1423,0	474,3	94,9	100	94,9
26	1239,0	413,0	82,6	100	82,6
30	1372,2	457,4	91,5	100	91,5
34	1465,0	488,3	97,7	100	97,7
38	1233,9	411,3	82,3	100	82,3
42	1083,4	361,1	72,2	100	72,2
46	1379,0	459,7	91,9	100	91,9
50	1004,1	334,7	66,9	100	66,9
62	984,1	328,0	65,6	100	65,6
66	738,3	246,1	49,2	100	49,2
70	255,6	85,2	17,0	100	17,0

Значення допустимого навантаження на одиницю площі (допустима маса контейнерів у штабелі) приміщення приводяться в судовій документації.

Складемо таблицю зведених даних на основі виконаних розподілів вантажу, запасів і баласту і розрахуємо водотоннажність з координатами центра ваги судна на відхід з порту (табл. 4.5).

Таблиця 4.5 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на відхід з порту

Найменування статей навантаження	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		x	z	M _x	M _z
Константа	407,3	-26,08	19,31	-10622	7865
Запаси	16145,1	-5,13	4,69	-82899	75721
Вантаж	26304,3	5,30	17,93	139518	471510
Судно порожнє	20408	-6,81	13,96	-416731	284896
РАЗОМ	63264,7	-5,86	13,28	-370734	839992

Дані і розрахунок водотоннажності на прихід в порт Саутгемптон приведено в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на прихід в порт

Найменування статей навантаження	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		х	z	М _х	М _z
Константа	407,3	-26,08	19,31	-10622	7865
Запаси	15558,8	-0,11	4,50	-1658	70015
Вантаж	26304,3	5,30	17,93	139518	471510
Судно порожнє	20408	-6,81	13,96	-416731	284896
РАЗОМ	62678,4	-4,62	13,31	-289493	834286

На основі зведених даних і розрахунків водотоннажності на відхід з порту Галіфакс, та необхідності прийняти кількість вантажу, зазначену чартером, складається бейплан судна (рис. 4.1) з наглядним розміщенням вантажу по беям судна.

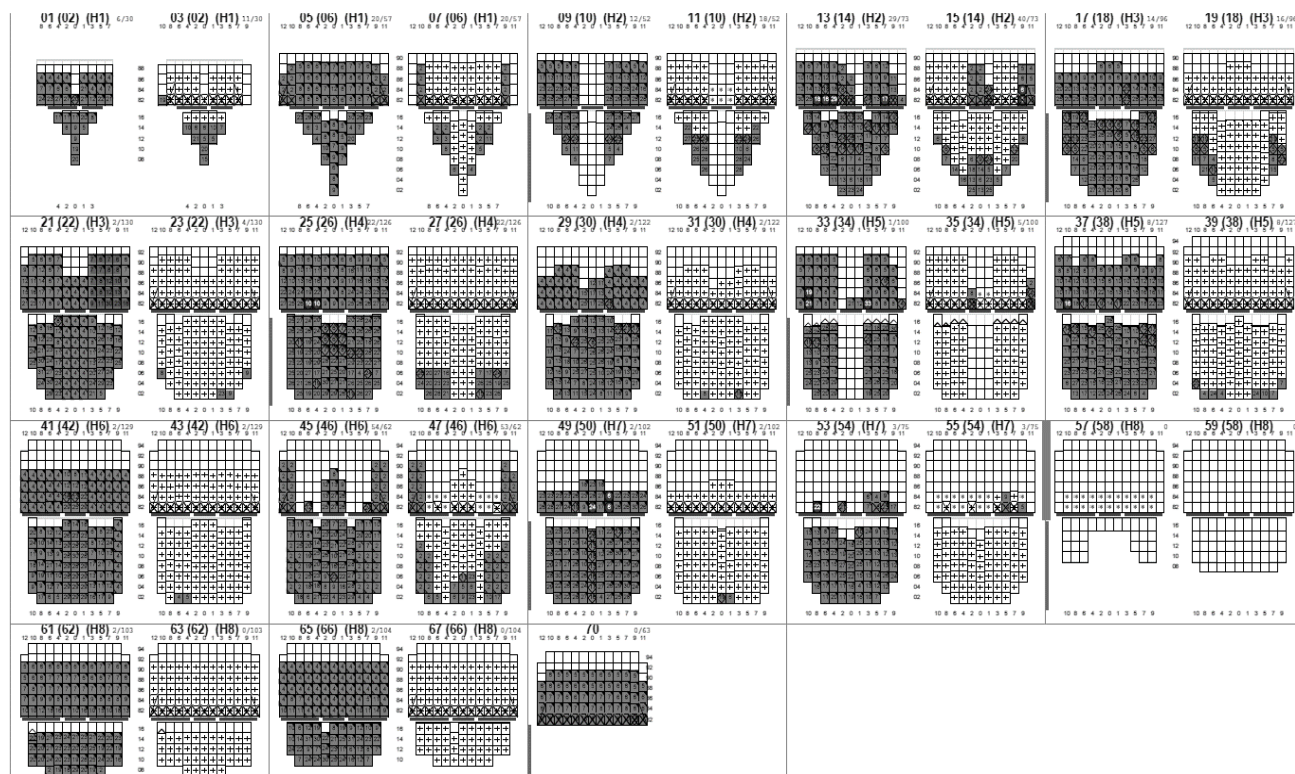


Рисунок 4.1 – Бейплан т/х «MSC Sariska V»

4.2. Розрахунки посадки і початкової остійності

Розрахунок посадки судна на відхід і прихід виконувався по вантажній шкалі, гідростатичних кривих у табличній формі та вантажної програми судна (табл. 4.7) [28].

Таблиця 4.7 – Розрахунки посадки т/х «MSC Sariska V» на відхід та на прихід

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	63264,7	62678,4
Абсциса центра ваги судна, м	x_g	-5,86	-4,62
Густина води, т/м ³	$\rho_{\text{и}}$	61722	61150
Водотоннажність об'ємна, м ³	$V = D / \rho_{\text{и}}$	1,025	1,025
Осадка судна, м	T	10,55	10,47
Момент диферентуючий на 1 см, тм/см	$M_{\text{см}}$	1193,8	1185,6
Абсциса центра плавучості судна, м	x_c	-4,01	-3,95
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	x_f	-9,1	-8,87
Апліката поперечного метacentра, м	z_m	14,7	14,7
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,64	0,639
Диферент судна, м	$d = D(x_g - x_c) / (100 M_{\text{см}})$	-0,98	-0,35
Осадка судна носом, м	$T_n = T + (L/2 - x_f) d/L$	10,03	10,28
Осадка судна кормою, м	$T_k = T_n - d$	11,01	10,63

Виконаний розрахунок засвідчує, що осадка судна не перевищує допустиму літньою вантажною маркою.

Для виконання розрахунків та контролю остійності судна необхідно визначити поправки на вплив вільної поверхні рідких вантажів (запасів) до метacentричної висоти і плечам статичної остійності. При визначенні

виправлення на вільні поверхні в розрахунок приймаються цистерни запасів з найбільшим виправленням Δm_h незалежно від ступеня їхнього заповнення. Поправочні моменти Δm_h вибираються з таблиці даних по суднових цистернах, що приводиться в Інформації.

Таблиця 4.8 – Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h , тм
NO.3 S.H.F.O.T.(P)	325
NO.3 S.H.F.O.T.(S)	325
NO.6 DB.HF.O.T.(C)	1204
NO.7 DB.HF.O.T.(C)	923
MAIN LO.SUMP.T.(C)	37
CYL.O.STOR.T.(S)	46
CYLO.STOR/LSHFO (S)	83
F.W.T.(P)	427
F.W.T.(S)	427
F.O.OVERFLOW.T.(P)	385
OILY B.T.(C)	216
BLIGE H.T.(C)	66
SLUDGE T.(P)	33
NO.2 S.W.B.T.(P)	657
NO.2 S.W.B.T.(S)	657
Сума: $\Sigma \Delta m_h$	5811

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний у табл.4.9.

Таблиця 4.9 – Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	63264,7	62678,4
Невиправлена апліката центра ваги судна, м	z_{g0}	13,28	13,31
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	14,70	14,70
Невиправлена метацентрична висота, м	$h_0 = z_m - z_{g0}$	1,42	1,39
Виправлення на вільні поверхні, м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / D$	0,09	0,09
Виправлена апліката центра ваги судна, м	$z_g = z_{g0} + \Delta h$	13,37	13,40
Виправлена метацентрична висота, м	$h = h_0 - \Delta h$	1,33	1,30

4.3. Контроль остійності за матеріалами Інформації

Виконаємо перевірку остійності судна на відхід з порту та на прихід в порт за допомогою Інформації про остійність судна по мінімальній допустимій метацентричній висоті (табл. 4.10) [29].

Таблиця 4.10 – Перевірка остійності «MSC Sariska V» по допустимій метацентричній висоті

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	62397,2	61583,8
Виправлена метацентрична висота, м	h	1,33	1,30
Мінімально допустима метацентрична висота, м	h_{min}	0,48	0,48

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

4.4. Розрахунок і побудова діаграм остійності

Розрахунок плеч статичної остійності на відхід з порту з використанням таблиці плечей остійності форми виконано в табл. 4.11.

Плечі форми відлічуються від точки К, що відповідає кільовій лінії, то плечі остійності ваги необхідно розраховувати за формулою $l_e = z_g \sin \theta$, а виправлені на вплив вільних поверхонь плечі статичної остійності будуть розраховуватися за формулою $l = l_\phi - l_e$.

Таблиця 4.11 – Розрахунок плечей статичної остійності на відхід

Водотоннажність D, т							63264,7	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							13,28	
Апліката умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м							13,37	
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плеche форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \cdot \sin \theta^\circ$	Плеche статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \theta^\circ$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	2,568	0,174	2,326	0,242	4	0,968	3	0,726
20	5,158	0,342	4,573	0,585	2	1,170	3	1,755
30	7,784	0,500	6,685	1,099	4	4,396	1	1,099
40	10,272	0,643	8,597	1,675	1	1,675	$\sum_{30}$	3,580
50	12,145	0,766	10,241	1,904	$\sum_{40}$	8,209	$a_{0-30} = 0,234$	
60	13,320	0,866	11,578	1,742	$a_{0-40} = 0,477$			
70	13,834	0,940	12,568	1,266				
					$a_{30-40} = 0,477 - 0,234 = 0,243$			

Розрахуємо плечі статичної остійності на прихід в порт Саутгемптон і зведем результати до табл. 4.12.

Таблиця 4.12 – Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність D, т							62678,4	
Апліката центра ваги судна z _{g0} , м							13,31	
Апліката умовного центра мас z _m , м (полюс – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, z _g = z _{g0} + Δh, м							13,40	
Δθ = 0,1745 ≈ 10°/57,3								
Кут крену θ°	Плече форми, l _φ , м	sin θ°	z _g ·sin θ°	Плече статичної остійності l= l _φ - z _g ·sin θ°, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	2,568	0,174	2,332	0,236	4	0,944	3	0,708
20	5,160	0,342	4,583	0,577	2	1,154	3	1,731
30	7,786	0,500	6,700	1,086	4	4,344	1	1,086
40	10,272	0,643	8,616	1,656	1	1,656	Σ ₃₀	3,525
50	12,148	0,766	10,264	1,884	Σ ₄₀	8,098	a ₀₋₃₀ = 0,231	
60	13,330	0,866	11,604	1,726	a ₀₋₄₀ = 0,471			
70	13,846	0,940	12,596	1,250				
					a ₃₀₋₄₀ = 0,471-0,231 = 0,240			

У таблицях також представлений розрахунок площ під діаграмою статичної остійності до 30° , до 40° і від 30° до 40° з використанням коефіцієнтів Сімпсона за формулами

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

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

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

За результатами розрахунків збудуємо діаграми статичної остійності

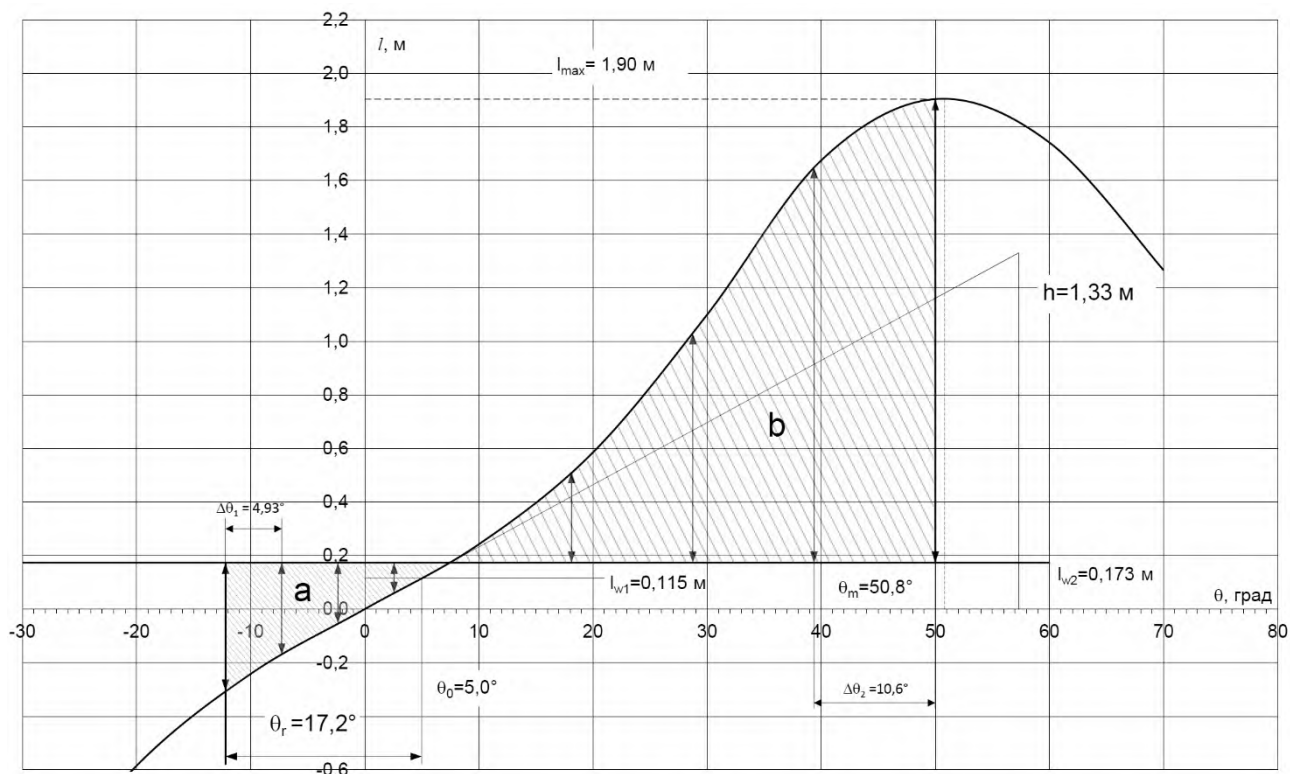


Рисунок 4.2 – Діаграма статичної остійності на відхід і визначення критерію погоди

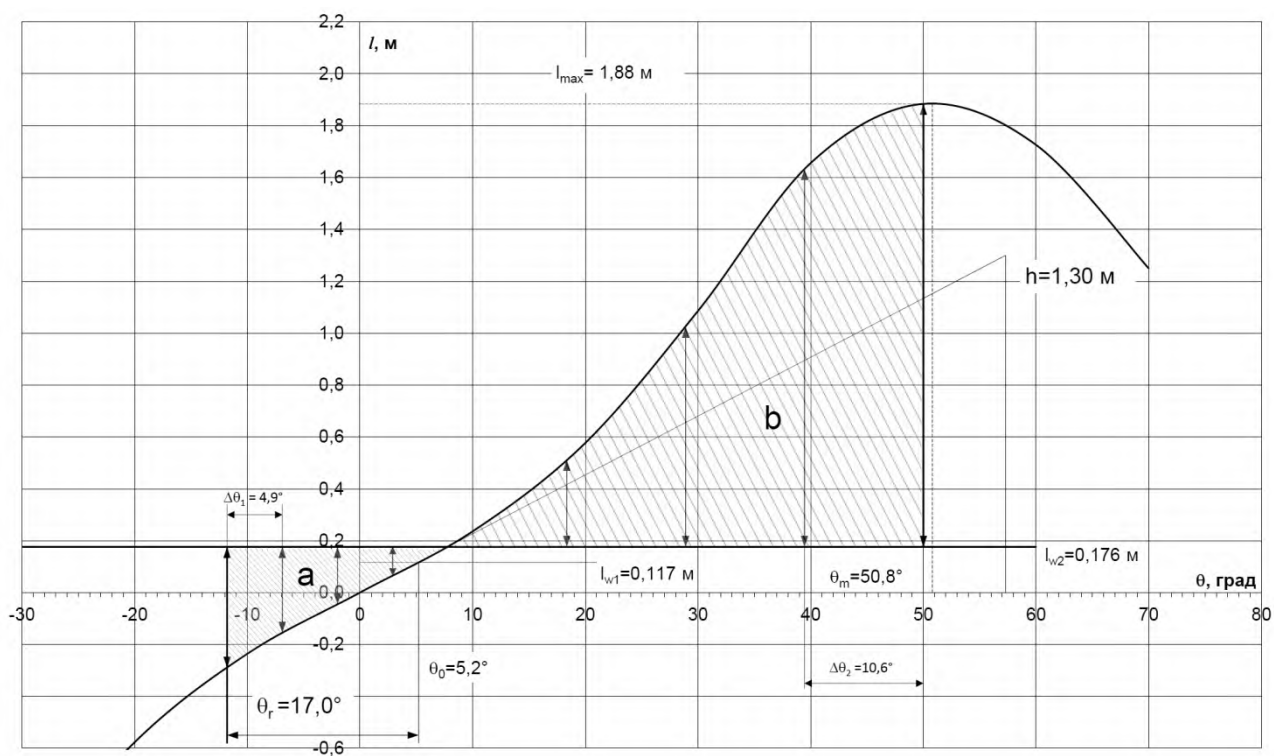


Рисунок 4.3 – Діаграма статичної остійності на прихід і визначення критерію погоди

4.5. Розрахунки нормованих параметрів остійності

Розрахунок параметрів остійності судна представлений в табл. 4.13. 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).

Таблиця 4.13 – Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	63264,7	62678,4
Осадка судна, м	T	10,55	10,47
Виправлена метацентрична висота, м	h	1,33	1,30
Площа парусності, м ²	A _v	7588	7610
Апліката центра парусності (ЦП), м	z	13,44	13,48
Плече парусності при постійному вітрі, м	$z_v = z + T/2$	18,72	18,72
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	$l_{w1} = 0,504 A_v z_v / (g D)$	0,115	0,117
Кренувальне плече від пориву вітру, м	$l_{w2} = 1,5 l_{w1}$	0,173	0,176
Відносна площа скулових кілей, %	$100 A_k / (L B)$	0,3723	
Коефіцієнт	k	0,9926	
Відносна ширина	B/T	3,05	3,08
Безрозмірний множник	X ₁	0,890	0,884
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,640	0,639
Безрозмірний множник	X ₂	0,966	0,966
Інерційний коефіцієнт	$c = 0,373 + 0,023B/T - 0,043L/100$	0,321	0,322

Продовження табл. 4.13

1	2	3	4
Період хитавиці, с	$T_{\theta} = 2 \text{ c } B / \sqrt{h}$	17,9	18,2
Коефіцієнт	S	0,0383	0,0377
Коефіцієнт	$r = 0,73 + 0,6 (z_g - T) / T$	0,890	0,898
Амплітуда хитавиці, °	$\theta_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{r S}$	17,2	17,0
Кут заливання, °	θ_f	63,7	64,0
Кут входу палуби у воду, °	$\theta_d = \arctg(2(H-T) / B)$	35,7	35,8
Кут крену від постійного вітру, °	θ_0	5,0	5,2
Кут крену при хитавиці назустріч вітру, °	$\theta_1 = \theta_r - \theta_0$	12,2	11,8
Границя площ. «b» діаграми праворуч, °	θ_b	50	50
Площа «a» діаграми, м-рад	a	0,079	0,076
Площа «b» діаграми, м-рад	b	0,662	0,649
Критерій погоди	$K = b / a$	8,38	8,54

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} .

Замість множника 0,1745, приймаємо довжини ділянок $\Delta\theta_1$ і $\Delta\theta_2$ у радіанах.

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

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (12,2 + 1,5 \cdot 5,0)/4 = 4,93^\circ$ $\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 4,93^\circ / 57,3 = 0,0860$ рад					
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 5,0)/4 = 10,63^\circ$ $\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 10,63^\circ / 57,3 = 0,1854$ рад					
1	2	3	4	5	6

Продовження табл. 4.14

1	2	3	4	5	6
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0,478$	1	0,478	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,343$	4	1,372	$b_2 = 0,339$	4	1,356
$a_3 = 0,226$	2	0,452	$b_3 = 0,857$	2	1,714
$a_4 = 0,113$	4	0,452	$b_4 = 1,477$	4	5,908
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 1,731$	1	1,731
		$\Sigma_a = 2,754$			$\Sigma_b = 10,709$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 2,754 \times 0,0860 = 0,079$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 10,709 \times 0,1854 = 0,662$		

Аналогічно табл. 4.14 виконуємо розрахунки на прихід за правилом Сімпсона.

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

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (11,8 + 1,5 \cdot 5,2)/4 = 4,90^\circ$ $\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 4,9^\circ/57,3 = 0,0855$ рад					
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 5,2)/4 = 10,55^\circ$ $\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 10,55^\circ/57,3 = 0,1841$ рад					
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0,466$	1	0,466	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,331$	4	1,324	$b_2 = 0,336$	4	1,344
$a_3 = 0,221$	2	0,442	$b_3 = 0,849$	2	1,698
$a_4 = 0,111$	4	0,444	$b_4 = 1,457$	4	5,828
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 1,708$	1	1,708
		$\Sigma_a = 2,676$			$\Sigma_b = 10,578$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 2,676 \times 0,0855 = 0,076$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 10,578 \times 0,1841 = 0,649$		

4.6. Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

Перевірка виконання рекомендацій ІМО з остійності морських транспортних суден виконана в табл. 4.16 [30].

Таблиця 4.16 – Перевірка виконання вимог Кодексу ІМО

Найменування величин	Позна-чення	Значення величин			Викон. (YES/NO)
		норма-тивні	відхід	прихід	
Загальні вимоги:					
Площа під ДСО до кута крену 30 ⁰ , м·рад	A ₃₀	≥ 0,055	0,234	0,231	YES
Площа під ДСО до кута крену 40 ⁰ , м·рад	A ₄₀	≥ 0,09	0,477	0,471	YES
Площа під ДСО між 30 ° і 40 °, м рад	A ₃₀₋₄₀	≥ 0,03	0,243	0,240	YES
Плече ДСО при куті крену 30° або більше, м	l ₃₀	≥ 0,20	1,099	1,086	YES
Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, °	θ _m	≥ 25	50,8	50,8	YES
Виправлена метацентрична висота, м	h	> 0,15	1,33	1,30	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	8,38	8,54	YES
Кут крену від постійного вітру, °	θ ₀	≤ 16,0	5,0	5,2	YES

За результатами перевірки можна зробити висновок про достатню остійність судна в рейсі.

4.7. Контроль загальної поздовжньої міцності судна

Перевірка загальної міцності корпусу по перерізуючих силах і згинальним моментам у декількох розрахункових поперечних перерізах судна, і

по крутному моменту обчислювалась за допомогою комп'ютерної вантажної програми Seacos, яка затверджена класифікаційним товариством DNV-GL

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

Таблиця 4.17 – Розрахунок і перевірка загальної міцності на відхід

Шнангоут		Перерізуюча сила			Згинальний момент			Крутний момент		
No.	Відстань (m.fr.AP)	Розраху- нок (kN)	Ліміт (kN)	%	Розраху- нок (kNm)	Ліміт (kNm)	%			
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
15	10.50	10947	21582	51	84275	0	59	max.M	Limit	.
19	23.14	25515	39240	65	311814	0	55	(kNm)	(kNm)	.
24	37.38	28256	51012	55	699044	1275300	55	41087	86819	47
29	51.62	24481	51012	48	1074549	1814850	59	.	.	.
51	69.22	17253	51012	34	1442846	2452500	59	.	.	.
55	83.86	8088	39240	21	1618687	2795850	58	.	.	.
59	98.10	10765	31392	34	1736700	2943000	59	.	.	.
63	112.34	5815	31392	19	1842667	3041100	61	.	.	.
67	126.58	-1084	-31392	3	1861278	3041100	61	.	.	.
71	140.82	-13011	-31392	41	1753551	3041100	58	.	.	.
75	155.06	-11781	-31392	38	1561446	2943000	53	.	.	.
79	169.30	-17101	-31392	54	1346065	2943000	51	.	.	.
83	183.54	-16147	-39240	41	1095358	2043000	54	.	.	.
88	197.78	-21418	-49050	44	813727	2795850	57	.	.	.
93	212.02	-19333	-49050	39	512340	2595850	63	.	.	.
98	226.26	-13529	-44145	31	265220	2452500	70	.	.	.
103	240.50	-5462	-34335	16	119457	2052500	79	.	.	.
108	254.74	-2584	-24525	11	54959	1814850	84	.	.	.
114	270.58	-1886	-14715	13	12696	1014850	92	.	.	.

Епюри перерізуючих сил і згинальних моментів показані на рис. 4.4.

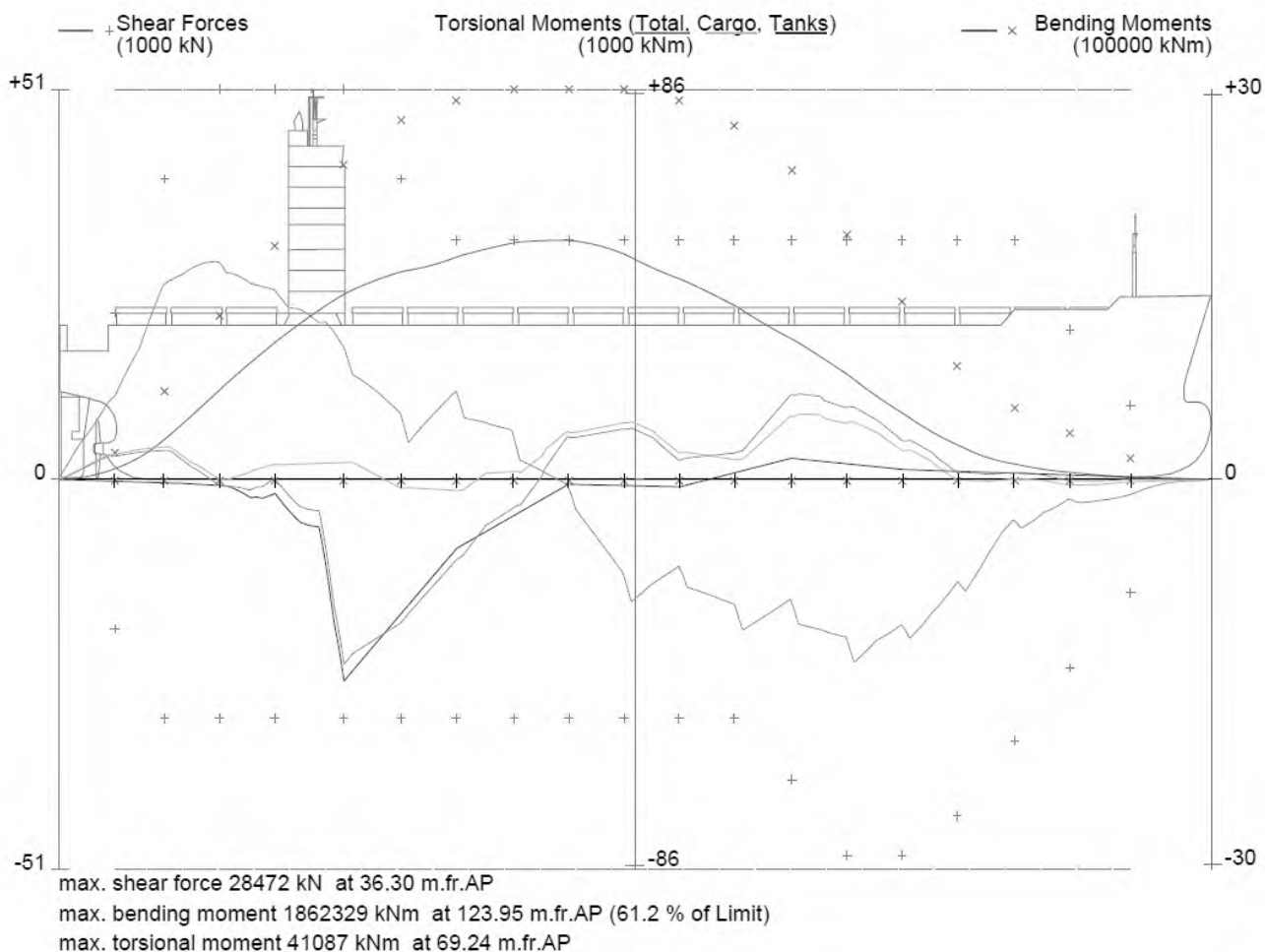


Рисунок 4.4 – Епюра перерізуючих сил і згинальних моментів на відхід

За результатами перевірки, загальна повздовжня міцність корпусу на рейс вважається забезпеченою.

РОЗДІЛ 5

АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ УПРАВЛІННЯ КУРСОМ СУДНА

5.1. Стабілізація курсу

Основне завдання АР у режимі «Автомат» – стабілізація курсу судна. Задавальні функції (5.1) у цьому завданні мають вид:

$$\omega_3(t) = 0, K_3(t) = K_C \quad (5.1)$$

Стабілізація курсу полягає в підтримці поточних значень кутової швидкості і курсу рівними цим значенням шляхом компенсації кермом відхилень від них, викликаних випадковими впливами. САУк під час розв'язання цього завдання має:

- вимірювати й підтримувати з необхідною точністю задане значення курсу на маневрених швидкостях;
- робити мінімально можлива кількість включень РМ;
- забезпечувати мінімальне відхилення керма по амплітуді;
- працювати стійко без автоколивань.

Під час стабілізації курсу використовується принцип керування за відхиленням, який полягає у формуванні величини перекладки керма для утримання судна на курсі залежно від помилки керування ε і ψ (рис. 5.1) [31].

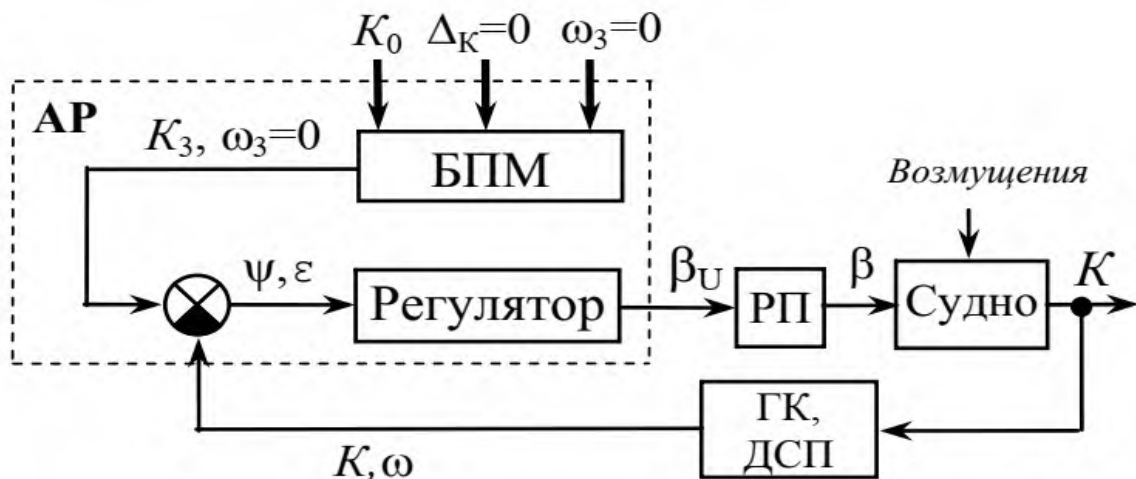


Рисунок 5.1 – Блок-схема САУ_к з АР у режимі стабілізації курсу

На блок-схемі КЗ ,К - заданий і поточний курс; ω_3 і ω – задана і поточна швидкість повороту. Так як $\omega_3 = 0$, то $\epsilon = -\omega$. Відхилення від заданого курсу і швидкість повороту судна під час стабілізації курсу називають також кутом і швидкістю нишпоривання.

Вимірювачем курсу в системі є гірокомпас (ГК). Резервним датчиком курсу для середніх і великих суден (і основним для АР малих суден) може бути магнітний компас із дистанційною передачею показань і флюксгейт компас (Fluxgate compass), на свідчення якого не впливають прискорення на хитавиці і під час маневрів. Датчиком швидкості повороту (ДСП) зазвичай слугує електронний або електромеханічний пристрій, що диференціює курс, або гіротахометр. Точність вимірювання кута і швидкості ристання має бути досить високою. Особливе значення точність вимірювання швидкості нишпорення має для нестійких на курсі суден, де від неї істотно залежить похибка стабілізації курсу. Тому на великотоннажних малостійких і нестійких на курсі суднах для вимірювання швидкості нишпорення застосовують високочутливі гіротахометри. У САУ_К може застосовуватися також комбінований датчик курсу та швидкості повороту, наприклад, волоконно-оптичний компас ψ, ϵ (рис. 5.2) [31].

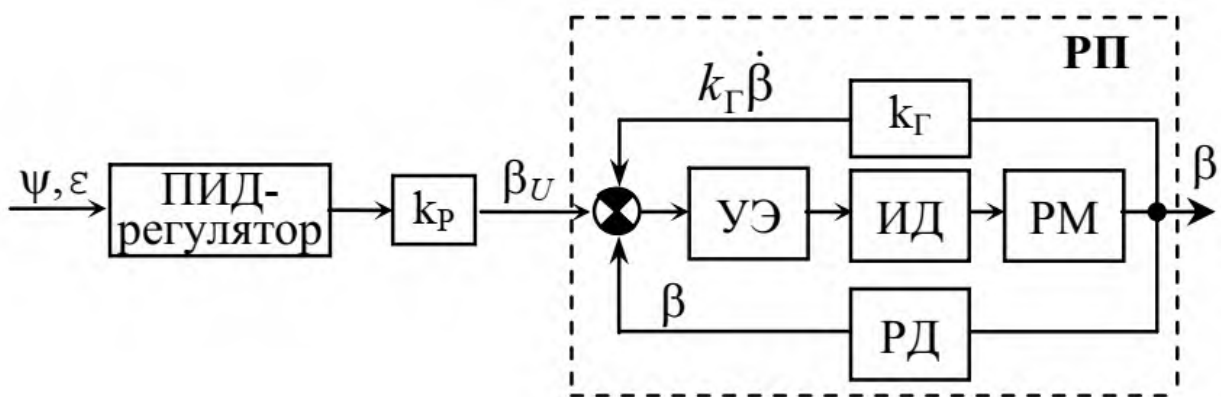


Рисунок 5.2 – Блок-схема регулятора з РП

У більшості АР, що експлуатуються, для стабілізації курсу застосовують ПИД-регулятор, який формує сигнал перекладки руля β_U за пропорційно-інтегрально-диференціальним законом:

$$\beta U = k_P (k_\Lambda \psi + k_D \varepsilon + k_I \int \psi \cdot dt) \quad (5.2),$$

де: k_Λ, k_D, k_I – відповідно коефіцієнти пропорційного, - диференціального та інтегрального керування;

k_P – масштабний коефіцієнт, що зветься «Кермо».

Зазначимо, що $\varepsilon = \psi$.

В АР коефіцієнти k_Λ і k_I при експлуатації незмінні. Перший коефіцієнт встановлений рівним одиниці, а другий обирають під час заводських випробувань із діапазону 0,01-0,04 і надалі він не змінюється. Коефіцієнт «Кермо» (Rudder) слугує для налаштування АР і вибирається в діапазоні 0,5-5,0. Для налаштування АР використовується і зміна коефіцієнта, що називається «Контркермо» (Counter rudder).

До РП у загальному випадку входять підсилювальні елементи (ПЕ), виконавчий двигун (ВД), рульова машина (РМ), рульовий датчик (РД). Як підсилювальні елементи використовують напівпровідникові, магнітні, електромашинні та релейні підсилювачі. ПЕ, ВД і РМ охоплені жорстким β і гнучкою $k_\Gamma \beta$ і зворотним зв'язком і утворюють слідкувальну систему керування кермом. Жорсткий зворотний зв'язок перетворює РП на слідкуючу систему. Гнучкий зворотний зв'язок перешкоджає виникненню коливань у РП під час відпрацювання перекладки керма.

На вхід ПІД-регулятора (див. рис. 5.2) надходять значення ψ і ε . Залежно від них регулятор формує сигнал βU (5.2), що визначає перекладку керма. Він надходить у РП, посилюється і подається на серводвигун, що керує насосами рульової машини. РМ повертає кермо. Сигнал про дійсне перекладання керма β рульового датчика подається на компенсацію βU . Коли β зрівняється з βU , перекладання керма припиняється. Таким чином, виходить, що:

$$\beta = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = k_1 \psi + k_2 \varepsilon + k_3 \int \psi \cdot dt \quad (5.3)$$

де: $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ – складові кладки керма;

$k_1 = k_\Lambda \cdot k_P, k_2 = k_D \cdot k_P, k_3 = k_I \cdot k_P$ – коефіцієнти.

Охарактеризуємо призначення компонентів алгоритму (5.3), який використовується для стабілізації курсу судна.

Пропорційна куту нишпорити складова $\beta_1 = k_1\psi$ в ПД-алгоритмі є основною. У разі відхилення судна від курсу вона викликає кладку керма, що повертає судно на курс. Значення k_1 залежить від коефіцієнта «Rudder». Збільшення k_1 зменшує час повернення судна до курсу під час відхилень від нього, але збільшує коливальність системи «АР-судно».

Диференціальна складова $\beta_2 = k_2\dot{\psi} = k_2\dot{\varepsilon}$ слугує для зведення до нуля похибки кутової швидкості $\dot{\varepsilon}$. Результатом впливу β_2 є демпфірування власних коливань системи «АР-судно». Для нестабільних на курсі суден сигнал β_2 забезпечує структурну стійкість САУк і необхідну якість перехідного процесу. Для стійких на курсі суден він виконує тільки другу функцію.

У системі, в якій під час стабілізації курсу використовується тільки сигнал β_1 (П-регулятор), виникають коливання судна щодо курсу, зумовлені інертністю судна. Причина цих коливань полягає в такому. Вироблювана у відповідь на відхилення від курсу перекладка керма $\beta_1 = k_1\psi$ почне повертати судно до курсу. Коли судно приходить на заданий курс ($\psi = 0$), перо керма буде в ДП. Але під час руху до курсу судно набуло інерції і перейде лінію курсу. Це і є причиною власних коливань системи «АР-судно». Їхній період для суден водотоннажністю 10-30 тис.т. зазвичай лежить у діапазоні 60-130 с. Ці коливання легко розрізнити на курсограмі, отриманій під час плавання в тиху погоду і на хвилюванні скільки їхній період на порядок більший за період нишпорення від хвиль.

Що менша стійкість судна на курсі, то вища коливальність системи «П-регулятор - судно». Система з регулятором і нестійким на курсі судном нестабільна, і здійснює незгасаючі коливання з доволі великою амплітудою відносно заданого курсу.

Властивість демпфірування власних коливань за допомогою сигналу β_2 приведено схемою на рис. 5.3.

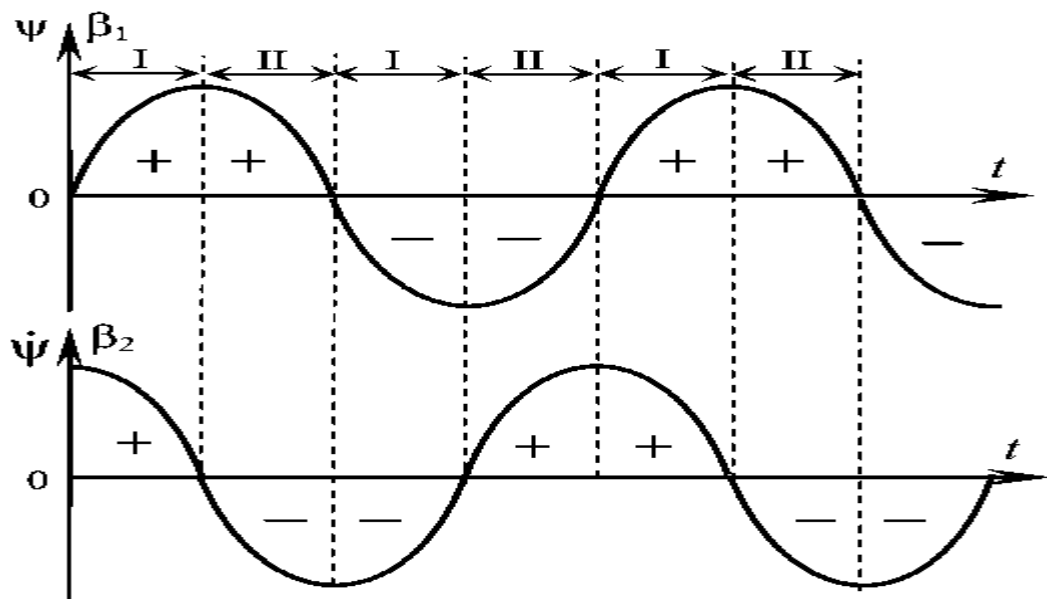


Рисунок 5.3 – Дії сигналу β_2

Для простоти припускають, що кут нищпорення під час коливань щодо заданого курсу змінюється за синусоїдальним законом (похідна від кута нищпорення - косинусоїда). Відокремлюючи в процесі нищпорення ділянки: I – судно йде від курсу і II – судно приходить до курсу, можна встановити наступне:

- на ділянках I (кут нищпорення збільшується) сигнал β_2 одного знака β_1 . Отже, кермо буде перекладено на більший кут, ніж β_1 , і ефективніше перешкоджатиме зростанню ψ .

- на ділянках II знак β_2 протилежний β_1 . У результаті, під час підходу до курсу кермо перекладається на деякий кут іншого борту і виконує одержування судна.

Звідси видно, що ланка, яка диференціює, виконує функцію демпфірування власних коливань системи «АР-судно». Параметр k_2 залежить від k_d і установки k_p . Зазвичай за одних і тих самих умов для досягнення якісної стабілізації нестійкого на курсі судна потрібне більше значення коефіцієнта k_2 , ніж для стійкого судна.

Інтегральна складова $\beta_3 = k_3 \int \psi \cdot dt$ слугує для усунення статичної похибки, спричиненої повільним змінням компоненти $\underline{M}_B$ моменту зовнішніх сил M_B , яка прагне розвернути судно в якийсь один бік. Цей момент зумовлений дією

вітру, асиметрією обводів корпусу, упору гвинта, повільно мінливою складовою дії хвиль тощо. За П-регулятора, коли судно лежить на курсі, кермо перебуває в ДП, і момент M_B кермом не компенсується. Тому судно відходитиме від заданого курсу в напрямі дії M_B , доки момент M_R від перекладки руля $\beta_1 = k_1 \psi$ не стане рівним M_B . Величина ψ відхилення від курсу в положенні рівноваги $M_R = M_B$ являє собою статичну похибку системи (рис. 5.4а). Система стабілізації курсу, що має таку похибку, називається статичною.

Сигнал $\beta_3 = k_3 \int \psi \cdot dt$ слугує для зсуву (у разі знаходження судна на курсі) середнього положення керма з ДП на величину $\beta_{CP} = \beta_3$, за якого компенсується постійна складова M_B момента зовнішніх сил (рис. 5.4б). Величина параметра k_3 має бути такою, щоб САУк була стійкою на курсі, і на β_3 не впливало ристання від хвиль. Під час стабілізації курсу величина k_3 залежить від k_R і k_I може перебувати в діапазоні (0 - 0.1) с. Система стабілізації курсу з нульовою статичною похибкою називається астатичною [31].

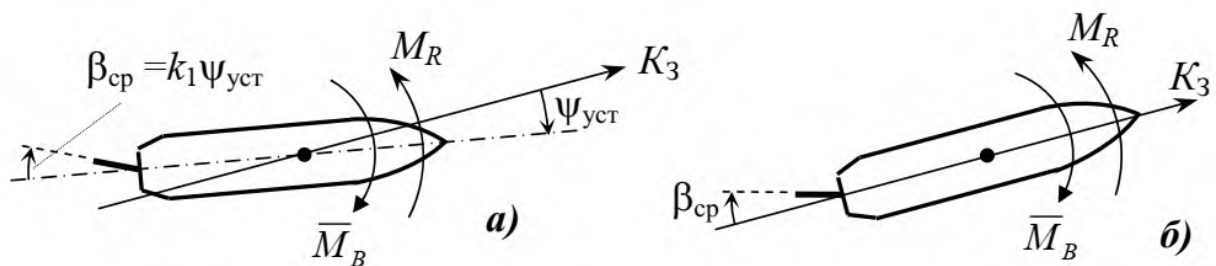


Рисунок 5.4 – Рівноважний стан статичної (а) і астатичної (б) систем

5.2. Виконання поворотів

На відміну від плавання по заданій криволінійній траєкторії при виконанні поворотів накладаються вимоги не на лінію шляху, а тільки на один або кілька параметрів, що характеризують її. Траєкторія тут є похідним елементом від функції повороту. Найчастіше потрібно виконувати повороти без істотного падіння швидкості ходу або з певним радіусом (виходячи з наближеного уявлення про лінію шляху на повороті як про дугу кола). Виконання цих вимог під час

ручного керування зводиться до завдання для повороту певної перекладки керма (у першому випадку малої, а в другому – такої, що відповідає заданому радіусу). Зрідка повороти необхідно виконувати з максимальною швидкістю. Наразі наказано, щоб АР змінювали курс із заданим значенням кутової швидкості (ω_3) або із заданим радіусом (R_3). АР також повинні давати змогу в режимі «Автомат» екстрено змінювати напрямок руху судна. Під час звичайних поворотів на новий курс судно повинно приходити без істотного зарискування.

Для зміни курсу на необхідний кут θ_K із заданою кутовою швидкістю i з заданим радіусом запропоновано досить багато алгоритмів. З них нижче розглядається алгоритм, що використовує метод стеження за значеннями курсу, що генеруються для повороту, що відповідають задавальній функції $K_3(t)$; і алгоритм, заснований на отриманні за математичною моделлю САУк сигналу $\beta_{\Pi}(t)$ прямого управління, що визначає поворот судна. Під час розгляду цих алгоритмів опускаються деталі, пов'язані з урахуванням впливу зміни швидкості ходу, хвильового нищпорення та інших чинників на якість виконання повороту.

Поворот стеженням за $K_3(t)$. Принцип виконання поворотів методом стеження за задавальним впливом у спрощеному вигляді пояснюється рис. 5.5.

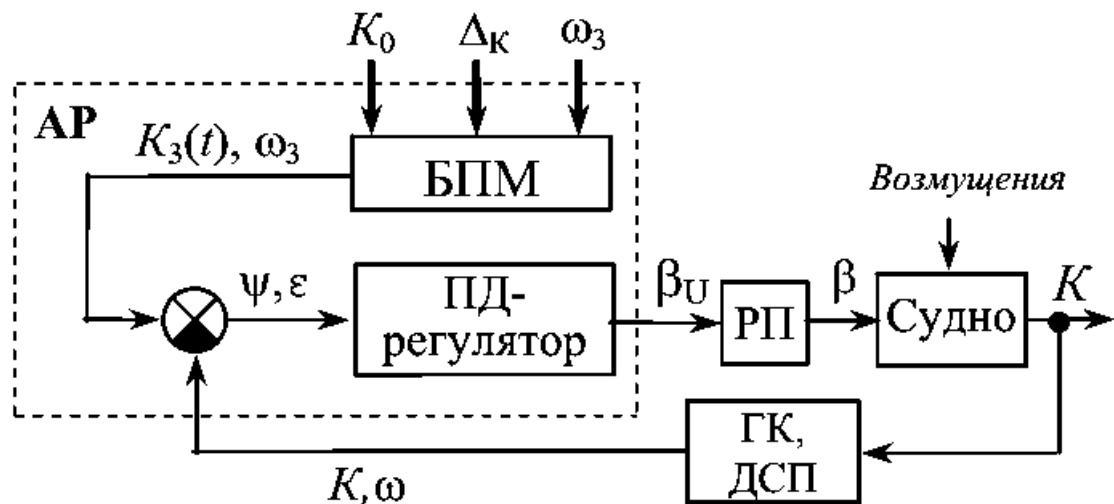


Рисунок 5.5 – САУк при поворотах слідуванням за $K_3(t)$ і ω_3

Для повороту з ω_3 використовується задавальна функція на кут θ_K зазвичай використовується лінійна функція:

$$K_3(t) = K_0 + \omega_3 t \quad (5.4)$$

де K_0 – початковий курс.

З моменту початку повороту БПМ генерує за формулою (5.4) значення, що надходять на порівняння з поточним курсом. Стеження за $K_3(t)$ забезпечує ПД-регулятор, формуючи кладки керма за законом:

$$\beta = k_1 \psi + k_2 \varepsilon \quad (5.5)$$

Зміна $K_3(t)$ і $K(t)$ під час повороту характеризують графіки, показані на рис. 5.6а. Судно не може миттєво змінити кутову швидкість на початку повороту від нуля до ω_3 і в кінці повороту від ω_3 до нуля. Наявність цих стрибків у задавальній функції $K_3(t)$ призводить на початку повороту до надмірного перекладення керма, а наприкінці його – до істотного зарискування. Особливо це проявляється у суден із підвищеним відношенням AR добутку $(L \times T)$ до площі керма, де T – осадка в повному вантажі. До таких суден, наприклад, належать великотоннажні танкери. Щоб поліпшити якість повороту, задавальну функцію для повороту з ω_3 формують з урахуванням прискорення на початку повороту і уповільнення в його кінці (рис. 5.6б).

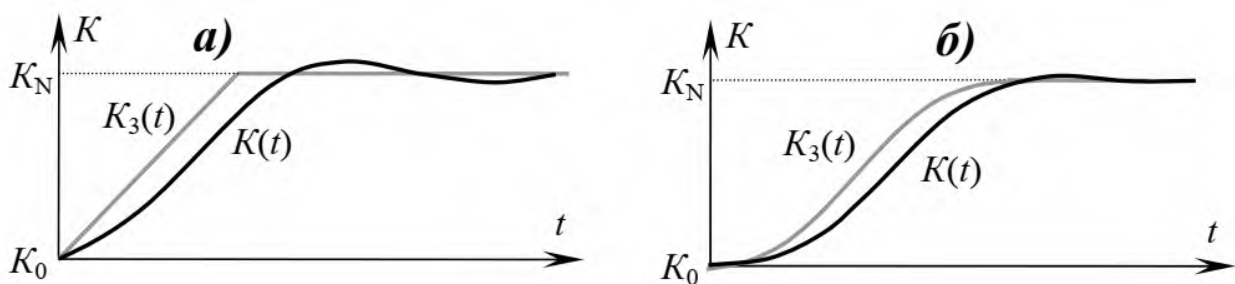


Рисунок 5.6 – Графіки функції $K_3(t)$ і $K(t)$

Реальні АР, що здійснюють повороти методом стеження, містять елементи, що забезпечують задовільність зміни курсу в умовах хвилювання. Судноводіям під час виконання поворотів із заданою кутовою

швидкістю необхідно враховувати, що за різних швидкостей ходу V значенню ω_3 відповідає неоднакова кривизна траєкторії повороту судна.

Поворот із $R3$ зазвичай зводиться до повороту з ω_3 шляхом визначення ω_3 за швидкістю судна і $R3$: $\omega_3 = V / R3$. Щоб виконувати повороти з $R3$, АР має бути пов'язаний із лагом.

Схема комбінованого керування рухом судна на повороті, заснована на застосуванні еталонної моделі САУк. У низці АР для змін курсу використовується комбіноване управління $\beta_U = \beta_P + \beta_r$, що включає пряме управління (сигнал β_P , отриманий розрахунковим методом для зміни курсу необхідним чином) і сигнал управління за відхиленням $\beta_r = f(\psi, \varepsilon)$ для компенсації похибок прямого керування, викликаних дією збурень. САУк під час реалізації цього способу можна представити блок-схемою, показаною на рис. 5.7. Сигнал прямого керування β_P і наближена реакція на нього судна $K_3(t)$, $\omega_3(t)$ генеруються блоком програм маневрів з моменту початку повороту. Для отримання β_P , $K_3(t)$, $\omega_3(t)$ за математичною моделлю САУк імітується зміна курсу шляхом стеження за задавальними функціями $\omega_{3M} = \omega_c$, $K_{3M}(t) = K_0 + \omega_{3M} t$, де ω_c – задане для повороту значення кутової швидкості.

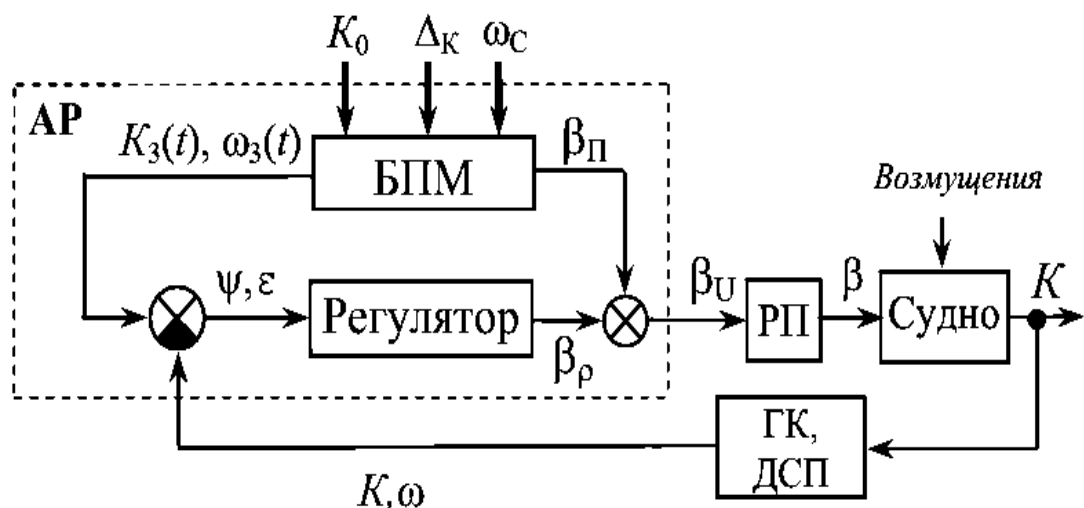


Рисунок 5.7 – САУк з АР, що формують для поворотів $K_3(t)$, $\omega_3(t)$ і сигнал прямого керування по еталонній моделі

Математичну модель САУк називають еталонною. Вона включає моделі АР, рульового приводу і судна. Модель судна має відображати без великих похибок його реакцію на перекладки керма. Це, наприклад, може бути повна модель руху судна в горизонтальній площині, або інша ефективна для цього завдання модель, що дає змогу уявляти його рух за курсом у реальному та прискореному часі. Ця модель може враховувати зміну динаміки судна на малих глибинах і за різного завантаження, а також вплив вітру і течії, або бути незмінною і відображати рух судна без урахування збурень. Природно, в останньому випадку похибки моделювання будуть більшими. Алгоритм моделі ПД-регулятора має бути близьким до такого алгоритму в АР і змінювати курс моделі судна із задовільною якістю. До моделі РП висувається вимога відображення з необхідною точністю запізнювання у відпрацюванні керуючого сигналу АР.

Схематично блок програм маневрів для розглянутого випадку представлено на рис. 5.8. Після задання параметрів повороту (θ_K , ω_{3M}), починаючи з моменту подання команди на його виконання, у БПМ у реальному часі моделюється зміна курсу до моменту, коли курс моделі вперше досягне значення $K_N = K_0 + \theta_K$.

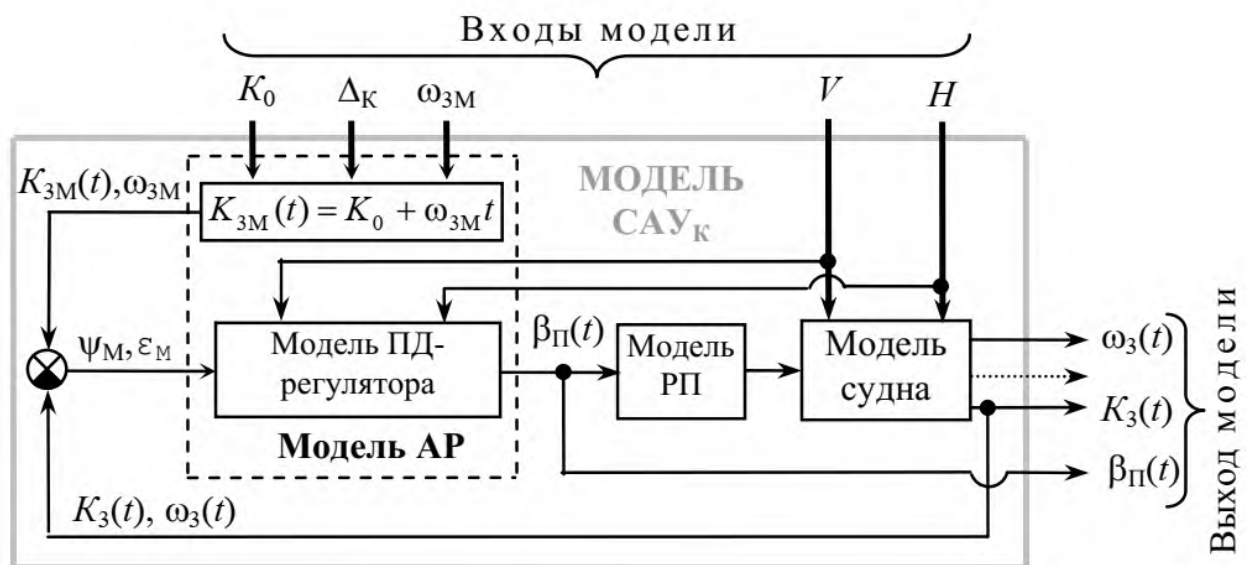


Рисунок 5.8 – Блок-схема БПМ

Вироблюваний БПМ сигнал прямого управління $\beta_P(t)$ (див. рис. 5.7) надходить на РП, який здійснює перекладку керма для повороту судна. Якби поведінка САУк була точно такою, як її моделі, то в процесі повороту в будь-який момент часу дотримувалися б рівності $\psi = 0$, $\varepsilon = 0$. Однак через неповноту врахування моделлю САУк Однак через неповноту врахування моделлю САУк чинників, що впливають на рух, реакція судна на $\beta_P(t)$ відрізняється від одержуваної під час моделювання. Щоб мінімізувати помилку керування, ПД-регулятор відповідно до формули (5.5) виробляє сигнал β_R . Характер зміни $K_{3M}(t)$, $K_3(t)$, $K(t)$ в процесі повороту показано на рис. 5.7.

Вплив хвильового рискання на перекладки керма тут послаблюється під час вироблення коригувального сигналу β_R . Для цієї мети можуть застосовуватися різного виду фільтри, зокрема й засновані на процедурах нечіткої логіки. Сигнал, що визначає поворот, $\beta_P(t)$ від хвильового рискання не залежить.

Додаткові функції БПМ. При моделюванні повороту, крім β_P , $K_3(t)$, $\omega_3(t)$, розраховуються й інші елементи руху судна. Це дає змогу за моделлю САУк отримувати траєкторію ЦМ судна під час повороту та її параметри (з урахуванням вітру, течії та мілководдя, якщо це передбачено в моделі). Така можливість використовується для оцінювання відстані до шляхової точки, на якій треба почати поворот, щоб точно вийти на лінію нового курсу, і для визначення значень функції, що задає траєкторію, відповідно до якої має переміщатися ЦМ судна в процесі повороту.

Точка початку повороту A (WOP - wheel-over point) не є точкою P (рис. 5.9), де на плані переходу прямолінійний відрізок шляху переходить у дугу PB кола, що представляє траєкторію судна під час повороту на новий відрізок шляху. Точка A *лежить* на більшій відстані від шляхової точки (WP), ніж P , оскільки як змінити миттєво кутову швидкість судна на значення ω_3 , що відповідає заданому радіусу повороту, неможливо. Дистанція між точками A і P дорівнює в середньому довжині судна і залежить від багатьох чинників, зокрема зокрема й від заданих кута θ_K і радіуса R_3 повороту.

Регулювання «Кермо» (Rudder) слугує для зміни коефіцієнта k_r керуючого сигналу β_u , що визначає перекладку керма. Діапазон k_r зазвичай становить 0,5-5,0. Замість k_r у низці АР використовується регулювання коефіцієнта зворотного зв'язку ($k_{OC} = 1/k_r$). З його допомогою в РП змінюється сигнал рульового датчика, компенсуючий β_u . Діапазон вибору k_{OC} зазвичай дорівнює 0,2-2,0.

Регулювання «Контркермо» (Counter rudder) використовується для підстроювання коефіцієнта k_d диференціувальної ланки, сигнал якої визначає ступінь одержування судна кермом. Це регулювання в АР називається також «Сигнал похідної», «Сигнал тахогенератора», «Утримування». Для встановлення цього регулювання зазвичай використовується шкала умовних поділок від нуля до одиниці або від нуля до десяти.

Регулювання «Швидкість керма» (Rudder's rate) дає змогу знижувати швидкість його повороту (зазвичай від 5,0 до 1,5 $^{\circ}/c$) з метою поліпшення якості роботи АР на хвилюванні. У вітчизняних авторульових типу АР, АТР подібний регулятор називається «Грубо-Точно». Він дає змогу встановити два значення швидкості керма: нормальне - «Точно» і зменшене «Грубо» для поганої погоди.

Регулювання «Рискання» (Yaw) слугує для загрубіння роботи АР за поганої погоди шляхом збільшення зони його нечутливості (зазвичай від 0° до 3°). У деяких АР це регулювання називається «Погода» (Weather).

Регулювання «Рульова межа» (Rudder limit) використовується для обмеження максимального кута керма. Діапазон вибору обмежень становить 5° - 35° . На суднах із малим значенням метацентричної висоти вдаються до зменшення β_{max} для запобігання на повороті великих кутів крену, за яких може статися зміщення вантажу. Це регулювання може використовуватися для зміни курсу із заданим кутом керма. За ПД-закону управління після встановлення нового курсу в режимі «Автомат» АР виведе кермо на обрану межу, на якій воно утримуватиметься, поки судно не наблизиться до цього курсу.

Регулювання параметра фільтра хвильової складової рискання (коли в АР він є). Якщо таким фільтром є інерційна ланка, то регульований параметр називається «Постійна часу». Коли фільтром слугує ланка із запізнюванням, то

це регулювання називається «Час затримки». У разі посилення ризику судна від хвиль значення цих параметрів збільшують (зазвичай від 0 до 5 с). Регулювання середнього положення пера керма дає змогу вручну вибрати певний кут відхилення керма для компенсації односторонніх збурень. Наявність такого регулятора прискорює дію інтегрувальної ланки АР.

Показник якості стабілізації курсу. Для налаштування АР слід встановити показники, за якими визначатиметься її задовільність. Зазвичай робота системи стабілізації курсу вважається якісною, коли забезпечується висока точність утримання судна на курсі раціональними переключками керма, з мінімумом втрат у швидкості ходу, у витраті пального, з малим зносом матеріальної частини рульової машини і з малою витратою енергії. Узагальнюючи, можна встановити, що неоптимальне керування виражається передусім у недостатній точності утримання на курсі та в пропульсивних втратах, супроводжуваних додатковою витратою палива. Втрати корисної потужності ГДУ під час стабілізації курсу визначаються переважно двома факторами:

1. Гальмуванням судна через виникнення кутів дрейфу під час ризику. Збільшення опору води руху судна в цьому разі пропорційне дисперсії кута нишпорення.

2. Додатковим опором води руху судна, спричиненим відхиленнями керма від ДП. Величина цього опору пропорційна дисперсії переключок керма.

Виходячи з цього, показниками якісної стабілізації курсу вважають величину відхилення від курсу і кутів керма.

З огляду на те, що динаміка різних суден через неоднаковість форм корпусів і рушійно-рульових комплексів різниться, і на неї впливають численні чинники, низка з яких має випадковий характер, щодо налаштування АР існують лише загальні рекомендації.

Первісне налаштування параметрів «Кермо», «Контркермо» на судні з певним завантаженням виконується заводськими фахівцями під час приймально-здавальних випробувань. Їх проводять під час хвилювання моря до 2 балів.

Поточне налаштування АР проводять у разі зміни: завантаження судна, швидкості ходу (більше, ніж на 15%), зовнішніх умов (ступеня хвилювання або глибини на мілководді), курсу в умовах хвилювання (більше, ніж на 20°).

Вплив зміни швидкості ходу і завантаження (коли від неї мало змінюється ступінь стійкості судна на курсі) в загальному випадку рекомендується компенсувати зміною коефіцієнта «Кермо». Під час зменшення ходу падає ефективність керма, тому за малих швидкостей значення регулятора «Руль» має бути більшим, ніж на ППХ. Під час повного завантаження, коли інерційність судна велика, значення k_P підвищують для збільшення перекладок керма. Коли судно слідує в баласті, значення регулятора «Кермо» порівняно із завантаженим судном потрібно зменшити.

Однак у більшості суден при зменшенні осадки зазвичай стійкість на курсі погіршується. Крім того, на стійкість впливає також зміна диференту судна. Тому в загальному випадку під час зміни завантаження судна враховують зміну його стійкості на курсі, для чого окрім регулювання «Руль» застосовують також «Контрруль». Погіршення стійкості зазвичай компенсується збільшенням k_P і k_D . Правильність налаштування контролюється на основі аналізу курсограми. На тихій воді значення регулятора «Контркермо» встановлюють таким, щоб забезпечити достатню швидкодію системи «АР-судно» і демпфірування її власних коливань. Короткий шлях перевірки задовільності налаштування k_D полягає в навмисному введенні невеликої градусної поправки (приблизно $3,7^\circ$). Про нормальне налаштування свідчить швидкий прихід судна на курс без перерегулювання або з одним невеликим перерегулюванням.

На хвилюванні частота й амплітуда швидкості нищпорення відносно заданого курсу сильно зростають, що призводить до значного збільшення сигналу диференціувальної ланки АР, відповідно, й інтенсивності роботи РМ. Частота й амплітуда перекладок керма різко зростають. Оскільки частота перекладок керма у відповідь на хвильове ривкання досить велика, то судно не встигає на них реагувати, тобто вони не мають позитивного ефекту. Тому їх необхідно знижувати. Одним із заходів у цьому напрямку є зменшення необхідно,

значення k_d . Одночасно можна збільшити, якщо k_p , щоб компенсувати зменшення ефективності керма на хвилюванні.

При сильному хвилюванні вживають заходів для зменшення величини перекидок керма у відповідь на хвильове ривання з метою зниження зносу рульової машини і опору руху судна від нераціональних перекидок керма. Простими способами виконання цього завдання є: збільшення зони нечутливості, зменшення швидкості перекидки керма, збільшення затримки у відпрацюванні РП [32].

Збільшення зони нечутливості АР призводить до зменшення амплітуди перекидок керма.

Зменшення швидкості перекидання керма для зниження негативного впливу хвильового ривання на якість стабілізації курсу застосовували в автокермових АБР, АР, АТР (регулювання «Грубо-Точно»). У разі сильного ривання від хвиль це регулювання встановлюється в положення «Грубо». У цьому разі зменшується посилення сигналу β_u в РП, що супроводжується зниженням швидкості перекидання керма. Зменшення цієї швидкості під час знакозмінного нищпорення призводить до запізнювання відпрацювання РП стосовно заданого АР значення β_u , тобто до посилення фільтрації хвильового нищпорення.

Збільшення затримки у відпрацюванні РП. «Час затримки» або «Постійна часу» є параметром фільтра хвильової перешкоди у вихідному сигналі деяких АР. Нульове значення параметра фільтра встановлюється в тиху погоду, а максимальне – у шторм, що зменшує кількість перекидок керма приблизно на 30%.

5.3. Водіння за маршрутом

Бортові системи для автоматичного водіння судна заданою траєкторією почали застосовувати на цивільному флоті з 60-х років минулого століття. Однак до 2002 року до обов'язкового навігаційного обладнання суден вони не належали.

Як відомо, перелік навігаційних приладів і систем, які мають бути на суднах, визначається правилом 19 п'ятої глави СОЛАС. У 1999 році цю главу було перероблено. Її новий зміст було затверджено на 73 сесії Комітету ІМО з безпеки на морі та введено в дію 1 липня 2002 р. У переробленому правилі 19 перелік обов'язкових навігаційних приладів розширено. Зокрема, у ньому визначено, що на суднах валовою місткістю 10 тис. р.т. і більше АР має бути доповнено системою водіння судна за маршрутом – СВМ (Track Control System - TCS). У поєднанні з компасом, лагом і позиційним датчиком СВМ призначена для проводки судна по лінії заданого шляху.

Вибір маршруту руху не входить у завдання СВМ. Він вважається відомим і задається в пам'яті системи координатами точок повороту (WP - way points). Їм система присвоює порядкові номери, початкова точка маршруту вважається нульовою або першою. Частина шляху по локсодромії між двома сусідніми WP називається прямолінійним відрізком маршруту, а напрямок руху по ньому - курсом по відрізку маршруту (CUR - course under route). Відрізок маршруту, яким у цей момент рухається судно, і шляхову точку, до якої воно прямує, називають активними. Згідно з вимогами, що висуваються до планування шляху, маршрут, окрім прямих відрізків, має містити і задані радіусом криволінійні ділянки поворотів з одного прямолінійного відрізка на інший [33].

Під час проведення судна за наміченою траєкторією СВМ використовує інформацію про положення, курс і швидкість судна, одержувану від позиційного датчика, гірокомпаса і лага. Датчиком координат судна зазвичай є прийомоіндикатор GPS або DGPS. Ним також може бути прийомоіндикатор інших електронних позиційних систем і радіолокатор. Для поліпшення якості проводки СВМ може використовувати інформацію додаткових датчиків: показника швидкості повороту, датчика параметрів вітру, вимірювача параметрів хитавиці тощо.

СВМ зазвичай має два режими автоматичного керування. Перший служить для проводки судна за маршрутом, визначеним послідовністю шляхових точок. Його називають навігаційним (NAV). Зустрічаються в СВМ іноземного

виробництва і такі назви цього режиму: «Track steering», «Track keeping», «Track auto». Другий режим керування «Way point steering» призначений для виведення судна в зазначену точку по лінії найкоротшого шляху.

У режимі «NAV» виділяються два підрежими водіння судна: «по лінії маршруту» і «від WP до WP» (від точки повороту до точки повороту). У першому з них судно має слідувати, не відхиляючись від лінії активного відрізка маршруту. Управлінням тут зводиться до нуля зміщення з цієї лінії (cross track error). Тому цей підрежим позначають також «ХТЕ». У другому підрежимі (який іноді називають «Course to WP») при відхиленні від активного відрізка судно не повертається на нього. Головним завданням вважається рух до точки повороту, на яку спрямовується вектор швидкості судна. Тобто, по суті, це режим «Way point steering», послідовно застосовуваний після кожного повороту на новий відрізок маршруту. Підрежим водіння «за лінією маршруту» зазвичай використовують під час руху у вузькостях, фарватерами, а підрежим «від WP до WP» - у відкритому морі та в акваторіях, де небезпеки лежать досить далеко від маршруту.

У низці СВМ під час автопроводки за маршрутом використовують два види початку повороту на новий відрізок шляху: поворот тільки після підтвердження вахтовим помічником прийняття попередження СВМ про наближення до точки WOP, і поворот у будь-якому разі, з підтвердженням або без нього. Перший варіант називається «WP switching MANUAL», а другий - «WP switching AUTO».

Слід зазначити, що СВМ і АР повинні розглядатися як допоміжне обладнання, що полегшує водіння судна, але не звільняє судноводія від заходів щодо забезпечення безпеки плавання і від відповідальності. Аварійні випадки під час використання АР і СВМ найчастіше траплялися від упущень вахтового помічника або через погане знання ним процедур переходу з автоматичного режиму управління на ручний. Наприклад, судна стикалися, перебуваючи під керуванням АР, коли вахтовими помічниками не велося належного спостереження за обстановкою. Посадки на мілину та інші події

траплялися, коли судно в обмежених водах управлялося АР, але можливість швидкого переходу на ручне керування не була забезпечена [34].

Не забороняється використовувати АР і СВМ за складних умов плавання. Але при інтенсивному русі, обмеженій видимості та всіх інших небезпечних навігаційних обставинах автоматичне керування слід застосовувати тільки тоді, коли ручний режим може бути встановлений негайно, і кваліфікований керманіч готовий одразу стати на кермо. Якщо протягом 30 с. це не може бути виконано, то судно в обмежених водах має управлятися вручну. Перехід з ручного на автоматичний режим управління і навпаки має здійснюватися капітаном, вахтовим помічником або під їхнім наглядом.

Слід враховувати, що ефективність СВМ і АР залежить від переважаючих умов плавання, швидкості судна, його водотоннажності і головне - стану моря. Особливу увагу судноводії мають звертати на можливість/неможливість цих систем надійно виконувати свої функції за малої швидкості та в штормових умовах.

Експлуатаційні вимоги до систем водіння судна за маршрутом встановлюються ІМО і класифікаційними товариствами. Стандарти ІМО наведені в Резолюції MSC.69(22), Додаток 2, «Recommendation on performance standards for Track control systems». Вони мають застосовуватися до СВМ суден, максимальна швидкість повороту яких не перевищує $10^{\circ}/\text{с}$, у діапазоні швидкостей ходу від мінімальної маневреної до 30 вузлів. Нижче наведено основні вимоги до СВМ.

СВМ має бути здатною вести судно від його позиції до окремої точки або за маршрутом, визначеним послідовністю шляхових точок. Система повинна дозволяти починати водіння судна, якщо відхилення його місця від лінії шляху і різниця між курсом за маршрутом і дійсним курсом дозволяють за допомогою безпечного маневру прийти на лінію заданого шляху.

Потрібно, щоб головна позиційна система, що надає СВМ координати судна, була електронною і схваленою ІМО. Необхідний безперервний моніторинг

місця судна за інформацією другого незалежного датчика позиції. Ця додаткова моніторингова система може не бути частиною СВМ.

Під час підходу до точки повороту тривожний сигнал і попередження індикацією про зміну курсу мають бути подані СВМ не пізніше, ніж за хвилину перед перекладкою керма для виконання повороту. У системі слід мати засіб, за допомогою якого вахтовий помічник підтверджує приймання цього сигналу. З отриманням підтвердження цього сигналу або без нього СВМ у режимі автоматичного водіння повинна вести судно за заданим маршрутом. Якщо вахтовий помічник не підтвердив приймання сигналу СВМ про зміну курсу протягом 30 с. після його подачі, то система повинна подати повторний тривожний сигнал [35].

Необхідно, щоб поворот з одного відрізка маршруту на інший ґрунтувався на заданому радіусі або радіусі, обчисленому за попередньо призначеною кутовою швидкістю з урахуванням маневрених можливостей судна. На новий відрізок маршруту судно має приходити з необхідною точністю і без перерегулювання. Вихід траєкторії судна за межі судноплавної частини під час повороту неприпустимий. У процесі зміни курсу за можливості не слід допускати істотного падіння швидкості ходу через значну швидкість повороту. Крен судна під час повороту не повинен досягати небезпечних значень, за яких може статися зміщення вантажу. Поворот має здійснюватися малим числом перекладок керма.

Система має бути здатною вручну або автоматично підлаштовуватися до зміни характеристик керованості судна за різної погоди, швидкості та завантаження. Необхідно мати засоби для запобігання зайвим активаціям керма під час нормального нишпорення на хвилюванні, під час зсувів ЦМ судна на поперечно-горизонтальному хитаванні, і під час «розкиду» вимірюваних значень координат судна через випадкові помилки позиційної системи [36].

Приписано мати можливість переходу від автоматичного водіння за маршрутом до ручного керування судном за будь-якого положення керма і за будь-яких умов, включно з відмовою СВМ. Зворотний перехід від ручного

керування до режиму водіння за маршрутом має бути можливий тільки навмисною дією оператора.

СВМ має бути здатною працювати в режимі керування курсом і задовольняти в ньому всім вимогам до керуючої курсом системи (АР). За всіх умов слід мати можливість переходу від режиму водіння за маршрутом до режиму АР. Під час активації режиму АР система має приводити курс судна до заданого значення. Необхідна безперервна інформація про курс від другого незалежного компаса. Пристрій такого дублювального моніторингу курсу може не бути частиною СВМ.

Зворотний перехід від керування курсом до водіння за маршрутом у системі має здійснюватися навмисною дією судноводія. Індикацією слід вказувати назву активованого режиму керування.

СВМ має з'єднуватися з датчиками позиції, курсу і швидкості судна, що відповідають стандартам ІМО. Курсовказівником має бути гірокомпас. Усі датчики, що приєднуються до СВМ, мають бути здатні надавати інформацію про свій статус, включно з відомостями про вихід з ладу.

Сигналізація та індикація мають бути у випадках [37]:

- виходу з ладу системи електроживлення або його зниження до рівня, за якого порушується безпека функціонування;
- бокового зміщення від лінії шляху на величину, більшу за задану;
- відхилення від курсу, що перевищує задану межу;
- виходу з ладу позиційного датчика або компаса;
- зниження швидкості нижче межі, необхідної для безпечного керування судном;
- відсутності підтвердження вахтовим помічником приймання аварійного сигналу протягом 30 с. після його подання.

У СВМ необхідно безперервно відображати такі дані:

- режим керування;
- джерела інформації про позицію, курс і швидкість;
- статуси всіх датчиків і випадки їхньої відмови;

- курс по активному відрізку маршруту, дійсний курс, курс на наступному відрізку маршруту;
- координати, бічне відхилення від лінії шляху, швидкість судна;
- номер активної і наступної за нею шляхової точки;
- час і дистанцію до активної точки повороту;
- назву маршруту.

На вимогу слід показувати перелік запланованих шляхових точок, включно з їхніми номерами, координатами, курсами і дистанціями між сусідніми з них, радіусами повороту, допустимими відхиленнями та іншими параметрами плану руху. СВМ повинна взаємодіяти із судновою навігаційною системою згідно з протоколом МЕК 61162.

СВМ спільно з РП і судном утворює систему автоматичного керування рухом за маршрутом (САКм). Водіння за маршрутом розглядають або як єдине завдання управління курсом K і бічним зсувом r від лінії шляху (або шляховим кутом на точку повороту), або розділяють його на два завдання: стабілізацію курсу і управління бічним зміщенням (або шляховим кутом на WP) системи «АР-судно». Обидва ці підходи реалізовано під час синтезу алгоритмів управління СВМ. Кожен із них має свої переваги і недоліки. З огляду на те, що в СВМ потрібно мати окремо режим керування курсом, другий підхід, мабуть, кращий. Тому він висвітлюється нижче [37-38].

Блок-схему САУм у разі роздільного керування курсом і бічним зміщенням r наведено на рис. 5.10. Вона містить два контури керування. Внутрішній контур з АР слугує для регулювання курсу, а другий контур із модулем водіння за маршрутом (МВМ) застосовують для керування координатою r . САУк у другому контурі є об'єктом управління бічним зміщенням.

Керування координатою r під час руху по прямолінійному відрізком маршруту полягає в розрахунку і завданні АР курсу K_3 , стабілізація якого забезпечує рух по лінії шляху ($r = 0$). Керованою координатою системи «МВМ-САУк» є r , а керувальним впливом – поправка U до курсу $KМ$ активного відрізка маршруту.

Для переходу з одного відрізка маршруту на інший необхідно насамперед точно визначити момент початку повороту. Це досягається застосуванням ефективних методів прогнозу маневрів суден, наприклад, прогнозування змін курсу за різницевою моделлю системи «АР-судно». За нею з урахуванням функції і параметра наміченого повороту в прискореному часі проводиться моделювання його виконання на необхідний кут. Під час такого моделювання розраховуються точки траєкторії руху ЦМ судна під час повороту і відстань S_0 до активної шляхової точки, на якій треба почати зміну курсу, щоб точно вийти на наступний відрізок шляху. Коли правильно обрано момент початку повороту, то за короткий час його здійснення викликане збуреннями відхилення ЦМ судна від отриманої за моделлю траєкторії не встигає досягти великого значення. За необхідності, залежно від відхилення від цієї траєкторії може бути введена корекція в переміщення судна [39].

5.4. Висновки за розділом

За результатами дослідження отримані наступні висновки:

1. Стабілізація курсу: Аналіз алгоритмів автоматичного регулювання курсу показав, що застосування ПД-регуляторів дозволяє ефективно стабілізувати курс судна за мінімальних відхилень від заданого напрямку. Для забезпечення стабільної роботи системи необхідно налаштувати пропорційні, інтегральні та диференціальні коефіцієнти, які враховують параметри судна та умови експлуатації.

2. Виконання поворотів: Автоматичне керування поворотами судна базується на алгоритмах стеження за заданими параметрами, такими як кутова швидкість або радіус повороту. Ефективність поворотів залежить від точності моделювання траєкторії судна та налаштування відповідних параметрів автопілота. При сильному хвилюванні рекомендовано застосовувати фільтри для компенсації впливу хвильового рискання.

3. Водіння за маршрутом: Системи автоматичного водіння за маршрутом (TCS) значно підвищують точність проходження судна по заданій траєкторії. Основними режимами роботи є ведення по лінії маршруту (XTE) та перехід від однієї шляхової точки до іншої (WP-WP). Впровадження еталонних моделей руху судна сприяє підвищенню точності прогнозу маневрів і зниженню ризику відхилення від курсу.

4. Рекомендації щодо налаштування систем: Для забезпечення стабільної роботи автоматичних регуляторів необхідно періодично перевіряти і налаштовувати параметри системи в залежності від завантаження судна, швидкості ходу та умов експлуатації. У разі хвилювання варто коригувати коефіцієнти демпфірування та зони нечутливості для зниження інтенсивності роботи рульової машини.

5. Експлуатаційні вимоги: Ефективна робота систем автоматичного керування залежить від регулярного моніторингу їх стану, дотримання стандартів ІМО та класифікаційних товариств. Під час експлуатації необхідно забезпечити можливість швидкого переходу між автоматичним і ручним керуванням для реагування на непередбачувані ситуації.

Загалом, застосування сучасних алгоритмів автоматичного керування курсом і маршрутом дозволяє значно підвищити ефективність, точність та безпеку судноводіння.

РОЗДІЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ

6.1. Рейсове завдання

Вихідні дані для рейсу т/х «MSC Sariska V» виконує рейс за маршрутом Галіфакс – Саутгемптон. Дані по рейсу зведені до табл. 6.1 [1].

Таблиця 6.1 – Початкові дані для розрахунку рейсу

№	Найменування показників	Умовні позначення	Од. вимір.	Значення
1	2	3	4	5
1	т/х «MSC Sariska V»	Dw	т	67477
2	Запаси на початок рейсу	Gзап	т	3628,2
3	Відстань між портами	L	милі	2562,3
4	Кількість завантаженого вантажу	Q	т	2101
5	Фрахтова ставка за 1 т	f	\$ /т	380
6	Норми завантаження вантажу	Mзав	т/добу	3500
7	Норми розвантаження вантажу	Mвив	т/добу	3000
8	Експлуатаційна швидкість	V _{екс}	вузл	16,0
9	Швидкість в каналах, в вузкостях	V _{кан}	вузл	-
10	Добова витрата палива на ходу:			
	важке	q _{хт}	т/добу	82
	легке	q _{хл}	т/добу	-
11	Добова витрата палива на стоянці:			
	важке	q _{стт}	т/добу	-
	легке	q _{стл}	т/добу	7,0
12	Вартість 1 т палива:			
	важке	Ц _в	\$/т	680
	легке	Ц _л	\$ /т	890

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5
13	Балансова вартість судна	$C_{\text{бал.}}$	\$	17000000
14	Річна норма амортизації	$H_{\text{ам.}}$	%	10
15	Час поза експлуатацією судна	$T_{\text{вэ.}}$	діб	10
16	Чисельність екіпажу	$\check{C}_{\text{эк.}}$	чол.	19
17	Час затримки в дорозі	$t_{\text{зад.}}$	год.	2,4
18	Додатковий час в портах	$t_{\text{доп.}}$	діб.	0,25
19	Заробітна плата екіпажу	$R_{\text{зп.}}$	\$ /добу	4300
20	Витрати на технічне постачання	$R_{\text{т.пос.}}$	\$ /добу	1200
21	Навігаційні витрати	$R_{\text{нав.}}$	\$ /добу	400
22	Портові збори	$R_{\text{пор.}}$	\$	25000
23	Агентування суден	$R_{\text{аг.}}$	\$ /добу	200
24	Витрати на страхування суден	$R_{\text{стр.}}$	\$ /добу	420
25	Вартість на ремонт	$C_{\text{рем}}$	\$ /мр.п.	500000
26	Вартість одного докування	$C_{\text{док}}$	\$	70000

6.2. Розрахунок кількісно-експлуатаційних показників роботи судна в рейсі

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

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

$$D_{\text{ч}} = 67477 - 3628,2 = 63848,8 \text{ т.}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна

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

$$T_{\text{е}} = 365 - 10 = 355 \text{ діб.}$$

3. Розраховуємо час рейсу

а) ходовий час:

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

$$t_{\text{х}} = (4688,94 / 24 \cdot 13,0) + 0,20 = 6,7 \text{ діб.}$$

б) стояночний час:

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

$$t_{\text{ст}} = (5025 / 3800 + 5025 / 3200) + 0,10 = 1,0 \text{ діб.}$$

в) час рейсу складе:

$$t_p = t_x + t_{\text{ст.}}, \quad (6.5)$$

$$t_p = 6,7 + 1,0 = 7,7 \text{ діб.}$$

4. Розрахуємо провізну спроможність судна

$$\Sigma QL = 26304 \cdot 2562,3 = 67398739,2 \text{ тонно-миль/рейс,}$$

$$\Sigma D_{\text{ч}}L = 63848,8 \cdot 2562,3 = 163599780 \text{ тонно-миль / рейс.}$$

5. Розрахуємо доходи судна за рейс

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

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = 2101 \cdot 380 = 798380,0 \text{ \$/рейс.}$$

6. Розраховуємо витрати судна за статтями за добу:

1) Постійні експлуатаційні витрати судна

а) Витрати на харчування екіпажу:

$$R_{\text{пит}} = \text{Ч}_{\text{эк}} \cdot R_{\text{сут}}, \quad (6.7)$$

$$\Sigma R_{\text{пит.р}} = 19 \cdot 15 = 285,0 \text{ \$/добу.}$$

б) Витрати на ремонт:

$$\Sigma R_{\text{рем}}^{\text{сут}} = \frac{(n_{\text{док}} \cdot C_{\text{док}} + C_{\text{рем}}) / t_{\text{мп}}}{T_{\text{эк}}}, \quad (6.8)$$

$$\Sigma R_{\text{рем.с}} = ((500000 + 400) / 5 / 355) = 281,9 \text{ \$/добу.}$$

в) Витрати на амортизацію:

$$\Sigma R_{\text{ам}} = \frac{C_{\text{бал}} \cdot H_{\text{ам}}}{T_{\text{эк}} \cdot 100}, \quad (6.9)$$

$$\Sigma R_{\text{ам.р}} = (17000000 \cdot 1) / (355 \cdot 100) = 478,9 \text{ \$/добу.}$$

г) Витрати на загально суднове постачання:

$$\Sigma R_{\text{сн}} = \frac{C_{\text{бал}} \cdot H_{\text{сн}}}{T_{\text{эк}} \cdot 100}, \quad (6.10)$$

$$\Sigma R_{\text{сн.р}} = ((17000000 \cdot 1200) / (355 \cdot 100)) = 1618,7 \text{ \$/добу.}$$

г) Знайдемо постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

$$R_{\text{екс.}} = R_{\text{зп.}} + R_{\text{пит.}} + R_{\text{ам.}} + R_{\text{сн.}} + R_{\text{рем.}} + R_{\text{т.сн.}} + R_{\text{нав.}} + R_{\text{п.сб.}} / t_p + R_{\text{аг.}} + R_{\text{стр.}}, \quad (6.11)$$

$$\Sigma R_{\text{екс.}} = 4300 + 285,0 + 478,9 + 1618,7 + 281,9 + 1200 + 400,0 + 3246,8 + 200,0 + 420,0 = 12431,3 \text{ \$/добу.}$$

2) Розрахуємо непрямі (адміністративно-управлінські) витрати за добу:

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

$$R_{\text{кос.}} = 12431,3 \cdot 0,02 = 248,63 \text{ \$/добу.}$$

3) Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

$$R_{\text{общ.}} = R_{\text{екс.}} + R_{\text{кос.}}, \quad (6.13)$$

$$R_{\text{общ.}} = 12431,3 + 248,6 = 12679,9 \text{ \$/добу.}$$

4) Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{\text{общ.екс.}} = 12679,9 \cdot 7,7 = 97635,2 \text{ \$/добу.}$$

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

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

$$R_{\text{х.тяж.}} = k_{\text{см}} \cdot q_{\text{х}} \cdot Ц_{\text{т}} = 1,00 \cdot 82 \cdot 680 = 55760 \text{ \$/добу,}$$

$$R_{\text{ст.тяж.}} = k_{\text{см}} \cdot q_{\text{ст}} \cdot Ц_{\text{т}} = 1,00 \cdot 7,0 \cdot 890 = 6230 \text{ \$/добу.}$$

б) Розрахуємо змінні витрати за рейс:

$$\Sigma R_{\text{пер.}} = (R_{\text{х.тяж.}} \cdot t_{\text{х}}) + (R_{\text{ст.тяж.}} \cdot t_{\text{ст}}), \quad (6.15)$$

$$\Sigma R_{\text{пер.}} = (55760 \cdot 6,7) + (6230 \cdot 1,0) = 379822,0 \text{ \$/рейс.}$$

6. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

$$\Sigma R_{\text{рейс}} = \Sigma R_{\text{общ.екс.}} + \Sigma R_{\text{пер.}}, \quad (6.16)$$

$$\Sigma R_{\text{рейс}} = 97635,2 + 379822,0 = 477457,2 \text{ \$/рейс.}$$

7. Знаходимо прибуток судна за рейс:

$$\Delta П_{\text{рейс}} = \Sigma F_{\text{рейс}} - \Sigma R_{\text{рейс}}, \quad (6.17)$$

$$\Delta П_{\text{рейс}} = 798380,0 - 477457,2 = 320922,8 \text{ \$/рейс.}$$

6.3. Розрахунок якісних експлуатаційно-економічних показників роботи судна в рейсі

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

$$K_9 = \frac{T_9}{T_k}, \quad (6.18)$$

$$K_9 = 355 / 365 = 0,97.$$

2. Коефіцієнт завантаження судна:

$$\alpha_{zag} = \frac{\Sigma Q}{\Sigma D_q}, \quad (6.19)$$

$$\alpha_{zag} = 67398739,2 / 163599780 = 0,4120$$

3. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

$$V_{cp.} = \frac{L}{t_x}, \quad (6.20)$$

$$V_{cp.} = 2562,3 / 6,7 = 382,4 \text{ милі/добу.}$$

4. Коефіцієнт ходового часу:

$$\varepsilon_x = \frac{t_x}{t_p}, \quad (6.21)$$

$$\varepsilon_x = 6,7 / 7,7 = 0,87$$

5. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна за добу експлуатації:

$$\mu_B = \alpha_3 \cdot V_{cp.} \cdot \varepsilon_x, \quad (6.22)$$

$$\mu_B = 0,4120 \cdot 382,4 \cdot 0,87 = 137,1 \text{ т-милі/тнж-добу.}$$

6. Валова прибутковість одних судно-днів:

$$\mu_g = \frac{\Delta F_{чинв}}{t_p}, \quad (6.23)$$

$$\mu_B = 798380,0 / 7,7 = 103685,7 \text{ \$/добу.}$$

7. Рівень прибутковості являє відношення доходів до витрат:

$$PF = \frac{\Sigma F_{рейс}}{\Sigma R_{рейс}}, \quad (6.24)$$

$$PF = 798380,0 / 477457,2 = 1,67.$$

8. Прибуток з урахуванням податку 25%:

$$\Sigma \Pi_{рейс} = \Delta F - \Sigma N_{нал} = \Delta F \cdot (1 - 0,25), \quad (6.25)$$

$$\Sigma \Pi_{рейс} = 320922,8 - 25\% = 240692,1 \text{ \$/рейс.}$$

9. Розрахуємо собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

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

$$S_T = 477457,2 / 2101 = 227,3 \text{ \$/т.}$$

10. Розрахуємо собівартість 1 тонно-милі на добу в рейсі:

$$S_{Т-м} = \Sigma R_{общ.} / \Sigma Ql, \quad (6.27)$$

$$S_{Т-м} = 477457,2 / 67398739,2 = 0,007 \text{ \$/т-м.}$$

11. Розрахуємо собівартість утримання судна за добу експлуатації:

$$S_{с-с} = \frac{\Sigma R_{заг.}}{t_p}, \quad (6.28)$$

$$S_{с-с} = 477457,2 / 7,7 = 62007,4 \text{ \$/добу.}$$

6.4. Прогнозування роботи судна за експлуатаційний період

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$Ч_p = T_{екс} / t_p, \quad (6.29)$$

$$Ч_p = 355 / 7,7 = 46,1 \text{ рейсів.}$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

$$\Sigma Q_{екс} = \Sigma Q \cdot Ч_p, \quad (6.30)$$

$$\Sigma Q_{екс} = 2101 \cdot 7,7 = 16177,7 \text{ т.}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний період:

$$\Sigma Ql_{екс} = \Sigma Ql \cdot Ч_p, \quad (6.31)$$

$$\Sigma Q_{екс} = 2101 \cdot 7,7 \cdot 2562,3 = 41452120,71 \text{ т-м-рейсів}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

$$\sum F_{\text{екс}} = \sum F_{\text{рейс}} \cdot \text{Ч}_p, \quad (6.32)$$

$$\sum F_{\text{екс}} = 798380,0 \cdot 46,1 = 36808428,57 \text{ \$/рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

$$\sum R_{\text{екс}} = \sum R_{\text{рейс}} \cdot \text{Ч}_p, \quad (6.33)$$

$$\sum R_{\text{екс}} = 477457,2 \cdot 46,1 = 2201263632 \text{ \$/рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

$$\sum \Pi = \sum \Pi_{\text{рейс}} \cdot \text{Ч}_p, \quad (6.33)$$

$$\sum \Pi = 320922,8 \cdot 46,1 = 14795792,25 \text{ \$/рік}$$

7. Рівень прибутковості роботи судна за експлуатаційний період:

$$\sum PF = \frac{\sum F_{\text{екс}}}{\sum R_{\text{екс}}}, \quad (6.35)$$

$$\sum PF = 36808428,57 / 22012636,3 = 1,67$$

6.5. Оцінка ефективності виконаного рейсу і роботи судна за експлуатаційний період

Результати всіх розрахунків по закінченому рейсу зводимо в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Кількісні та якісні показники виконаного рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні познач.	Од. виміру	Значення
1	2	3	4	5
1	Експлуатаційний період	T_e	діб	355
2	Відстань пройдена судном в рейсі	L, l	милі	2562,3
3	Перевезено вантажів	ΣQ	т	2101
4	Судо-доба в рейсі	t_p	діб	7,7
	а) на ходу	t_x	діб	6,7
	б) на стоянці	$t_{ст}$	діб	1,0
5	Загальний прибуток	F	\$	798380,0

Продовження табл. 6.2

1	2	3	4	5
6	Загальні витрати	R	\$	477 457,2
7	Чистий прибуток	П	\$	320 922,8
8	Коефіцієнт ходового часу	ε_x		0,87
9	Середньодобова експлуатаційна, швидкість	$V_{cp.}$	милі/добу	382,4
10	Прибутковість судна	$\mu'_в$	\$/добу	103685,7
11	Рівень прибутковості	PF		1,67
12	Собівартість перевезення 1 т вантажу	S_T	\$/т	227,3
13	Собівартість 1 т-м	S_{T-m}	\$/т-м	0,007
14	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	S_{c-c}	\$/діб.ек	62007,43

Розглядаючи виконаний рейс, показники роботи судна в рейсі, можемо відзначити, що рейс прибутковий на це вказує рівень прибутковості перевищує одиницю і рівний 1,67, фінансові показники – прибуток 798380 \$.

РОЗДІЛ 7

ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ

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

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

Вантажне судно «PAN QUEEN» стоїть в порту Фрітаун (Сьєрра-Леоне) біля причалу № 9 під навантаженням. Отримано повідомлення про інцидент зі скрапленням газом: на території перевантажувального комплексу аміаку зійшли з рейок і перекинулися три залізничні цистерни.

Ймовірна причина аварії – терористичний акт. З пошкоджених цистерн вилилося 110 т зрідженого аміаку, який є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). Характер розливу «вільно». На території порту оголошена терористична загроза.

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

Характер місцевості – промислова забудова і територія порту.

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

Визначити заходи контролю обробки вантажу і доставки суднових запасів та постачання для забезпечення охорони судна.

7.1.2. Оцінка масштабів хімічного зараження території

Виконання розрахунків ведеться за допомогою формул і таблиць, наведених у Методиці прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах морського транспорту (Додаток 1 до «Методичних вказівок по виконанню розділу дипломної роботи «Охоронні заходи і цивільна оборона на судні») [41].

1) Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря

За заданими метеорологічними умовами (час доби - день, швидкість вітру 5 м/с, суцільна хмарність) визначаємо по табл. 7.1 ступень вертикальної стійкості повітря - ізотермія.

Таблиця 7.1 – Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

Швидкість вітру, м/с	Наявність хмарності		
	відсутня	середня	суцільна
0,5	конвекція	конвекція	ізотермія
0,6 - 2,0	конвекція	конвекція	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) аміаку в первинній хмарі:

$$Q_{\text{э1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0 = 0,01 \cdot 0,04 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 110 = 0,01 \text{ т,}$$

де: $K_1 = 0,01$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (з таблиці);

$K_3 = 0,04$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози аміаку (з таблиці);

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

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

$Q_0 = 110$ – кількість аміаку, що розлився при аварії, т.

Таблиця 7.2 – Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

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

Примітка. У таблиці наведені значення K_7 у чисельнику - K_7^I (для первинної хмари), у знаменнику - K_7^{II} (для вторинної хмари).

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

Площа розливу S_p (м²) аміаку дорівнює:

$$S_p = \frac{V_p}{h} = \frac{Q_0 / \rho}{h} = \frac{110 / 0,681}{0,05} = 3231 \text{ м}^2,$$

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

$Q_0 = 110$ – кількість аміаку, що розлився при аварії, т.

$\rho = 0,681$ - щільність аміаку, т/м³ (табл. 7.2);

$h = 0,05$ – товщина шару аміаку (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.) аміаку:

$$T = \frac{h \cdot \rho}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{\text{II}}} + \frac{1}{K_M \cdot v_{\text{п}}} = \frac{0,05 \cdot 0,681}{0,025 \cdot 1 \cdot 1} + \frac{1}{0,2 \cdot 6} = 2,2 \text{ год.} = 2 \text{ год. } 12 \text{ хв.},$$

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

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

Таблиця 7.3 – Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

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

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

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

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

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

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

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

Розраховуємо еквівалентну кількість аміаку $Q_{\text{э2}}$ (т) у вторинній хмарі:

$$Q_{\text{э2}} = (1-K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{\text{II}} \cdot \frac{Q_0}{h \cdot \rho} = 0,99 \cdot 0,025 \cdot 0,04 \cdot 1 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{110}{0,05 \cdot 0,681} = 0,74 \text{ т,}$$

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

$K_2 = 0,042$ – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей сірководню (табл. 8.2);

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

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

$K_6 = N^{0,8} = 1^{0,8} = 1$ – 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) хмарию СДОР при аваріях на технологічних ємностях, сховищах і транспорті визначаємо за допомо-

гою табл. 7.6.

Таблиця 7.6 – Глибина (км) зони зараження

Швидкість вітру, м/с	Еквівалентна кількість СДОР, т								
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20
1 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

Для $Q_{\text{с1}} = 0,01$ т та швидкості вітру $u = 0,5$ м/с визначаємо глибину зони зараження первинною хмарою аміаку: $\Gamma_1 = 0,38$ км.

Для $Q_{\text{с2}} = 0,74$ т та швидкості вітру $u = 0,5$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою аміаку: $\Gamma_2 = 4$ км.

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 4 + 0,5 \cdot 0,38 = 4,19 \text{ км},$$

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

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

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

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

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{matrix} \right\} = 4,19 \text{ км}.$$

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

$$S_{\text{в}} = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^0 = 3,14 \cdot 4,19^2 \cdot 360^0 / 360^0 = 55,1 \text{ км}^2,$$

де: $\Gamma = 4,19$ – розрахункова глибина зони зараження, км;

$\varphi = 360^0$ – кутовий розмір зони зараження, град (табл. 7.7).

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

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

Визначаємо площу зони фактичного зараження S_f (км²):

$$S_f = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 4,19^2 \cdot 1^{0,2} = 2,33 \text{ км}^2,$$

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 коло, що має кутовий розмір $\varphi = 360^0$ (табл. 7.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 4,19$ км. Центр кола співпадає з джерелом зараження – місцем розливу аміаку.

Коефіцієнти λ і ψ , що залежать від швидкості вітру наведено в табл. 7.8.

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

Коефіцієн- ти	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

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

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ_1 (км):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_1} \right)^\Psi = 3,73 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{0,75}{6} \right)^{0,606} = 0,21 \text{ км},$$

де: $\lambda = 3,73$; $\Psi = 0,606$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (табл. 7.8);

$Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0,01 + 0,74 = 0,75$ – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару, т;

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

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

$$\Gamma_{0,4} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,4}} \right)^\Psi = 3,73 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{0,75}{2,4} \right)^{0,606} = 0,37 \text{ км},$$

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 $\Gamma_{0,2}$ (км):

$$\Gamma_{0,2} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,2}} \right)^\Psi = 3,73 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{0,75}{1,2} \right)^{0,606} = 0,56 \text{ км},$$

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 $\Gamma = 4,19$ км.

б) 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:

$$t = \frac{x}{K_M \cdot v_{\Pi}} = \frac{1,5}{0,2 \cdot 6} = 1,25 \text{ год.} = 1 \text{ год. } 15 \text{ хв.},$$

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

7.1.3. Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження території внаслідок інциденту показала, що хмара зараженого повітря досягне судна «PAN QUEEN» через 1 год. 15 хв. В результаті утворення хмари зараженого повітря при розливі аміаку утворюється небезпечна зона з глибиною ураження до 4,19 км. Так як відстань до місця аварії 1,5 км, то можна зробити висновок, що судно потрапляє в зону легких уражень.

Для уникнення можливих людських втрат пропонуються такі заходи:

- оголосити хімічну тривогу та повідомити екіпаж про надзвичайну ситуацію в порту;
- зв'язатися з аварійними службами порту для отримання оперативної інформації про розвиток аварії;
- терміново припинити усі роботи на судні;
- враховуючі, що час підходу хмари СДОР до судна становить 1 год. 15 хв., доцільно залишити судно та евакуювати усіх членів екіпажу за межі небезпечної зони ураження;
- попередити екіпаж судна, що повернення на судно можливо тільки після того, як завершиться дія вражаючих концентрацій в зоні ураження (не раніше 2 год. 12 хв.);
- перед поверненням на судно необхідно отримати інформацію про рівень концентрації СДОР на відкритому повітрі і в повітрі приміщень судна.

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

Стосовно суден, що регулярно використовують портовий засіб, може виявитися доцільним установити процедури для судна, постачальників суднових запасів і для портового засобу, що передбачають повідомлення про доставку,

розклади доставки та їхнє документування. Завжди слід передбачати певний спосіб підтвердження того, що представлені до доставки запаси супроводжуються доказом того, що судно їх замовляло.

Для рівня охорони 1 у плані охорони судна повинні бути встановлені заходи з охорони, які повинні застосовуватися під час доставки суднових запасів, і які можуть уключати [42-43]:

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

- забезпечення негайного безпечного розміщення суднових запасів.

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

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

- проведення ретельніших перевірок суднових запасів;

- підготовку до обмеження або припинення обробки суднових запасів, а також

- відмову в прийомі запасів на судно.

Для рівня охорони 1 в плані охорони портового засобу повинні бути встановлені заходи охорони, що підлягають застосуванню для контролю доставки суднових запасів, які уключають:

- перевірку суднових запасів;

- завчасне повідомлення про склад вантажу, водія і реєстрацію транспортного засобу;

- огляд транспортного засобу для доставки.

Перевірка суднових запасів може здійснюватися за допомогою деяких або всіх таких способів:

- шляхом візуального та фізичного огляду;
- шляхом використання скануючого устаткування, механічних пристроїв або собак.

Для рівня охорони 2 в плані охорони портового засобу повинні бути встановлені додаткові заходи охорони, що підлягають застосуванню для посилення контролю за доставкою суднових запасів, які включають:

- ретельну перевірку суднових запасів;
- ретельний огляд транспортних засобів для доставки;
- взаємодію з судновим персоналом для звірки замовлення з транспортною накладною до проїзду на територію портового засобу;
- супровід транспортного засобу для доставки на територію портового засобу.

При рівні охорони 3 портовий засіб повинен слідувати вказівкам, що надійшли від тих, хто приймає заходи у випадку події, пов'язаної з охороною, або загрози. У плані охорони портового засобу повинні бути докладно викладені заходи охорони, які можуть бути прийняті портовим засобом у тісній взаємодії з тими, хто приймає заходи у відповідь, наприклад, з суднами в районі портового засобу, які можуть включати підготовчі дії до введення обмежень або припинення доставки суднових запасів у межах усього портового засобу або його частини [44].

Заходи з охорони, що стосуються обробки вантажу і доставки суднових запасів та постачання, повинні:

- забезпечувати перевірку цілісності вантажу і суднових запасів і їхньої упаковки;
- запобігати прийому вантажу і суднових запасів без перевірки;
- запобігати незаконним діям із запасами, а також
- запобігати прийому вантажу і суднових запасів, які не замовлялися.

ВИСНОВКИ

Тема магістерської роботи «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна MSC Sariska V за маршрутом Галіфакс - Саутгемптон» є актуальною в наш час. Це обумовлено розвитком контейнерних перевезень провідними лінійними компаніями в усьому світі.

В роботі були виконані розрахунки та аналіз інформації які сприятимуть підвищенню безпеки плавання та мінімізації аварій спричинених помилковим вибором маршруту переходу та засобів отримання навігаційної інформації.

В ході виконання роботи були обрані безпечні курси плавання згідно з порою року. Загальна довжина переходу складе 2562,3 милі. Вихід з порту Галіфакс планується 10 червня, прибуття до порту Саутгемптон – 17 червня. Розрахункова тривалість рейсу – 6 діб 17 годин.

Судно здійснює перевезення генеральних, небезпечних, швидкопсувних та інших вантажів у контейнерах різних типів, відповідно стандартам безпеки, включаючи дотримання міжнародних норм SOLAS-74, IMDG Code, ISO. При здійсненні планування рейсу враховувались: особливості вантажів, характеристики портів Галіфакс та Саутгемптон, включаючи вантажні норми, буксирне обслуговування, умови бункерування тощо, що дало можливість забезпечити повну відповідність вимогам безпеки при перевезенні вантажів у контейнерах. Виконані розрахунки підтверджують готовність судна до виконання рейсу з дотриманням усіх експлуатаційних норм та стандартів.

В розділі дослідження по тематики кафедри розглянуто питання «Аналізу алгоритмів управління курсом судна», за результатами прийшли до наступних висновків:

1. Стабілізація курсу: Аналіз алгоритмів автоматичного регулювання курсу показав, що застосування ПІД-регуляторів дозволяє ефективно стабілізувати курс судна за мінімальних відхилень від заданого напрямку. Для забезпечення стабільної роботи системи необхідно налаштувати пропорційні,

інтегральні та диференціальні коефіцієнти, які враховують параметри судна та умови експлуатації.

2. Виконання поворотів: Автоматичне керування поворотами судна базується на алгоритмах стеження за заданими параметрами, такими як кутова швидкість або радіус повороту. Ефективність поворотів залежить від точності моделювання траєкторії судна та налаштування відповідних параметрів автопілота. При сильному хвилюванні рекомендовано застосовувати фільтри для компенсації впливу хвильового рискання.

3. Водіння за маршрутом: Системи автоматичного водіння за маршрутом (TCS) значно підвищують точність проходження судна по заданій траєкторії. Основними режимами роботи є ведення по лінії маршруту (ХТЕ) та перехід від однієї шляхової точки до іншої (WP-WP). Впровадження еталонних моделей руху судна сприяє підвищенню точності прогнозу маневрів і зниженню ризику відхилення від курсу.

4. Рекомендації щодо налаштування систем: Для забезпечення стабільної роботи автоматичних регуляторів необхідно періодично перевіряти і налаштовувати параметри системи в залежності від завантаження судна, швидкості ходу та умов експлуатації. У разі хвилювання варто коригувати коефіцієнти демпфірування та зони нечутливості для зниження інтенсивності роботи рульової машини.

5. Експлуатаційні вимоги: Ефективна робота систем автоматичного керування залежить від регулярного моніторингу їх стану, дотримання стандартів ІМО та класифікаційних товариств. Під час експлуатації необхідно забезпечити можливість швидкого переходу між автоматичним і ручним керуванням для реагування на непередбачувані ситуації.

Загалом, застосування сучасних алгоритмів автоматичного керування курсом і маршрутом дозволяє значно підвищити ефективність, точність та безпеку судноводіння.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ворохобін І.І., Цимбал М.М., Бурмака І.О., Ніколаєва Л.Л та інші. Методичні вказівки для виконання магістерської роботи // І.І. Ворохобін, М.М. Цимбал, І.О. Бурмака, Л.Л. Ніколаєва та ін. – Одеса: НУ «ОМА», 2023. – 96 с.
2. Суднова документація контейнеровозу.
3. International Convention on Standards of Training, Certification and Watch keeping for Seafarers, 1978/95 (STCW-78/95) + Amendment 2010.
4. Резолюція ІМО А.893(21) «Посібник із планування рейсу», 1999.
5. Рекомендации по организации штурманской службы на морских судах Украины (РШСУ-98) – Одесса, ЮжНИИМФ, 1998. – 112 с.
6. Алексішин В.Г., Долгочуб В.Т. Практичне судноводіння / В.Г. Алексішин, В.Т. Долгочуб. – 3 Вид. випр. і доп. – Одеса: Фенікс, 2008. – 376 с.
7. Алексішин В.Г., Козир Л.А. Методика виконання курсової роботи з навігації «Навігаційне планування переходу». – Одеса: Латстар, 2001. – 72 с.
8. Catalogue Admiralty Charts and Publications. – London: UKHO, 2019.
9. Admiralty List of Radio Signals (ALRS) (NPs 281-288). – London: UKHO, 2019.
10. International Safety Net Manual, 2010. – 75 с.
11. Pilot Chart, інтернет ресурс гідрометеорологічних умов. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [Sailing Weather - Marine Weather Forecasts for Sailors and Adventurers - PassageWeather.](#)
12. Sailing Directions (Pilots). – London: UKHO, 2019.
13. Atlas of the Oceans. – London: UKHO, 2015.
14. Guide to Port Entry. – London, 2019.
15. Admiralty List of Lights and Fog Signals. – London: International Maritime Organization, 2020.
16. The Mariner's Handbook. NP100. London: UKHO, 2019.
17. Ocean Passages for the World. NP136. London: UKHO, 2019.
18. Морехідні таблиці МТ-75.

19. Brown's Nautical Almanac. – London: 2019. – 1130 p.
20. Admiralty Tidal Handbook №. 2 Datums for Hydrographic Surveys NP 122(2). – London: UKHO, 2018.
21. International Convention for Safe Containers, 1972, (CSC-72).
22. International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code), Vol. 1, 2 and Supplement. – London: International Maritime Organization, 2015.
23. Савчук В.Д. Технологія перевезення вантажів: підручник [для студ. виш. навч. закл.], вид. 2-ге, перероб. і доп. / В.Д. Савчук. – Одеса: НУ «ОМА», 2020. – 390 с.
24. Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing (CSS Code). - London: International Maritime Organization, 2011.
25. Снопков В.Г. Технологія перевезення вантажів морем: [навчальний посібник] / В.Г. Снопков. – О., 2001. – 279 с.
26. Ніколаєва Л.Л. Комерційна експлуатація судна: підручник. Одеса: НУ «ОМА», 2020. – 550 с.
27. The International Convention on Load Lines 1966 – International Maritime Organization. Лондон: Міжнародна морська організація, 1966 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.riigiteataja.ee.
28. Теорія і будова судна: навчальний посібник / І.П. Давидов, Ю.П. Кучер, В.Ф. Сіряченко, О.І. Бурмака – Одеса: НУ «ОМА», 2019. – 110 с.
29. Правила класифікації та побудови морських суден. В 5-ти т. Том 2. – Київ: Регістр судноплавства України, 2020.
30. Резолюція MSC. 267 (85) 09.12.2008. «Code on Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments» (ISC).
31. Вагущенко Л.Л. Цымбал Н.Н. Системы автоматического управления движением судна. – 3-е изд., перераб. и доп. – Одесса, ОНМА, 2007. – 376 с.
32. Березин С.Я., Тетюев Б.А. Системы автоматического управления движением судна по курсу. – Л.: Судостроение, 1990. – 256 с.

33. Сахаров В.В., Таранин А.Г., Чертков А.А. Алгоритм энергоефективного управління курсом судна. // Вестник ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова, 2013, №3(22), с. 38-46.
34. Fossen T. I. Marine Control Systems Guidance, Navigation and Control of Ships, Rigs and Underwater Vehicles. Marine Cybernetics, 2002.
35. Golikov V., Siniuta K. Main Approaches to Ship Traffic Control on Course. Transport Systems and Technologies, 2022.
36. Sobolev H.V. Управляємість корабля і автоматизація судноводіння. Л.: Судостроение, 1976.
37. Siniuta K.O. Ітераційний метод стабілізації судна на курсі та маршруті. Судноводіння, збірник наукових праць НУ «ОМА», 2021, Вип. 31, с. 117-124.
38. Golikov V., Maltsev A.S., Safin Y.V. Методологічні основи маневрування суден при зближенні. ОНМА, 2013.
39. Clarke D.W., Mohtadi C., Tuffs P. Generalized predictive control. Part I: The basic algorithm. Automatica, 1987.
40. Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи. - Одеса: НУ «ОМА», 2017, с. 20.
41. Терновський В.Б. Методичні вказівки по виконанню розділу дипломної роботи «Охоронні заходи і цивільна оборона на судні». – Одеса: ОНМА, 2015. – 72 с.
42. International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS-74), International Maritime Organisation, London, 2014.
43. Міжнародна конвенція по запобіганню забруднення з суден (МАРПОЛ-73/78). Лондон: – ІМО, 2004.
44. Торский В.Г. Управление безопасностью в судоходстве. – Одесса: Астропринт, 2005. – 180 с.

BERTH TO BERTH PASSAGE PLAN Halifax - Southampton													Notes:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									</
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Рисунок 2.3 – Маршрутний лист

