

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

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра судноводіння

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА

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

Мазур Андрій Сергійович

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи: **Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Lotus» за маршрутом Гамбург – Фуглафьордур**

Підпис магістранта _____

Завідувач кафедри _____

Керівник _____

Рецензент _____

Нормоконтроль _____

м. Одеса

2025 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут навігації
кафедра судноводіння

спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Завідувач кафедри

" ____ " _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

по дипломній роботі магістранта

Мазур Андрій Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: **Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Lotus» за маршрутом Гамбург – Фуглафьордур**
затверджена наказом по НУОМА від " ____ " _____ 20 ____ р. № ____
2. Строк здачі курсантом закінченої роботи " ____ " _____ 20 ____ року
3. Вхідні дані до роботи:
 - Методичні вказівки для виконання магістерської роботи;
 - Суднова документація для опису загальних відомостей та техніко – експлуатаційних характеристик судна;
 - Навігаційні карти, посібники та нормативні документи для планування переходу
 - Затверджена тематика дослідницького розділу;
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):
 - Опис характеристик судна;
 - Навігаційне планування переходу;
 - Розрахунок завантаження , посадки та остійності судна;
 - Системи управління рухом суден та їх реалізація;
 - Розрахунок економічних показників; цивільна оборона на судні.
5. Перелік графічного матеріалу:
 - Загальний вид судна та план вантажних приміщень
 - Плани портів, графіки припливів, графічний план переходу
 - Вантажний план, графіки остійності та міцності судна
 - Рисунки та схеми використані в дослідницькому розділі

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. Системи управління рухом суден та їх реалізація		
6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі (кафедра «Менеджменту і економіки морського транспорту»)		
7. Охоронні заходи та цивільна оборона на судні (кафедра «Судноводіння»)		

7. Календарний план дипломної роботи магістранта

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Характеристики судна	09.2025 р.	
2.	Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	09.2025 р.	
3.	Обробка та розміщення вантажів	10.2025 р.	
4.	Оцінка морехідних якостей судна	10.2025 р.	
5.	Системи управління рухом суден та їх реалізація	10.2025 р.	
6.	Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі	11.2025 р.	
7.	Охоронні заходи та цивільна оборона на судні	11.2025 р.	

Дата видачі завдання _____

Керівник _____ Завдання до виконання прийняв _____

АНОТАЦІЯ

Дана дипломна робота присвячена комплексному опрацюванню та дослідженню етапів навігаційного переходу судна «Lotus» за маршрутом Гамбург – Фуглафьордур з перевезенням вантажу мазуту.

Робота складається з семи розділів, в яких висвітлені найбільш важливі аспекти професійної діяльності судноводія: характеристики судна, аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу, обробка та розміщення вантажів, оцінка морехідних якостей судна, розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі, а також охоронні заходи та цивільна оборона на судні.

Особлива увага приділена детальному дослідженню систем управління рухом суден (VTS), включаючи аналіз міжнародних стандартів IMO та IALA, технічних засобів VTS (радарні системи, AIS, VHF радіозв'язок), типів послуг VTS (інформаційні, навігаційної допомоги, організації руху), сучасних тенденцій розвитку (впровадження штучного інтелекту, проактивних систем, інтеграції з автономними суднами MASS), а також програм підготовки операторів VTS згідно рекомендацій IALA R-0103. Проведено аналіз глобального ринку VTS (USD 6.1 млрд у 2024, прогноз USD 15.2 млрд до 2034), регіональних особливостей впровадження та взаємодії судна з VTS центрами під час переходу Гамбург – Фуглафьордур через зони German Bight VTS, Danish VTS, Norwegian Coastal VTS.

Ключові слова: безпека судноводіння, системи управління рухом суден (VTS), планування навігаційного переходу, міжнародні стандарти IMO та IALA, радарні системи, AIS, автономні судна (MASS), підготовка операторів VTS, судно «Lotus», маршрут Гамбург – Фуглафьордур.

ANNOTATION

This thesis is dedicated to the comprehensive study and analysis of the navigational voyage stages of the vessel "Lotus" on the route Hamburg – Fuglafjoerdur carrying fuel oil cargo.

The work consists of seven chapters covering the most important aspects of a navigator's professional activities: vessel characteristics, analysis, assessment and planning of the navigational voyage, cargo handling and stowage, assessment of the vessel's seaworthiness qualities, calculation of the vessel's economic performance indicators during the voyage, as well as security measures and civil defense aboard the vessel.

Special attention is given to the detailed research of Vessel Traffic Services (VTS), including analysis of international standards IMO and IALA, technical VTS equipment (radar systems, AIS, VHF radio communication), types of VTS services (Information Service, Navigation Assistance Service, Traffic Organization Service), current development trends (artificial intelligence implementation, proactive systems, integration with Maritime Autonomous Surface Ships - MASS), and VTS operator training programs according to IALA Recommendation R-0103. Analysis of the global VTS market (USD 6.1 billion in 2024, forecast USD 15.2 billion by 2034), regional implementation features, and vessel interaction with VTS centers during the Hamburg – Fuglafjoerdur passage through German Bight VTS, Danish VTS, and Norwegian Coastal VTS zones has been conducted.

Keywords: navigation safety, Vessel Traffic Services (VTS), navigational voyage planning, international standards IMO and IALA, radar systems, AIS, Maritime Autonomous Surface Ships (MASS), VTS operator training, vessel "Lotus", route Hamburg – Fuglafjoerdur.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

Δ – водотоннажність повному вантажу (т)

Δ_0 - водотоннажність порожньою (т)

Δw - повна вантажопідйомність

ДСО – діаграма статичної остійності

ЗНЗ - засіб навігаційного забезпечення

НМК – навігаційна морська карта

РЛС – радіолокаційна станція

СКП – середня квадратична похибка

ALRS - Admiralty List of Radio Signals

ВМ – згинальний момент (Bending Moment)

SF – перерізуєча сила (Shear Force)

GMDSS - Global Maritime Distress and Safety System

UKC – under keel clearance

IMO – Міжнародна морська організація (International Maritime Organization)

ISO – Міжнародна організація по стандартизації (International Standardization Organization)

l_{w1} - плече кренувального моменту від тиску вітру (м)

l_{w2} - плече кренувального моменту від пориву вітру (м)

Θ_r - амплітуда хитаєиці (°)

l_{max} - плече ДСО при максимальному куті крену (м)

Θ_m - кут крену, що відповідає максимуму ДСО (°)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА.....	11
1.1 Загальні відомості і головні розміри судна.....	11
1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна.....	13
1.3 Маневрені характеристики.....	13
1.4 Навігаційне обладнання.....	13
1.5 Забезпечення непотоплюваності.....	17
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ.....	18
2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу.....	18
2.2 Оцінка запланованого переходу.....	20
2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході.....	22
2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації.....	24
2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні...	25
2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання.....	28
2.3.1 Розрахунок ортодромії.....	28
2.3.2 Складання маршрутних листів.....	29
2.3.3 Графічний план переходу.....	33
2.3.4 Розрахунок природної освітленості.....	33
2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів.....	35

РОЗДІЛ 3. ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ.....	36
3.1 Транспортні характеристики вантажів.....	36
3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та документальне оформлення морського перевезення.....	40
3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна.....	47
3.4 Складання вантажного плану.....	51
3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу.....	53
РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА.....	55
4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна.....	55
4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності.....	60
4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації.....	64
4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності.....	65
4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності.....	68
4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності.....	70
4.7 Контроль загальної поздовжньої міцності судна.....	71
РОЗДІЛ 5. СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РУХОМ СУДЕН ТА ЇХ РЕАЛІЗАЦІЯ..	73
5.1 Загальний огляд проблеми та сучасний стан.....	73
5.2 Міжнародні стандарти та сучасні публікації.....	79
5.3 Принципи проведення суден в СУРС.....	79
5.4 Методи реалізації принципів проведення суден.....	82
5.5 Висновки.....	89
РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ.....	92

6.1 Розрахунок кількісних показників роботи судна в рейсі	93
6.2 Розрахунок якісних показників роботи судна в рейсі.....	96
6.3 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу.....	97
РОЗДІЛ 7. ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ.....	99
7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту.....	99
7.1.1 Вихідні дані.....	99
7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території.....	100
7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат...	107
7.2 Розподіл обов'язків та відповідальності щодо забезпечення охорони судна.....	108
ВИСНОВКИ.....	110
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	112

ВСТУП

Морське судноплавство є основою світової торгівлі, забезпечуючи перевезення понад 90% міжнародних вантажів, що підкреслює критичну важливість безпечного функціонування морської індустрії для глобальної економіки. Станом на 2024 рік морським транспортом перевозиться понад 12 мільярдів тонн вантажів щорічно, а світовий флот налічує понад 100,000 суден різних типів та призначень.

Зростання щільності судноплавства на основних морських шляхах, поява мегасуден водотоннажністю понад 200,000 DWT та контейнеровозів місткістю понад 24,000 TEU, концентрація маршрутів у "вузьких місцях" світової торгівлі (Малаккська протока – 260 суден на добу, Гібралтар – 300 суден на добу) створюють безпрецедентні виклики для безпеки мореплавства. Статистичний аналіз показує, що близько 80% зіткнень суден відбуваються у районах з високою щільністю судноплавства, а 60% посадок на міліну фіксуються на підходах до портів та у вузьких проходах. У цьому контексті системи управління рухом суден (Vessel Traffic Services – VTS) набувають критичного значення як ключовий інструмент забезпечення безпеки та ефективності судноплавства.

Головна задача роботи полягає в комплексному дослідженні та аналізі систем управління рухом суден (VTS) та їх практичної реалізації, включаючи вивчення міжнародної нормативно-правової бази (документи IMO та IALA), технічних засобів VTS (радарні системи, AIS, VHF радіозв'язок, CCTV, метеосенсори), типів послуг VTS (інформаційні, навігаційної допомоги, організації руху), операційних процедур взаємодії судна з VTS, сучасних тенденцій розвитку (штучний інтелект, проактивні системи, хмарні технології,

інтеграція з автономними суднами), програм підготовки операторів VTS, глобального ринку та регіональних особливостей впровадження, а також практичного застосування цих знань при плануванні та виконанні навігаційного переходу судна «Lotus» за маршрутом Гамбург – Фуглафьордур через зони German Bight VTS, Danish VTS та Norwegian Coastal VTS.

Практична значущість роботи полягає у формуванні комплексного розуміння систем VTS, що є необхідним для безпечного та ефективного судноводіння у сучасних умовах. Дослідження охоплює не лише теоретичні аспекти функціонування VTS, але й практичні процедури взаємодії судна з VTS центрами.

Робота структурована таким чином, щоб забезпечити послідовне та логічне викладення матеріалу: від характеристик судна та планування переходу до детального аналізу систем VTS, їх технічних засобів, операційних процедур, міжнародних стандартів, програм підготовки персоналу, сучасних тенденцій розвитку та практичного застосування при взаємодії з VTS під час переходу. Комплексний підхід до дослідження дозволяє сформулювати цілісне уявлення про роль VTS у забезпеченні безпеки морського судноплавства та підготуватися до ефективної взаємодії з цими системами в професійній діяльності.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

1.	Назва судна:	«LOTUS»
2.	Тип судна:	Chemical Tanker IMO Type II
3.	Позивний сигнал судна:	6YTW8
4.	ІМО №:	9485356
5.	MMSI №:	339301180
6.	Рік і місце будівництва:	2009, Zhengjiang Sopo Shipbuilding Co.,Ltd / S23OPO 0701
7.	Клас реєстру:	GL Register Number 114171
8.	Прапор приписки:	Jamaica
9.	Судновласник:	Ciresa Shipping B.V., The Netherlands
10.	Менеджмент:	South End Tanker Management B.V., The Netherlands
11.	Довжина найбільша, (L):	118,16 m
12.	Довжина між $\perp\perp$, (L $\perp\perp$):	110,98 m
13.	Ширина найбільша, (B):	18,50 m
14.	Висота борту, (H):	10,00 m
15.	Осадка (T): в повному вантажу: порожньому:	7,90 m 2,69 m
16.	Водотоннажність: в повному вантажу, (Δ): порожньому, (Δ_0):	12885 t 3870 t

Продовження таблиці 1.1

17.	Повна вантажопідйомність, (Δ_w):	8985 t
18.	Головний двигун: тип: потужність: частота обертання:	MAK6M25 2×1980=3960 KW 750 rpm
19.	Швидкість судна: (L) – Loaded (B) – Ballast	Full Sea Speed – 14,6 kts (L) / 14,7 kts (B) Full Ahead – 12,5 kts (L) / 13,0 kts (B) Half Ahead – 8,0 kts (L) / 8,5 kts (B) Slow Ahead – 5,0 kts (L) / 5,5 kts (B) Dead Slow Ahead – 2,0 kts (L) / 2,0 kts (B)
20.	Гребний гвинт: кількість лопастей: діаметр гвинта: дискове відношення: крокове відношення: напрямок обертання:	controllable 4 3800 mm 0,5870 0,7789 Right-handed
21.	Тип руля:	Semi Ballanced Stream-Lined Double Plate
22.	Тип стернової машини:	Electro Hydraulic Driven Type
23.	Суднова радіостанція: склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району А3 та включає в себе:	MF/HF Radio Equipment – Furuno VHF Radio Telephony – Furuno Inmarsat Fleet F77 – Furuno Inmarsat Standard-C – Furuno Navtex receiver – Furuno Satellite EPIRB 406 MHz/1.25 MHz – Furuno RADAR Transponder – Furuno Portable VHF Transceiver – Furuno
24.	Валова реєстрова місткість (Gross Tonnage):	6382

Продовження таблиці 1.1

25.	Чиста реєстрова місткість (Net Tonnage):	2733
26.	Добова витрата палива (HFO): на ходу: на стоянці:	12,0 t 0,3 t
27.	Координати центру мас порожнього судна:	LCG – 44,43 m (from A.P.) TCG – 0,017 m (P+/S–) VCG – 7,73 m (abv. BL)

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна

Схематичний план бокового вигляду судна з розташуванням приміщень для вантажів та запасів (вид збоку), план верхньої палуби судна (вид зверху) та вантажна шкала судна приведено на Рис. 1.1.

1.3 Маневрені характеристики

Дані о маневрених характеристиках, якірний ланцюг, робота рульового пристрою, дані про діаметри повороту, дані про гальмівні характеристики у виді «Wheelhouse Poster» представлені на Рис. 1.2.

1.4 Навігаційне обладнання

Наведемо у вигляді таблиць дані про всі технічні засоби навігації судна та характеристики точності ТЗН.

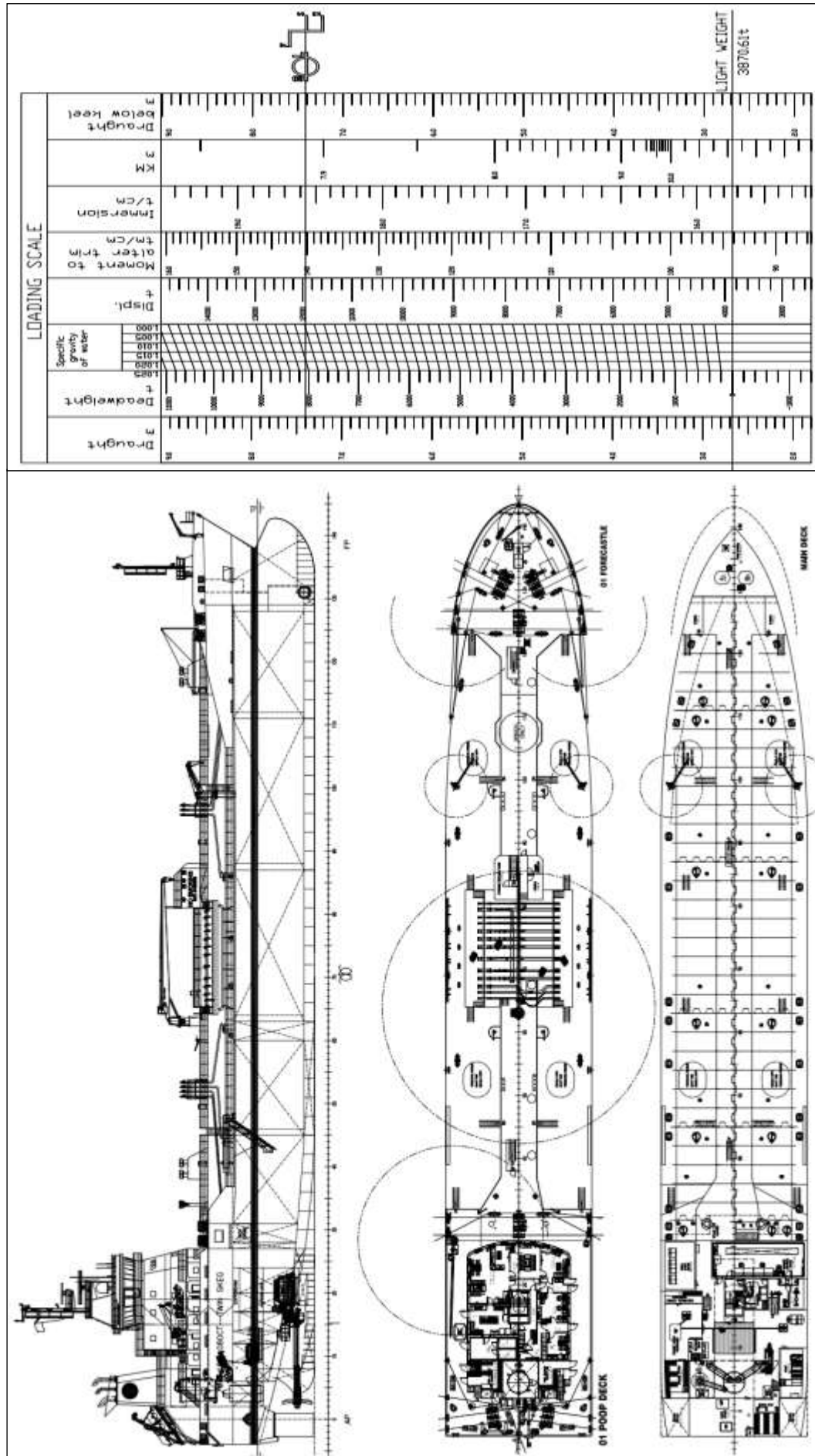


Рисунок 1.1 – Схематичний план судна

WHEELHOUSE POSTER

Draught at which the manœuvring data were obtained

Loaded	Ballast
Trial/Estimated	Trial/Estimated
7.15 m forward	4.4 m forward
7.65 m aft	6.1 m aft

STEERING PARTICULARS	
Type of rudder(s)	2x300 KNm
Maximum rudder angle	35°
Time hard-over to hard-over	
with one power unit	25 s
with two power units	13 s
Minimum speed to maintain course propeller stopped	3 knots
Rudder angle for neutral effect	

ANCHOR CHAIN	
	No. of shackles
Port	10
starboard	9
Stern	
(1 shackle = 22.5 m)	

PROPULSION PARTICULARS			
Type of engine: 2x1950 kw (2500 HP), type of propeller: CONTROLLABLE			
Engine order	Rpm/pitch (°) setting	Speed(knots)	
		Loaded	Ballast
Full sea speed	750/100	14.6	14.7
Full ahead	750/80	12.5	13
Half ahead	750/50	8	8.5
Slow ahead	750/30	5	5.5
Dead slow ahead	750/20	2	2
Full astern	750/70	8	8
		Critical revolutions: _____ rpm Minimum rev: _____ rpm Time limit astern: _____ min Time limit of min rev: _____ min Emergency full ahead to full astern: _____ s Stop to full astern: _____ s Astern power: 70 % ahead Max no of consecutive start: N/A	

THRUSTER EFFECT at trial conditions				
Thruster	KW	Time delay for full thrust	Turning rate for zero speed	Time delay to reverse 1°
Bow	450	3 s	20 °/min	1 min 15 s
Stern				
Combined				

DRAUGHT INCREASE (LOADED)				
Estimated Squat Effect			Heel (°) at	
Under keel clearance	Ship's speed (knots)	Max bow squat estimated (m)	Heel angle (degree)	Distance (m)
m			2	
			4	
			6	
10			12	
			16	

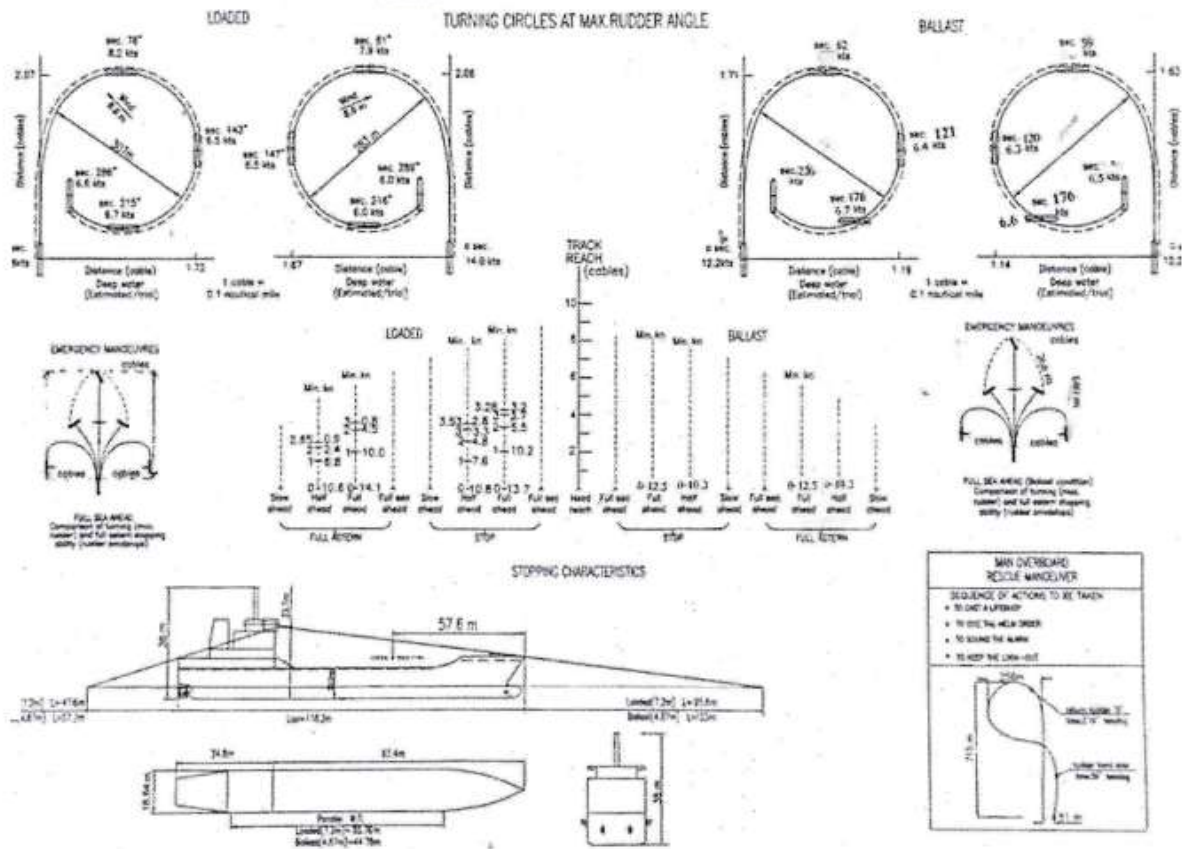


Рисунок 1.2 – Маневрені характеристики судна

Таблиця 1.2 – Технічні засоби навігації

№	Прилад	Марка	Модель
1.	Magnet compass	Tokimec	SH-165A1
2.	Gyro Compass	Yokohawa	GMZ 900B/900S
3.	Auto Pilot	Yokohawa	PT-5000
4.	Course Recorder	Yokohawa	MKR101A
5.	Echo Sounder	Furuno	FE-700
6.	Doppler Speed Log	Furuno	DS-80
7.	RADAR/ARPA X band	Furuno	FAR-21x7
8.	RADAR/ARPA S band	Furuno	FAR-21x7
9.	GPS Navigator	Furuno	GP-150
10.	Weather Facsimile	Furuno	FAX-408
11.	AIS	Furuno	FA-150
12.	VDR	Furuno	VR-3000
13.	ECDIS	Transas	NS 4000

Таблиця 1.3 – Характеристики точності ТЗН на судні

№	Тип і марка приладу	Нав. параметри	СКП ^{95%} одного вимірювання
1.	Magnet compass	Bearing	$\pm 1^\circ$
2.	Gyro Compass	Bearing	$\leq \pm 1^\circ (0,75^\circ \cdot \secant \text{ latitude})$
3.	Echo Sounder	Depth	$\pm 2,5 \%$
4.	Doppler Speed Log	Speed	1% or 1 kts.
5.	RADAR/ARPA X band RADAR/ARPA S band	Distance	1% of the maximum range of the scale in use, or 15 m, whichever is the greater
		Bearing	$\pm 1,5^\circ$
6.	GPS	Distance to Ship	$\pm 7 \text{ m}$

1.5 Забезпечення непотоплюваності

У даному пункті наведемо конструктивні особливості судна, які забезпечують його непотоплюваність, наявність на судні «Інформації про непотоплюваність» та (або) «Аварійних планів».

На судні є вся необхідна «Інформація про непотоплюваність» та «Аварійний план» («Damage control plan»), передбачені СУБ Компанії.

Танкер розбитий вісьма поперечними переборками на дев'ять водонепроникних відсіків: FP, Cargo Oil Tanks (P&S), Slop Tanks (P&S), ME, AP. Окрім того вздовж вантажної частини корпусу проходить одна водонепроникна переборка, яка ділить пари вантажних танків. Корпус має подвійне дно та подвійні борта.

В якості водовідливного насосу може бути використано будь-який з вантажних насосів та баластні насоси.

Таблиця 1.4 – Характеристики суднових насосів

№	Name	Capacity	Quantity
1.	Cargo Oil Pump	2500 m ³ /h	3 sets
2.	Cargo Stripping Pump	150 m ³ /h	1 set
3.	Water Ballast Pump	2000 m ³ /h	2 sets

В додаток до «Інформації про аварійну остійність судна» на т/х «LOTUS» є спеціально розроблена комп'ютерна програма, яку окрім забезпечення вантажних робіт можна використовувати для розрахунку аварійної остійності.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

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

- Міжнародна Конвенція з охорони людського життя на морі 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 рейсу»;
- Рекомендації по організації штурманської служби на морських судах України – 1998 р.;
- Bridge Procedures Guide, 2016, 5th Edition;
- Bridge Team Management, 2004, 2nd Edition.

Принципи планування переходу

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

Оцінка ⇒ Планування ⇒ Виконання ⇒ Контроль

Appraisal ⇒ Planning ⇒ Execution ⇒ Monitoring

Appraisal

«Bridge Team Management», Section 2 – це процес збору разом всієї інформації, доречної до розглянутого переходу. Збір інформації пов'язано з навігаційною інформацією зазначеної на морських картах та в інших публікаціях, таких як SD, ALLFS, ALRS, ATT, NM, схеми систем поділу руху та Radio Aids to Navigation.

Інформація, необхідна для того щоб зробити оцінку:

- план (напрямок та швидкість);
- приливи (час, рівні та напрямки приливно-відливних явищ);
- осадка судна в різний час переходу;
- поради та рекомендації, наведені в SD;
- навігаційні вогні (характеристики, дальність видимості й очікуване збільшення дальності видимості);
- навігаційні знаки (очікувана дальність видимості, у якій орієнтири будуть видимі на радарі чи будуть видимі оку);
- навігаційні попередження, що діють на район переходу;
- кліматичні дані, що впливають на район переходу;
- маневрені характеристики судна.

Усі повинні знати та завжди враховувати стан судна, устаткування і пам'ятати про різні обставини, також усі повинні чітко усвідомлювати і розуміти межі безпеки в різних частинах переходу.

Planning

«Bridge Team Management», Section 3 – детальний план повинний охопити цілий перехід, від причалу до причалу, і включати усі води де лоцман буде на борту.

Формування плану спричиняє виконання наступних задач:

- підготовка майбутнього переходу на відповідних морських картах та нанесення на карти всіх небезпечних районів і майбутнього шляху, приймаючи в увагу межі припустимої похибки. Запланований шлях повинний бути прокладений так, якщо дозволяють обставини, щоб він був на безпечній відстані від навігаційних небезпек;
- можливість виходу головного двигуна з ладу чи поломки кермової машини в критичний момент не повинна бути недооцінена;
- відзначити на картах ті помітні для радара об'єкти, що можуть використовуватися при визначенні місця судна;
- нанести на карту всі необхідні позначки, пеленга та відстані, які можуть бути зручними і використовуватися як перевага при переході;

– лінії обмеження небезпеки (область у який ні при яких обставинах немає ходу). На карті необхідно нанести лінії, щоб висунути на перший план області, куди судно не може йти («No Go Areas»);

Повні деталі плану переходу повинні потім бути внесені у форми плану переходу (Passage plan / Voyage Plan).

Execution

Згідно «Bridge Team Management», завершивши план переходу, повинна бути обрана тактика, яку потрібно використовувати у виконанні плану.

Monitoring

Точний та безупинний контроль руху судна по запланованому шляху є безпечний перехід. Якщо вахтовий помічник сумнівається щодо місця положення судна, чи манери, у який відбувається перехід, він повинний негайно викликати Капітана та, якщо необхідно, почати діяти, як вважає за необхідне для безпеки судна.

2.2 Оцінка запланованого переходу

У цьому параграфі приведемо конкретну інформацію, що стосується оцінки переходу, що відповідає етапу «Passage Plan Appraisal». Для цього проведемо підбір навігаційних карт, посібників та публікацій на заданий перехід по Каталогі Адміралтейських карт та публікацій (Catalogue of Admiralty Charts and Publications). Оброблену інформацію оформлюємо у вигляді таблиць.

Таблиця 2.1 – Перелік карт на перехід (British Admiralty Nautical Chart)

Тип карти	№	Назва карти	Масштаб 1:
Paper Chart	3268	The Elbe-Schulau to Hamburg	30 000
Paper Chart	3267	The Elbe-Krautsand to Schulau	30 000
Paper Chart	3625	The Elbe-Belum to Krautsand	30 000
Paper Chart	3619	The Elbe-Scharhorn Riff to Medemgrund	50 000

Продовження таблиці 2.1

Тип карти	№	Назва карти	Масштаб 1:
Paper Chart	1875	The Jade to Norderpiep including Helgoland	100 000
Paper Chart	1423	Terschelling to Esbjerg	375 000
Paper Chart	267	North Sea Offshore Charts Sheet 10	200000
Paper Chart	2672	Listafjorden to Selbjornsfjorden including Offshore Oil and Gas Fields	350 000
Paper Chart	274	North Sea Offshore Charts Sheet 6	200 000
Paper Chart	291	North Sea Offshore Charts Sheet 4	200 000
Paper Chart	219	Western Approaches to the Orkney and Shetland Islands	500 000
Paper Chart	3567	Foroyar (Faroe Islands) Northern Part	100 000
Paper Chart	3568	Foroyar (Faroe Islands) Southern Part	100 000

Таблиця 2.2 – Перелік посібників на перехід

NP №	Назва посібника	Дата
Admiralty Sailing Directions (Pilots)		
55	North Sea (East) Pilot, 12 th Edition	2020
56	Norway Pilot, Vol 1, 17 th Edition	2018
52	North Coast of Scotland Pilot, 10 th Edition	2018
Admiralty Tide Tables (ATT)		
202	North Atlantic Ocean and Arctic Regions, Vol. 2	2021
120	Admiralty Manual of Tides	1941
Admiralty List of Radio Signals (ALRS)		
281(1)	Maritime Radio Stations: Europe, Africa and Asia, 1 st Edition	2020
282(1)	Radio Aids to Navigation, Differential GPS (DGPS), Legal Time, Radio Time Signals and Electronic Position Fixing System: Europe, Africa and Asia, 1 st Edition	2020
283(1)	Maritime Safety Information Services: Europe, Africa and Asia	2020
284	Meteorological Observation Station, 2 nd Edition	2021
285	Global Maritime Distress and Safety System, 2 nd Edition	2021

Продовження таблиці 2.2

NP №	Назва посібника	Дата
286(2)	Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations (Europe, Arctic and Baltic Coasts, including Iceland and Faeroe Islands), 2 nd Edition	2021
Admiralty List of Lights & Fog Signals (ALLFS)		
75(B)	Southern and Eastern Sides of the North Sea, 2 nd Edition	2021
84(L)	Northern Seas, 1 st Edition	2021
Astronomical Publications		
323	Star Finder and Identifier	1958
314	The Nautical Almanac	2021
Miscellaneous Publications		
100	The Mariners Handbook, 12 th Edition	2020
131	Catalogue of Admiralty Charts and Publications	2021
136	Ocean Passages for the World, 2 nd Edition	2021
	Bridge Team Management, 5 th Edition	2016
	Bridge Procedures Guide, 2 nd Edition	2004
	Ship's Routeing, 14 th Edition	2019
Guide to Port Entry		
Lloyd's Maritime Atlas		

2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

В цьому параграфі приведемо конкретну інформацію про прийом та обмін навігаційною інформацією на переході за допомогою посібників Admiralty List of Radio Signals (ALRS).

Вибираємо інформацію щодо факсимільних карт погоди по маршруту переходу та зводимо до Табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

№	Радіостанція	Позначення та межа карти	Зміст передачі	Час передачі
1.	Northwood	North Atlantic 54°N 82°W 26°N 45°W 54°N 51°E 26°N 12°E	24 ^h Surface Prognosis	0012 1212

Вибираємо інформацію про райони NAVAREA та станції NAVTEX по маршруту переходу. Дані зводимо до Табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Райони NAVAREA, станції NAVTEX на переході

№	Ділянка переходу	NAVAREA	NAVTEX	NAVAREA
1.	Atlantic Ocean	I	[S, G, D]	United Kingdom

Визначаємо наявність по маршруту контрольних постів, районів, де здійснюється управління рухом судів постами СУДС (Reporting Areas), вирішуємо питання про зв'язок з контрольними станціями і постами. З'ясовуємо деталі зв'язку з лоцманськими станціями і операторами терміналів в портах.

Таблиця 2.5 – Зв'язок на переході

Станція	Зв'язок	Канали	Примітки
Hamburg Port Traffic	VHF	14	Call when underway and passing rep. point
Brusbuttel Elbe Traffic	VHF	68	Call when entering VTS area and passing rep. point
Cuxhaven Elbe Traffic	VHF	71	Call when passing rep. point
Elbe Plt	VHF	08	Call Elbe Plt before Elbe Racon Buoy
German Bight Traffic	VHF	80	Call when passing rep. point
Shetland Coastguard	VHF	16	Call 1 hr. before arrival to SG area
Fuglafjorder Port Control	VHF	12	Passing rep. point # 4
Fuglafjorder Pilot	VHF	16	Call 2 hr. before and in advance

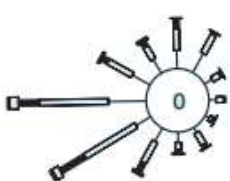
2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

В цьому параграфі виконуємо аналіз гідрометеорологічних умов по маршруту плавання у лютому місяці 2021 року.

Для цього використовуємо середні багаторічні данні, які наведені в Атласах океанів, Admiralty Sailing Directions та Pilot Charts.

Для опису гідрометеорологічних умов перехід розбиваємо на 3 ділянки згідно з ASDs.

Таблиця 2.6 – Атмосферний тиск та рози вітрів

Характеристики за ділянками	NP 55	NP 56	NP 52
Атмосферний тиск, гПа	1017	1014	1008
Напрямок вітру	Повторюваність вітру, %		
N	5	3	5
NE	6	21	18
E	14	11	11
SE	12	5	4
S	10	5	9
SW	21	14	19
W	20	23	17
NW	9	17	9
Повторюваність штилів, %	3	1	3
Середня швидкість, вузли	9	14	5
Схема «рози вітрів»			

Таблиця 2.7 – Гідрологічні характеристики

Характеристики за ділянками		NP 55	NP 56	NP 52
Температура повітря, °C		4	4	6
Температура води, °C		4	4	7
Відносна вологість, %		81	83	81
Повторюваність туманів, дні		4	3	1
Хмарність, бали		6	5	6
Солоність води, ‰		25-33	25-33	34-35
Щільність води, т/м ³		1,000	1,020	1,025
Постійні течії	направлення	NE	N/NE	NE
	швидкість, вузли	½	½	½
	постійність, %	50-75	50-75	50-75

Гідрометеорологічна характеристика погодних умов, яка очікується на переході Hamburg – Fuglafjordur, сприятлива.

2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибрежному плаванні

Використавши Admiralty Sailing Directions, Admiralty List of Lights & Fog Signals, Guide to Port Entry, наводимо навігаційну та загальну інформацію щодо портів, місць лоцманської проводки, якірних стоянок, забезпеченість ЗНО, які використовуються на прибрежних ділянках.

Hamburg (Germany) – $\varphi = 53^{\circ}33'N$; $\lambda = 09^{\circ}59'E$.

The Port of Hamburg is a seaport on the river Elbe in Hamburg, Germany, 68 nm from its mouth on the North Sea.

Max. Size – under normal weather and tidal conditions, vessels with a draft up to 12,5 m in salt water (12,8 m FW) on arrival Elbe Light vessel may enter at any time.

Restrictions – no restrictions imposed on night entry for any vessels.

Load Line zone – winter.

Anchorage – available at several places between Elbe Lightvessel and Hamburg.

Tugs – normally join incoming vessels at Harbour Pilot Station at Finkenwerder. Tugs lines used at no extra charge.

Repairs – all deck, hull and machinery repairs can be carried out by local shipyards at Hamburg. Underwater repairs and cleaning can be effected by divers with special equipment.

Density – fresh water.

Fresh water – available from shore at most berths. Also supplied by barge.

Fuel – all grades available from oil berths, or supplied by barge.

Time – GMT plus 1 hour. GMT plus 2 hours (last weekend in March to last weekend in October).

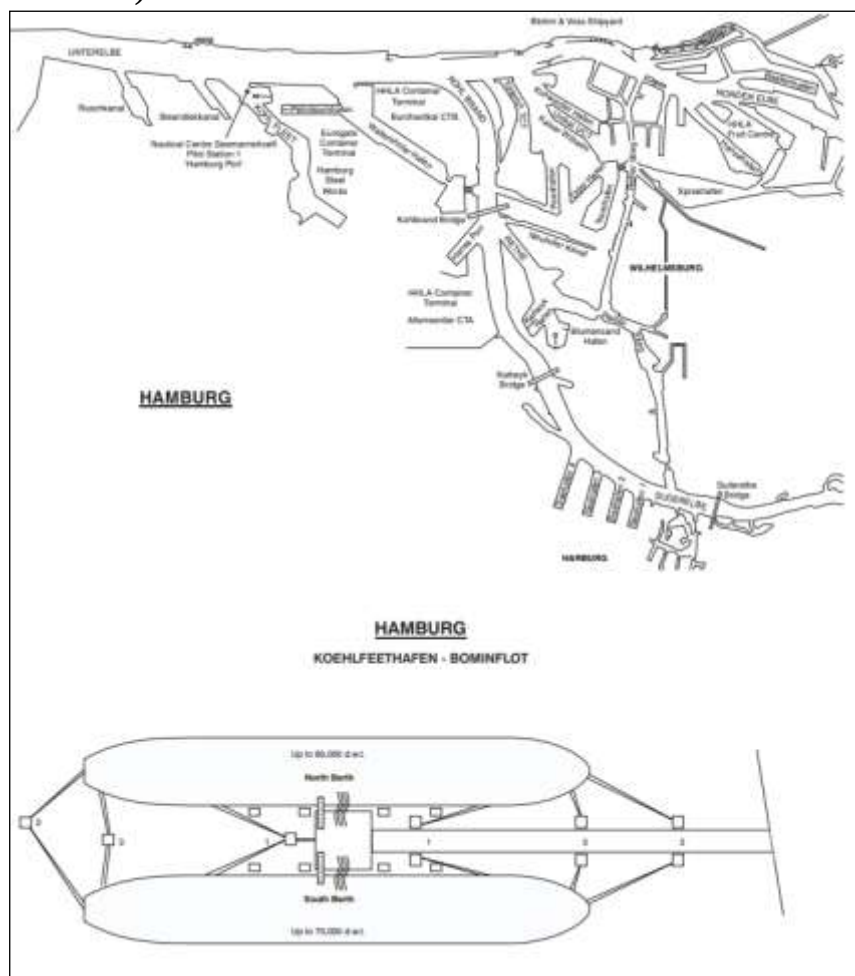


Рисунок 2.1 – План порту Hamburg

Fuglafjordur (Faroe Islands) – $\varphi = 62^{\circ}14'N$; $\lambda = 06^{\circ}48'W$.

The port of Fuglafjordur is located in the northernmost part of the Faroe Islands. The port is well protected and has excellent parking spaces. The entrance is not difficult, and the depths inside the fjord shelf are gradually approaching its top.

Max. Size – anchorage 23,2+ m, Oil Terminal 6,1 m.

Restrictions – factors of nature's origin that might prevent ship's entrance in port - ice, swell, etc.

Load Line zone – winter.

Pilotage – either it is a must or advisable usage of pilotage is directed.

Tugs – showing the option of using a tug for docking or in need of assistance during anchorage.

Repairs – minor repairs available. There are divers in the port.

Density – 1,025 t/m³.

Fresh water – available.

Fuel – all grades available.

Time – GMT.

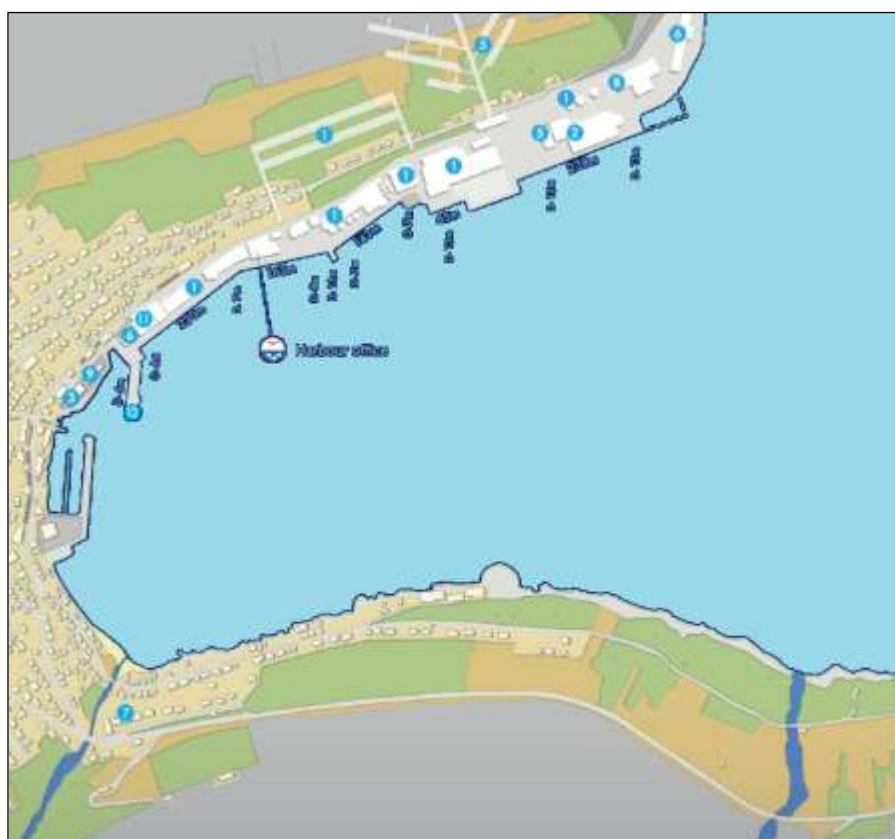


Рисунок 2.2 – План порту Fuglafjordur

Таблиця 2.8 – Засоби навігаційного обладнання

№	Назва	Координати		Характеристики	Дальність видимості (n m)
		φ (°,')	λ (°,')		
1.	St. Margarethen Rear	53°53,2 N	09°14,9 E	ISO 8 s	9
2.	Medem	53°50,1 N	08°53,8 E	Fl(3) 12,0 s	5
3.	Elbe	53°59,9N	08°06,5 E	ISO 10,0 s	Racon(T)
4.	Helgoland	54°10,9 N	07°52,9 E	Fl 5,0 s	28
5.	Sumburgh Head	59°51,2 N	01°16,4 W	Fl(3) 30,0 s	23
6.	Nolso	61°57,4 N	06°36,8 W	Fl 30,0 s	21
7.	Mjovanes	62°07,7 N	06°35,3 W	Fl(2) 15,0 s	5

2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1 Розрахунок ортодромії

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

У цьому параграфі виконуємо розрахунок локсодромії та ортодромії аналітичним способом на найдовшій ділянці переходу.

WP 46 ($\varphi_1 = 54^\circ 07,2' \text{ N}$, $\lambda_1 = 07^\circ 49,0' \text{ E}$);

WP 47 ($\varphi_2 = 58^\circ 00,6' \text{ N}$, $\lambda_2 = 01^\circ 53,8' \text{ E}$).

1). Знаходимо різницю широт:

φ_2	+58° 00,6'
– φ_1	+54° 07,2'
$\Delta \varphi$	+ 3° 53,4' (233,4' к N)

2). Знаходимо різницю довгот:

λ_2	+ 01° 53,8'
– λ_1	+ 07° 49,0'
$\Delta \lambda$	– 05° 55,2' (355,2' к W)

3). Знаходимо різницю меридіональних частин:

$$m = 3437,75 \cdot \ln [tg(45^\circ + \varphi_2/2) / tg(45^\circ + \varphi_1/2)] \quad (2.1)$$

$$m = 418,527.$$

4). Визначаємо локсодромічний курс (K_L) по формулі:

$$K_L' = \arccos (m / \sqrt{(\Delta\lambda^2 + m^2)}) \quad (2.2)$$

$$K_L = K_L' \text{ при } \Delta\lambda > 0, K_L = 360^\circ - K_L' \text{ при } \Delta\lambda < 0.$$

$$K_L = 319,8^\circ.$$

5). Розраховуємо локсодромічну відстань:

$$S_L = \Delta\varphi / \cos K_L \quad (2.3)$$

$$S_L = 306 \text{ nm}.$$

6). Розраховуємо довжину ортодромії за формулою:

$$D = \arccos (\sin\varphi_1 \cdot \sin\varphi_2 + \cos\varphi_1 \cdot \cos\varphi_2 \cdot \cos \Delta\lambda) \quad (2.4)$$

$$D = 305 \text{ nm}.$$

7). Визначаємо доцільність плавання по ортодромії:

$$\Delta D = S_L - D \quad (2.5)$$

$$\Delta D = 306 - 305 = 1 \text{ nm}.$$

Після виконання розрахунків можна сказати, що плавання по ортодромії не дає нам переваги перед прямуюванням по локсодромії. Отже, даний рейс є фактичним, та за вимогами рейсового завдання судно буде слідуватиме по локсодромії

2.3.2 Складання маршрутних листів

Призначення маршрутних листів – забезпечення безпеки мореплавання. Відповідно до рекомендацій ІМО, при плануванні переходу необхідно скласти маршрутні листи, які повинні лежати на штурманському столі. Безумовно, протягом рейсу в маршрутні листи вносяться необхідні зміни. Зразок фактичних маршрутних листів наведено на Рис. 2.3-2.6.

	VOYAGE PLANNING SHEET							Document nr.:		M04-01-013		
								Version:	1			
								Date:	21/12/2018			
								Page:	1			
Vessel	BOTHNIA	Master	J.P. De Vries					Date		11.02.2021		
IMO No.	9485368	Port	HAMBURG									
BERTH-PILOT												
Navigation Officer					Master					Officer of Watch		
WP No	Latitude / Longitude	Log (Crs and Dist)	Parallel Index Information	Minimum U.K.C.	Speed (Est.)	Position Fixing Meth / Time	XTD-(m)	Security Int/level	Bridge manning	REMARKS	Speed	E.T.A. Actual
0	53° 29.816 N 009° 58.810 E	XXX.X XXX.X	VAR/Elbe passage	0,31	XXX.X XXX.X	GPS/VIS/RAD 10°-15'	XXX.X XXX.X	1	F	All pre-departure checks completed POB. Engine in man mode (4 steering gears). Tested at port, bow/stern ready tested (steering gear). Crew fully briefed on Master in COBR. GO on the bridge, read off. BNWAS-ON/TESTED. Anchors ready for immediate use. ECDIS settings 1		
1	53° 29.894 N 009° 58.684 E	316.0° 0.11 NM	VAR/Elbe passage	5,23	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0.01 NM 0.01 NM	1	F	POB. Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTED. All reports by PLT, Master in conn. Anchors ready for immediate use		
2	53° 30.083 N 009° 58.545 E	336.4° 0.21 NM	Shore side 0,08 nm	5,73	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0.01 NM 0.01 NM	1	F	POB. Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTED. All reports by PLT, Master in conn. Anchors ready for immediate use		
3	53° 30.218 N 009° 58.213 E	304.3° 0.24 NM	Shore side 0,07 nm	6,77	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0.01 NM 0.01 NM	1	F	POB. Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTED. All reports by PLT, Master in conn. Anchors ready for immediate use		
4	53° 30.244 N 009° 57.932 E	278.8° 0.17 NM	VAR/Elbe passage	7,77	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0.03 NM 0.03 NM	1	F	POB. Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTED. All reports by PLT, Master in conn. Anchors ready for immediate use		
5	53° 30.328 N 009° 57.367 E	284.0° 0.35 NM	VAR/Elbe passage	7,23	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0.03 NM 0.03 NM	1	F	POB. Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTED. All reports by PLT, Master in conn. Anchors ready for immediate use		
6	53° 31.168 N 009° 56.344 E	324.0° 1.01 NM	VAR/Elbe passage	7,23	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0.03 NM 0.03 NM	1	F	POB. Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTED. All reports by PLT, Master in conn. Anchors ready for immediate use		
7	53° 31.883 N 009° 56.352 E	000.4° 0.73 NM	Shore side 0,16 nm	7,23	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0.03 NM 0.03 NM	1	F	POB. Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTED. All reports by PLT, Master in conn. Anchors ready for immediate use		
8	53° 32.079 N 009° 56.257 E	343.9° 0.20 NM	Shore side 0,12 nm	6,73	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0.03 NM 0.03 NM	1	F	POB. Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTED. All reports by PLT, Master in conn. Anchors ready for immediate use		
9	53° 32.512 N 009° 55.724 E	323.7° 0.50 NM	VAR/Elbe passage	7,03	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0.05 NM 0.05 NM	1	F	POB. Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTED. All reports by PLT, Master in conn. Anchors ready for immediate use		

10	53° 32.517 N 009° 53.385 E	270.2° 1.43 NM	Shore side 0,21 nm	7,23	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0.05 NM 0.05 NM	1	F	POB. Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTED. All reports by PLT, Master in conn. Anchors ready for immediate use	
11	53° 32.621 N 009° 51.984 E	277.1° 0.84 NM	VAR/Elbe passage	7,23	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0.07 NM 0.07 NM	1	F	POB. Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTED. All reports by PLT, Master in conn. Anchors ready for immediate use	
12	53° 33.590 N 009° 46.504 E	286.5° 3.41 NM	VAR/Elbe passage	7,93	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0.07 NM 0.07 NM	1	F	POB. Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTED. All reports by PLT, Master in conn. Anchors ready for immediate use	
13	53° 34.102 N 009° 40.602 E	278.3° 3.56 NM	Butzfließersand bn 0,31 nm	7,23	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0.07 NM 0.07 NM	1	F	POB. Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTED. All reports by PLT, Master in conn. Anchors ready for immediate use	
14	53° 34.307 N 009° 39.126 E	283.1° 0.89 NM	VAR/Elbe passage	7,23	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0.07 NM 0.07 NM	1	F	POB. Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTED. All reports by PLT, Master in conn. Anchors ready for immediate use	
15	53° 34.880 N 009° 37.408 E	299.2° 1.17 NM	VAR/Elbe passage	7,23	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0.07 NM 0.07 NM	1	F	POB. Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTED. All reports by PLT, Master in conn. Anchors ready for immediate use	
16	53° 36.279 N 009° 35.163 E	316.3° 1.94 NM	Pagestand bn 0,19 nm	6,77	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0.07 NM 0.07 NM	1	F	POB. Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTED. All reports by PLT, Master in conn. Anchors ready for immediate use	
17	53° 36.660 N 009° 34.268 E	305.6° 0.66 NM	VAR/Elbe passage	7,23	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0.07 NM 0.07 NM	1	F	POB. Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTED. All reports by PLT, Master in conn. Anchors ready for immediate use	
18	53° 37.547 N 009° 32.378 E	308.3° 1.42 NM	VAR/Elbe passage	7,13	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0.07 NM 0.07 NM	1	F	POB. Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTED. All reports by PLT, Master in conn. Anchors ready for immediate use	
19	53° 38.616 N 009° 31.329 E	329.7° 1.24 NM	VAR/Elbe passage	7,23	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0.07 NM 0.07 NM	1	F	POB. Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTED. All reports by PLT, Master in conn. Anchors ready for immediate use	
20	53° 41.921 N 009° 29.851 E	345.1° 3.43 NM	VAR/Elbe passage	7,23	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0.07 NM 0.07 NM	1	F	POB. Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTED. All reports by PLT, Master in conn. Anchors ready for immediate use	
21	53° 42.590 N 009° 29.246 E	331.8° 0.76 NM	VAR/Elbe passage	7,23	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0.07 NM 0.07 NM	1	F	POB. Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTED. All reports by PLT, Master in conn. Anchors ready for immediate use	
22	53° 43.949 N 009° 26.795 E	313.1° 2.00 NM	Shore side 0,23 nm	7,23	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0.07 NM 0.07 NM	1	F	POB. Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTED. All reports by PLT, Master in conn. Anchors ready for immediate use	
23	53° 44.398 N 009° 25.598 E	302.3° 0.84 NM	VAR/Elbe passage	7,23	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0.07 NM 0.07 NM	1	F	POB. Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTED. All reports by PLT, Master in conn. Anchors ready for immediate use	

Рисунок 2.3 – Маршрутний лист (від причалу до початку морської ділянки)

24	53° 45.150 N 009° 24.469 E	318.3° 1.00 NM	Shore side 0,4 nm	7,11	8,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0,08 NM 0,08 NM	1	F	POB, Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTed, All reports by P.L.T. Master in conn, Anchors ready for immediate use		
25	53° 49.293 N 009° 21.885 E	339.7° 4.43 NM	VAR/Elbe passage	7,70	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0,10 NM 0,10 NM	1	F	POB, Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTed, All reports by P.L.T. Master in conn, Anchors ready for immediate use		
26	53° 50.047 N 009° 21.047 E	326.7° 0.90 NM	VAR/Elbe passage	6,77	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0,10 NM 0,10 NM	1	F	POB, Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTed, All reports by P.L.T. Master in conn, Anchors ready for immediate use		
27	53° 51.896 N 009° 17.402 E	310.6° 2.85 NM	VAR/Elbe passage	7,23	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0,10 NM 0,10 NM	1	F	POB, Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTed, All reports by P.L.T. Master in conn, Anchors ready for immediate use		
28	53° 52.652 N 009° 14.901 E	297.1° 1.66 NM	Shore side 0,4 nm	7,23	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0,10 NM 0,10 NM	1	F	POB, Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTed, All reports by P.L.T. Master in conn, Anchors ready for immediate use		
29	53° 52.863 N 009° 13.249 E	282.2° 1.00 NM	Shore side 0,4 nm	7,88	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0,10 NM 0,10 NM	1	F	POB, Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTed, All reports by P.L.T. Master in conn, Anchors ready for immediate use		
30	53° 52.852 N 009° 06.857 E	269.8° 3.77 NM	VAR/Elbe passage	7,01	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0,10 NM 0,10 NM	1	F	POB, Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTed, All reports by P.L.T. Master in conn, Anchors ready for immediate use		
31	53° 51.613 N 009° 01.712 E	247.8° 3.30 NM	VAR/Elbe passage	7,23	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0,01 NM 0,01 NM	1	F	POB, Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTed, All reports by P.L.T. Master in conn, Anchors ready for immediate use		
32	53° 51.034 N 008° 58.621 E	252.4° 1.92 NM	VAR/Elbe passage	7,23	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0,01 NM 0,01 NM	1	F	POB, Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTed, All reports by P.L.T. Master in conn, Anchors ready for immediate use		
33	53° 50.479 N 008° 52.777 E	260.9° 3.51 NM	VAR/Elbe passage	7,23	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0,01 NM 0,01 NM	1	F	POB, Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTed, All reports by P.L.T. Master in conn, Anchors ready for immediate use		
34	53° 50.380 N 008° 50.563 E	265.7° 1.31 NM	VAR/Elbe passage	9,23	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0,01 NM 0,01 NM	1	F	POB, Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTed, All reports by P.L.T. Master in conn, Anchors ready for immediate use		
35	53° 50.453 N 008° 47.416 E	272.3° 1.85 NM	VAR/Elbe passage	7,73	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0,01 NM 0,01 NM	1	F	POB, Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTed, All reports by P.L.T. Master in conn, Anchors ready for immediate use		
36	53° 50.969 N 008° 45.882 E	299.6° 1.06 NM	VAR/Elbe passage	6,97	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0,01 NM 0,01 NM	1	E	POB, Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTed, All reports by P.L.T. Master in conn, Anchors ready for immediate use		
37	53° 51.671 N 008° 44.413 E	308.9° 1.12 NM	VAR/Elbe passage	6,63	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0,01 NM 0,01 NM	1	F	POB, Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTed, All reports by P.L.T. Master in conn, Anchors ready for immediate use		

38	53° 53.081 N 008° 42.515 E	321.5° 1.81 NM	VAR/Elbe passage	6,73	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0,01 NM 0,01 NM	1	F	POB, Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTed, All reports by P.L.T. Master in conn, Anchors ready for immediate use		
39	53° 56.197 N 008° 39.685 E	331.8° 3.53 NM	VAR/Elbe passage	7,43	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0,01 NM 0,01 NM	1	F	POB, Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTed, All reports by P.L.T. Master in conn, Anchors ready for immediate use		
40	53° 57.344 N 008° 37.524 E	312.0° 1.72 NM	VAR/Elbe passage	6,93	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0,01 NM 0,01 NM	1	F	POB, Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTed, All reports by P.L.T. Master in conn, Anchors ready for immediate use		
41	53° 57.978 N 008° 34.932 E	292.5° 1.66 NM	VAR/Elbe passage	6,03	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0,01 NM 0,01 NM	1	F	POB, Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTed, All reports by P.L.T. Master in conn, Anchors ready for immediate use		
42	53° 58.410 N 008° 30.639 E	279.7° 2.58 NM	VAR/Elbe passage	5,73	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0,01 NM 0,01 NM	1	F	POB, Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTed, All reports by P.L.T. Master in conn, Anchors ready for immediate use		
43	53° 59.988 N 008° 18.847 E	282.8° 7.13 NM	VAR/Elbe passage	6,43	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0,01 NM 0,01 NM	1	F	POB, Elbe river passage, autopilot on pilot request, echosounder on follow COLREG'S and master standing orders, hand steering, underway, BNWAS-ON/TESTed, All reports by P.L.T. Master in conn, Anchors ready for immediate use		
44	54° 00.400 N 008° 11.375 E	275.4° 4.43 NM	VAR/Elbe passage	14,19	13,0	GPS/VIS/RAD 10°-15'	0,01 NM 0,01 NM	1	F	Pilot off, autopilot - on, echosounder on, follow COLREG'S and master standing orders, underway, BNWAS-ON/TESTed, DOW in conn, BOOP, ECDIS settings 2		
79,60'												
SIGNATURE 2ND.OFF				SIGNATURE 3RD.OFF				SIGNATURE CH.OFF				
SIGNATURE MASTER				DATE				11.02.2021				

Рисунок 2.4 – Маршрутний лист (від причалу до початку морської ділянки)

	Voy. No 257						VOYAGE PLANNING SHEET						Document nr.:		M04-01-013	
													Version:		1	
													Date:		21/12/2018	
													Page:		2	
Vessel	BOTHNIA						Master	J.P. De Vries						Date		11.02.2021
IMO Nr.	9485368						Port	HAMBURG								
PILOT-PILOT																
Navigation Officer							Master							Officer of Watch		
WP No	Latitude / Longitude		Leg (Crs and Dist)	Parallel Index Information	Minimum U.K.C.	Speed (Est.)	Position Fixing Meth / Time	XTD-(m)	Security Inf/level	Bridge manning	REMARKS		Speed	E.T.A. Actual		
44	54° 00.400 N 008° 11.375 E		275.4° 4.43 NM	VAR	14,19	13,00	GPS/VIS/RAD 30'-45'	0.30 NM 0.30 NM	1	E	Pilot off, autopilot - on, echosounder on, follow COLREG'S and master standing orders, underway, BNWAS-ON/tested, OOW in conn, BOSP, ECDIS settings 2					
45	54° 01.154 N 008° 05.405 E		282.1° 3.59 NM	VAR	5,11	13,00	GPS/VIS/RAD 30'-45'	0.30 NM 0.30 NM	1	E	Coastal navigation, All reports according ADP Radiosignals 6, Autopilot - on, Follow Master's standing orders and COLREG's rules, Echosounder-on, Underway, OOW in conn, BNWAS On/tested					
46	54° 07.170 N 007° 48.978 E		301.9° 11.40 NM	VAR	94,23	13,00	GPS/VIS/RAD 30'-45'	0.30 NM 0.30 NM	1	E	Deep sea navigation, All reports according ADP Radiosignals 6, Autopilot - on, Follow Master's standing orders and COLREG's rules, Echosounder-on, Underway, OOW in conn, BNWAS On/tested					
47	58° 00.579 N 001° 53.816 E		319.6° 307.01 NM	VAR	194,23	13,00	GPS/VIS/RAD 30'-45'	0.80 NM 0.80 NM	1	E	Deep sea navigation, All reports according ADP Radiosignals 6, Autopilot - on, Follow Master's standing orders and COLREG's rules, Echosounder-on, Underway, OOW in conn, BNWAS On/tested					
48	59° 36.359 N 001° 17.596 W		314.0° 138.29 NM	VAR	144,23	13,00	GPS/VIS/RAD 30'-45'	1.00 NM 1.00 NM	1	E	Deep sea navigation, All reports according ADP Radiosignals 6, Autopilot - on, Follow Master's standing orders and COLREG's rules, Echosounder-on, Underway, OOW in conn, BNWAS On/tested					

49	60° 00.867 N 002° 51.474 W		297.4° 53.39 NM	PROd Q1-Haven A 2,49 nm	16,10	13,00	GPS/VIS/RAD 30'-45'	1.20 NM 1.00 NM	1	E	Deep sea navigation, All reports according ADP Radiosignals 6, Autopilot - on, Follow Master's standing orders and COLREG's rules, Echosounder-on, Underway, OOW in conn, BNWAS On/tested			
50	62° 09.344 N 006° 34.352 W		320.0° 168.24 NM	Mjovanes bn 1,4 nm	15,12	13,00	GPS/VIS/RAD 30'-45'	0.30 NM 0.50 NM	1	E	Deep sea navigation, All reports according ADP Radiosignals 6, Autopilot - on, Follow Master's standing orders and COLREG's rules, Echosounder-on, Underway, OOW in conn, BNWAS On/tested			
51	62° 12.416 N 006° 37.681 W		333.1° 3.43 NM	Shore side 0,44\ nm	9,24	13,00	GPS/VIS/RAD 30'-45'	0.30 NM 0.30 NM	1	E	Deep sea navigation, All reports according ADP Radiosignals 6, Autopilot - on, Follow Master's standing orders and COLREG's rules, Echosounder-on, Underway, OOW in conn, BNWAS On/tested			
52	62° 13.895 N 006° 44.852 W		293.8° 3.68 NM	Shore side 0,32 nm	62,77	13,00	GPS/VIS/RAD 30'-45'	0.15 NM 0.15 NM	1	E	POB, Coastal navigation, autopilot on pilt request, hand steering, Manual steering (4 pumps) echosounder-on, follow COLREG'S and master standing orders, underway, BNWAS-ON/tested, Master in conn, Anchors ready for immediate use			
			688,10 '											
SIGNATURE 2ND.OFF				SIGNATURE 3RD.OFF				SIGNATURE CH.OFF						
SIGNATURE MASTER				DATE				11.02.2021						

Рисунок 2.5 – Маршрутний лист (морська ділянка переходу)

VOYAGE PLANNING SHEET										Document nr.: M04-01-013			
Voy. No 257 HAMBURG - FUGLAFJORDUR										Version: 1			
										Date: 21/12/2018			
										Page: 3			
Vessel		BOTHNIA		Master		J.P. De Vries				Date			
IMO Nr.		9485368		Port		FUGLAFJORDUR							
PILOT-BERTH													
Navigation Officer						Master						Officer of Watch	
WP No	Latitude / Longitude	Leg (Crs and Dist)	Parallel Index Information	Minimum U.K.C.	Speed (Est.)	Position Fixing Meth / Time	XTD (-m)	Security Inf/level	Bridge manning	REMARKS	Speed	E.T.A. Actual	
52	62° 13.895 N 006° 44.852 W	293.8° 3.68 NM	Shore side 0,32 nm	62,77	13,00	GPS/VIS/RAD 20'-30'	0.15 NM 0.15 NM	1	F	POB, Coastal navigation, autopilot on pilot request, hand steering, Manual steering (4 pumps) echosounder-on, follow COLREG'S and master standing orders, underway, BNWAS-ON/tested, Master in conn, Anchors ready for immediate use			
53	62° 13.781 N 006° 47.603 W	264.9° 1.27 NM	VAR	9,47	13,00	GPS/VIS/RAD 10'-15'	0.10 NM 0.10 NM	1	F	POB, Coastal navigation, autopilot on pilot request, hand steering, Manual steering (4 pumps) echosounder-on, follow COLREG'S and master standing orders, underway, BNWAS-ON/tested, Master in conn, Anchors ready for immediate use			
54	62° 14.023 N 006° 48.052 W	319.0° 0.36 NM	VAR	10,75	13,00	GPS/VIS/RAD 10'-15'	0.05 NM 0.05 NM	1	F	All pre-mooring checks completed, Engine in man. mode, Tested ah-ast, bowthruster ready-tested, SG ready - tested, POB, Master-Pilot exchange, mooring ops., Crew stby, Manual steering (4 pumps) echosounder on, Master in CONN, C/O on the bridge			
		2,60'											
SIGNATURE 2ND.OFF				SIGNATURE 3RD.OFF SIGNATURE CH.OFF									
SIGNATURE MASTER				DATE 11.02.2021									

Рисунок 2.6 – Маршрутний лист (від морської ділянки переходу до причалу)

2.3.3 Графічний план переходу

Результати всієї попередньої роботи з навігаційного планування рейсу оформляємо у вигляді графічного плану переходу (Рис. 2.7), на якому наносимо назви портів відходу / заходу, основні течії та рози вітрів.

2.3.4 Розрахунок природної освітленості

Розрахунки освітленості виконуємо 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 та Місяця;

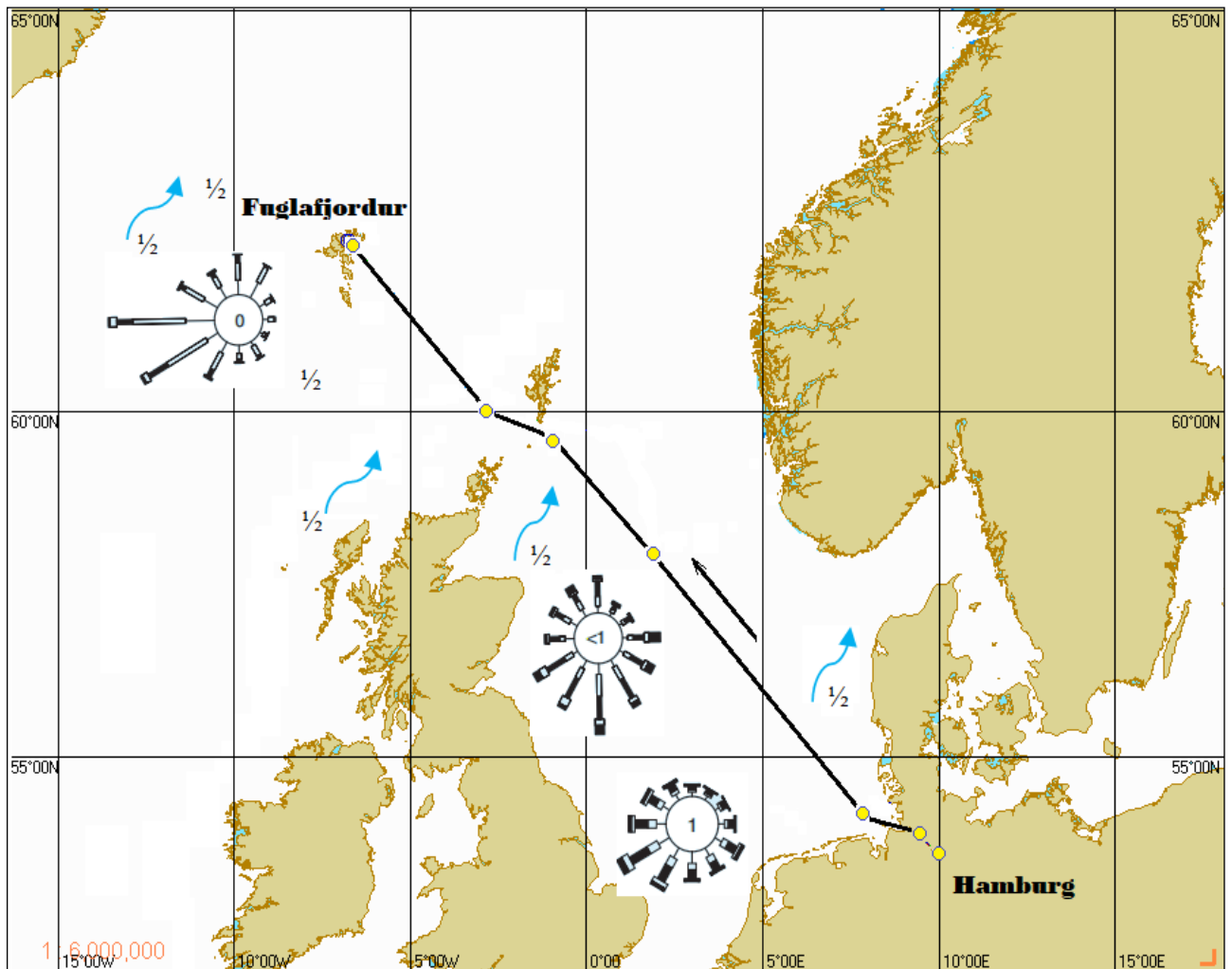


Рисунок 2.7 – Графічний план переходу Hamburg – Fuglafjörður

– по довготі λ передбачуваного місця на полудень кожної доби переводимо моменти в судновий час (ZT) та на кожний такий момент знаходимо прокладенням наперед координати φ та λ місця судна.

Далі розраховуємо по Nautical Almanac моменти (ZT) явищ, які характеризують освітленість (користуючись для інтерполяції таблицями: «Conversion of ARC to Time» та «Tables for Interpolating Sunrise, Moonrise, etc»).

По широті місця судна φ та схиленню Сонця δ на моменти його сходу та заходу за формулою сферичної тригонометрії $\operatorname{tg} A = \sin t / (\operatorname{tg} \delta \cdot \cos \varphi - \sin \varphi \cdot \cos t)$ розрахуємо азимути Сонця (Z) при сході і заході.

Для отримання місцевого часу явища (Correct LMT) треба у табличний час ввести дві поправки – φ correction та λ correction.

$$\text{Correct LMT} = \text{LMT for } \phi + \phi \text{ correction} + \lambda \text{ correction} \quad (2.6)$$

Місцевий час явища переводимо у Гринвіцький:

$$\text{GMT} = \text{Correct LMT} \pm \lambda \quad (2.7)$$

Гринвіцький час явища переводимо в судновий:

$$\text{ZT} = \text{GMT} \pm \text{ZD} \quad (2.8)$$

Таблиця 2.9 – Елементи освітленості на рейс

Дата 2021	ННС ZT	Сонце				КНС ZT	Місяць	
		Схід ZT	Z °	Захід ZT	Z °		Вік діб	Видимість %
11/02	06:30	07:48	114,1	17:22	245,9	18:40	29	0
12/02	06:04	07:32	116,7	16:42	243,3	18:10	1	2
13/02	06:40	08:21	119,8	17:03	240,2	18:44	2	4

2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

У цьому параграфі наведемо час та висоти повної води (HW) та малої води (LW) для порту Hamburg з використанням комп'ютерної програми Total Tides V3.77. Для порту Fuglafjordur інформація відсутня.



Рисунок 2.8 – Приливні явища та графіки приливів

РОЗДІЛ 3

ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖУ

3.1 Транспортні характеристики вантажів

Одним з важливих етапів підготовки до розрахунку вантажного плану є детальне вивчення транспортних характеристик та властивостей вантажів, які визначають умови їх перевезення, перевантаження й зберігання.

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

3.1.1 Наливні вантажі

До навантаження в порту Hamburg приймається мазут.

Загальні відомості про вантаж (мазут).

Густа рідина, темно-коричневого кольору, залишок після відгону від нафти бензину, гасу й фракцій дизельного палива. Застосовують як котельне паливо для виробництва моторних палив, бітумів, коксу. Мазут класифікується по вмісту сірки: малосірчистий до 0,5%, сірчистий до 2%, високосірчистий до 3,5%. По призначенню підрозділяють на топковий та флотський. Флотський мазут має більшу теплотворну здатність і менш в'язкий у порівнянні з топковим. З водою утворює стійку емульсію. Навантаження й вивантаження мазуту проводиться при його високій температурі через високу в'язкість. При зберіганні мазуту утворюється легкозаймиста атмосфера.

Фізико-хімічні властивості.

Хімічний опис – флотський мазут. Синоніми: топковий мазут, низькосортний мазут, мазут розширеного складу, емульгований мазут, коксований мазут, мазут відповідаючий специфікації ASTM-396 (Американське товариство по випробуванню матеріалів), важке паливо, бункерне паливо, «Bunker C».

Фізичний стан – в'язка рідина;

Питома вага – 0,9264 при $t = 15^{\circ}\text{C}$ (в даному випадку);

В'язкість – $274\text{ мм}^2/\text{с}$ при $t = 50^{\circ}\text{C}$;

Температура кипіння – не визначена;

Температура замерзання – $t = 10^{\circ}\text{C}$;

Тиск пару – $< 0,0069\text{ кг/см}^2$ при $t = 21^{\circ}\text{C}$;

Розчинність у воді – практично не розчинний у холодній воді;

Вміст сірки – 1,6%.

Хімічно стабільне з'єднання, не утворювалися небезпечних полімеризації. Вразливе до екстремально високих температур, сильних кислот і окислителям. До складу входять різні види нафтопродуктів і опадів від попередньої переробки, а також світлі каталітичні дистиляти та інші хімічні сполуки.

Пожежонебезпечні властивості.

Середньо або слабо-вибухонебезпечна рідина. Горіння цієї речовини може супроводжуватися з виділенням чадного газу, вуглекислого газу, диму, незгорілого вуглеводню, оксидів сірки та азоту.

При особливих обставинах може стати «вибухонебезпечною рідиною». Справа в тому, що речовина, випаровуючись при температурах близьких до температури займання, утворює з повітрям за певних умов і в певних пропорціях пожежонебезпечну суміш. При тривалому зберіганні при високій температурі, знову ж таки в специфічних умовах, ця речовина може виділяти сірководень – вибухонебезпечний газ.

Може акумулювати статичну електрику.

Температура спалаху – це значення температури, при якому над поверхнею нафтопродукту з певною швидкістю утворюються пари. Швидкість утворення пари при цій температурі така, що після займання їх від відкритого джерела вони відразу ж гаснуть, якщо забрати джерело. Значення температури спалаху визначає ступінь пожежонебезпеки нафтопродукту.

Температура спалаху – $t = 65^{\circ}\text{--}121^{\circ}\text{C}$;

Температура самозаймання – $t = 260^{\circ}\text{--}343^{\circ}\text{C}$;

Нижній поріг займання – 0,6-4,0%;

Верхній поріг займання – 7-44%.

Умови перевезення.

Температура зберігання вантажу повинна бути на 5°C нижче температури спалаху. Температура навантаження становить, як правило, близько $45\text{--}55^{\circ}\text{C}$ з урахуванням температурних втрат по довжині берегового трубопроводу. Продукт перевозиться, як правило, з підігрівом при температурі близько 60°C , необхідної для забезпечення повного вивантаження. Тому вимогою до перевезення є наявність підігріву на судні. Вимоги з безпеки, що пред'являються до перевезення даного вантажу, такі ж, як і для інших нафтопродуктів. Необхідно виключити використання відкритого полум'я в районі вантажний палуби. Крім того, при використанні електроприладів на відкритій палубі і в приміщеннях з вантажними насосами, вони повинні бути затверджені для застосування на танкерах.

Швидкість вивантаження забезпечується продуктивністю вантажних насосів, тобто $500\text{ м}^3/\text{годину}$. Швидкість навантаження становить $600\text{ м}^3/\text{годину}$.

Після отримання судном рейсового завдання старший помічник капітану організовує роботи з підготовки вантажних танків до прийому вантажу, зазначеного в рейсовому завданні. Керуючись допомогою з підготовки вантажних танків до прийому нафтопродуктів (Tank Cleaning Guide), а також з дотриманням вимог Конвенції MARPOL-73/78, вантажні танки наводяться в належний стан для прийому даного вантажу.

На підставі наведеної інформації по вантажу представимо у Табл.3.1 його транспортні характеристики.

Таблиця 3.1 – Транспортні характеристики вантажів

Назва вантажу	Вид тари	Паспортна густина вантажу $\rho^{15/4}$	IMDG Code					Норми вантажних робіт	
			Номер ООН	Клас	Знак маркування	Категорія розміщення і обробка	Аварійні дії (АВК)	Вантаження	Вивантаження
Fuel Oil	Налив	0,9264	3256	3		A	F-E, S-D	5000 т/добу	4800 т/добу

Перевезення наливних вантажів морем регламентуються Міжнародними документами:

- International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS-74), Chapters VI, VII;
- International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL-73/78);
- International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code);
- International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk (IBC Code);
- International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (IGC Code);
- International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals (ISGOTT);
- Material Safety Data Sheet (MSDS).
- Рекомендації ООН з перевезення небезпечних вантажів. Типові правила (ST / sc / ac, 10/1 / Rev.10).

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

Одним з важливих етапів підготовки до розрахунку вантажного плану є детальне вивчення транспортних характеристик і властивостей вантажів, які визначають умови їхнього перевезення, перевантаження й зберігання.

Підготовка до навантаження проводиться в наступній послідовності:

Відправник вантажу до початку навантаження представляє капітану Декларацію (інформацію) про вантаж, у якій вказуються дані про вантаж: найменування вантажу та його фізико-хімічні властивості, види небезпеки, вимоги до чистоти танків та технологічний режим перевезення. На підставі Декларації виконується додаткове зачищення танків, а в нашому випадку ще й необхідність інертизації.

Мийка танків (зачищення) виконується, керуючись посібником з підготовки вантажних танків до прийому нафтопродуктів (Tank Cleaning Guide) і вимогами Міжнародної Конвенції по Запобіганню Забруднення Моря із Суден 1973 р. та Протоколу 1978 р. (MARPOL-73/78).

Основний принцип вимог до якості відмитої поверхні вантажних танків полягає в тому, під який вантаж готуються вантажні танки, і які три останніх вантажі раніше перевозилися танкером. У нашому випадку, три останніх вантажі були світлі нафтопродукти (1. Fuel Oil, 2. Fuel Oil, 3. Gasoline). У зв'язку із цим вимоги до чистоти танків для приймання вантажу, у даній вантажній комбінації, не високі (іноді навіть допускається приймання вантажу поверх залишків попереднього).

У кожному разі при мийці танків виконуються наступні роботи:

- мийка вантажного трубопроводу;
- мийка танків мийними машинкам (у нашому випадку допускається холодною водою);
- вентиляція танків.

Перед постановкою танкера під навантаження необхідно обпресувати вантажну й зачисну магістралі забортною водою на робочий тиск, попередньо прокачавши їх цією водою.

Варто перевірити час відкриття й закриття дистанційно керованих клінкетів вантажних систем (про що складають спеціальний акт). Крім того, перевіряють щільність закриття клінкетів у насосному відділенні та кінгстонів.

Необхідно перевірити справність шлангуєчих пристроїв, шлангів, вантажного крана, призначеного для підтримки шлангів. Крім того, оглядають маркування шлангів і при необхідності відновлюють його. Обов'язково проводять гідравлічне випробування шлангів (передбачене інструкцією); про факт проведення випробувань, часу й пробному тиску роблять запис у машинному журналі.

Перед навантаженням перевіряють засоби контролю, сигналізації (про заповнення танків на 95 та 98%). Крім того, перевіряють справність пристрою, що відтинає, для зупинки перекачування вантажу (яке повинне бути пов'язане з подібним пристроєм, що відтинає, на вантажній базі), а також засобів освітлення палуби в районі маніфолдів.

Також необхідно переконатися в надійності заповнення вантажних танків інертним газом.

Особливо ретельно вантажний помічник повинен перевірити закриття клінкетів зачисної системи (оскільки іноді вахтові матроси забувають їх закривати). Перевіряють також систему аварійної зупинки вантажних насосів.

Старший помічник капітана повинен перевірити готовність протипожежних засобів.

Особливу увагу необхідно приділити перевірці закриття всіх шпигатів на вантажній палубі (через які в море може потрапити нафтопродукт), глушіння невикористовуваних при вантажних операціях патрубків вантажного й зачисного палубних трубопроводів. Варто перевірити установку піддонів під фланці прийомного трубопроводу. Підготувати газовідвідну систему до вантажних операцій.

При виконанні всіх цих (та інших) операцій відповідальні особи судна заповнюють спеціальну «Декларацію про готовність судна до вантажних операцій».

Підготовлені танки пред'являються представникові відправника вантажу для огляду й придатності до прийому даного вантажу. Складається Акт про придатність танків до навантаження. У випадку відмови відправника вантажу від огляду танків, запрошується компетентний незалежний сюрвейєр, що своїм рапортом підтверджує придатність танків для прийому даного вантажу.

Навантаження й вивантаження супроводжуються оформленням ряду документів, що проходять через судно й візуються капітаном, вантажним помічником і береговими сюрвейєрами. Для зручності ознайомлення з великим числом цих документів вони умовно розділені на п'ять категорій залежно від виконуваних функцій: загальні документи вантажного звіту; документи про кількість і приналежність вантажу; документи, що засвідчують якісний стан вантажу й відображають дефекти перевезення; документи про час поводження з вантажем на судні; інші документи.

Нижче даний перелік основних документів, прикладених до вантажного звіту для основних варіантів вантажоперевезень і короткі пояснення по змісту й оформленню вантажних документів.

Загальні документи вантажного звіту.

- Рейсовий звіт капітана.
- Переписка капітана по загальних питаннях перевезень, у тому числі може бути рапорт про коректування запланованого часу на даний рейс із додатком виписок із суднових журналів і інших документів, які можуть служити підставою для коректування термінів рейсу.
- Копія рейсового плану-графіка.
- Виконавчий вантажний план, виконаний у графічній формі із вказівкою маси та обсягу вантажу в кожному танку; підписується капітаном і старшим помічником капітана.

Документи про кількість і приналежність вантажу.

– Ордер на вантаж – первинний транспортний документ, що містить всі необхідні дані про вантаж і слугує підставою для його приймання на судно або виписки коносаменту на цей вантаж; підписується відправником вантажу й візується начальником вантажного відділу порту. У випадках передачі вантажу на судно на підставі ордеру на вантаж старший (він же вантажний) помічник ставить свій підпис на копіях ордеру на вантаж, які із цього моменту називаються штурманською розпискою. Видача штурманської розписки відправникові вантажу покладає на вантажеперевізника відповідальність за схоронність вантажу. Тому старший помічник капітана повинен перевірити як сам факт надходження вантажу на судно, так і його стан (необхідна температура, тиск, тощо), перш ніж розписуватися на ордері на вантаж.

– Коносамент – документ, який видається судновласником або його агентом власникові вантажу, що відправляється морем, у посвідчення факту прийняття його до перевезення. Коносамент є документом, що містить умови й застереження договору морського перевезення. У практиці судноплавства застосовується велика кількість стандартних форм коносаментів. У каботажних перевезеннях застосовуються коносаменти, що містять ті ж дані, що й ордер на вантаж. Вони підписуються звичайно компанією або її агентом і відправником вантажу; візуються капітаном.

– Сюрвейерські акти – документи, що заповнюються перед і після прийому або здачі вантажу старшим помічником капітана й береговими сюрвейєрами. У кожному сюрвейєрському акті вказується кількість вантажу на судні в момент підрахунків. По різниці між початковим актом і кінцевим розраховується кількість завантаженого або вивантаженого вантажу. Підписуються сторонами, що здає й приймає.

– Доручення на одержання вантажу із судна – доручення представників вантажоодержувача на закриття (підписання) коносаменту, видаються одержувачем вантажу, містять зразок підпису експедитора (якщо такий є), засвідчуються керівником підприємства й головним бухгалтером, скріплюються печаткою підприємства.

Документи, що засвідчують якісний стан вантажу.

– Акти огляду вантажних приміщень – акти про готовність танків до приймання вантажу у випадку їхнього огляду у зв'язку зі зміною вантажу, складаються комісією в складі старшого помічника капітана, другого механіка, боцмана й інших осіб за вказівкою капітана; засвідчуються капітаном.

– Якісні посвідчення – специфікація на вантажі, Якісні сертифікати, і інші документи, що засвідчують якість даного вантажу. Видаються офіційними організаціями й лабораторіями.

– Морський протест – заява капітана про прийняття екіпажем всіх заходів щодо забезпечення схоронності вантажу з метою захисту інтересів судновласника, коли втрата або втрата якості вантажу відбулися в результаті дій непереборної сили або схованих або незаявлених недоліків вантажу. Підписується капітаном та членами екіпажа, засвідчується нотаріусом або іншою посадовою особою, що має право на здійснення нотаріальних дій. До морського протесту додаються завірені виписки із судового журналу.

– Акти експертизи на зіпсований вантаж – засвідчують зміну (погіршення) якості вантажу. Підписуються експертами й скріплюються печатками бюро, інспекціями, лабораторіями.

– Комерційний акт – документ, що складається перевізником або його представником у порту призначення в посвідчення факту недостачі вантажу або погіршення його якості. У комерційному акті вказуються основні відомості про вантаж, результати перевірки, докладний опис дефектів вантажу, а також номери актів експертизи, якщо при передачі вантажу призначалася експертиза. Комерційний акт служить підставою для покладання матеріальної відповідальності на перевізника за несхоронність вантажу. Він підписується представниками порту, вантажоодержувача й капітаном.

– Перевірочні аркуші параметрів вантажу – містять відомості про параметри вантажу за увесь час знаходження його на борту.

Документи про час поводження з вантажем на судні.

– Повідомлення капітана (нотіс) про готовність судна до здійснення вантажних операцій.

– Акт обліку стояночного часу – містить докладні відомості про виробничі операції й непродуктивні простої за час стоянки судна в порту й служить підставою для розрахунків між компанією й портом. Підписується капітаном, диспетчером порту, представником відправника вантажу (вантажоодержувача).

Інші документи.

– Дісбурсментський рахунок – документ, що містить перелік витрат, понесених судновим агентом по обслуговуванню судна в порту. Бланк стандартного рахунку включає більше трьох десятків статей витрат: портові витрати (кілька статей), витрати по вантажних операціях і витрати судна (також кілька статей), різні витрати (ремонтні, госпітальні, замовлення бланків, тощо). Оскільки капітан не завжди може мати достовірні відомості про всі тарифи по пред'явлених витратах або сумнівається в правильності виправдувальних документів і сумі витрат, він підтверджує цю суму умовно із застереженням, що зазначена сума повинна бути схвалена судновласником. Дісбурсментський рахунок завіряють підписами його агент судна (судновласника), що склав капітан. До цього рахунку додають всі копії розписок капітана або старшого помічника, зроблені ними при оформленні окремих послуг.

– Акт інспекції – акт із підписом сюрвейєра на якість вантажу або його зміни. До акту необхідно прикласти копію листа про замовлення (запрошення) сюрвейєра й акт про час його роботи. Лист-запрошення підписується агентом і старшим помічником капітана, акт – сюрвейєром та старшим помічником капітана.

– Акт про нещасний випадок, якщо він мав місце у зв'язку з виконанням вантажних операцій.

– Гарантійний лист про відшкодування збитку відправником вантажу по загальній аварії й інших витратах по вантажам, що відправляються.

– Акти по сталійному часу, які складають при виникненні суперечок по вирахуванню періоду часу вантажних робіт.

– Виписки із суднових журналів є важливим джерелом, що дає можливість підтвердити які-небудь події, що характеризують умови плавання або дії екіпажу по забезпеченню схоронності перевезення вантажів.

– Копії листів і радіограм до агентів, одержувачам і т.п., пов'язані із забезпеченням схоронності вантажу й витратами на понаднормові роботи (овертайм).

– Радіограми агента капітанові про доходи судна за перевезення вантажів та витратах, пов'язаних з обробкою судна у відповідному порту.

Правила прийому-здачі вантажу при перевезеннях між портами можуть здійснюватися також на основі проформ чартеру та коносаментів, невідомих раніше капітанові, що можуть містити специфічні застереження й умови в частині організації прийому-здачі вантажу, відповідальності судна, тощо.

Як правило, фрахтувальник та судновласник передбачають процедуру відбору проб, що призначена, насамперед, для захисту інтересів кожної зі сторін. Незважаючи на те, що при оформленні перевезення, незалежний сюрвейєр зобов'язаний поставити на борт судна комплект проб, передбачених договором на перевезення, судновласник, для захисту своїх інтересів, передбачає процедуру відбору проб судновим екіпажем. Тому на судні повинне бути все необхідне обладнання (ємності, наклейки, пломби, пробовідбірники, тощо), а судновласник повинен у комплекті судової документації мати чіткі інструкції з відбору, зберігання й утилізації проб вантажу. Проби відбираються незалежним сюрвейєром разом із представниками судна перед початком навантаження, під час навантаження, після закінчення навантаження й перед вивантаженням.

У більшості випадків, судновласник передбачає зберігання проб вантажу на борту судна не менше 12 місяців з моменту вивантаження. Мінімальний термін зберігання проб визначається тим часом, протягом якого фрахтувальник робить необхідне фінансове та юридичне оформлення перевезення (оплата фрахту). Тому капітан повинен періодично запитувати судновласника про те, які проби вантажу необхідно зберігати на борту, а які можна утилізувати.

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

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

Повна розрахункова водотоннажність судна Δ_P , що служить вихідною величиною при визначенні його чистої вантажопідйомності Δ_C на рейс, залежить від вантажних марок у портах навантаження та вивантаження і обмежень осадки на трасі переходу.

Для визначення Δ_P необхідно по «World Load Line and International Time Zones» визначити діючі вантажні марки відповідно до часу року.

Перехід Hamburg – Fuglafjordur проходить в зоні дії зимової вантажної марки без обмежень по осаді. За розрахункову водотоннажність приймаємо, встановлену для зони дії зимової вантажної марки.

Повна водотоннажність по зимову вантажну марку обирається з техніко-експлуатаційних характеристик судна (ТЕХ судна):

$$\Delta_P = 12573,94 \text{ т.}$$

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

$$\Delta_W = \Delta_P - \Delta_O, \quad (3.1)$$

де Δ_O – водотоннажність судна порожнього, т.

$$\Delta_W = 12573,94 - 3870,61 = 8703,33 \text{ т.}$$

Ходовий час визначається за формулою:

$$t_x = L / (24 \cdot V) + t_{зп},$$

де V – швидкість судна, вузли;

L – відстань переходу, милі;

$t_{зп}$ – час затримок судна на шляху, діб.

Ходовий час визначено в другому розділі та становить 2 доби 7 годин 2 хвилини, тобто $t_x = 2,29$ доби.

Нормативна тривалість стоянкового часу розраховується за формулою:

$$t_{\text{ст}} = \Sigma Q_i / M, \quad (3.2)$$

де Q_i – маса вантажу одного найменування, т;

M – валова норма вантажних робіт, т/добу.

Розраховуємо стоянковий час, умовно приймаючи:

$$\Delta_w = \Sigma Q_i.$$

$$t_{\text{ст}} = 8703,33 / (500 \cdot 24 \cdot 0,9264) = 0,8 \text{ доби.}$$

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

$$P_{\text{ЗАП}} = P_{\text{зап}}^x + P_{\text{зап}}^{\text{ст}}. \quad (3.3)$$

Кількість ходових запасів становить суму:

$$P_{\text{зап}}^x = P_{\text{п}}^x + P_{\text{в}}^x + P_{\text{м}}^x,$$

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

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

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

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

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

$t_{\text{шт}}$ – штормовий час, діб.

Штормовий час визначається за допомогою Системи Управління Безпекою (СУБ) Компанії та становить 1 добу.

$$P_{\text{п}}^x = 12,0 \cdot (2,29 + 1) = 39,5 \text{ т.}$$

$$P^x_B = 2 \cdot (2,29 + 1) = 6,6 \text{ т.}$$

$$P^x_M = 0,1 \cdot (2,29 + 1) = 0,33 \text{ т.}$$

$$P^x_{\text{зап}} = 39,5 + 6,6 + 0,33 = 46,43 \text{ т.}$$

Аналогічно знаходять кількість стоянкових запасів:

$$P^{\text{ст}}_{\text{зап}} = P^{\text{ст}}_{\text{п}} + P^{\text{ст}}_{\text{в}} + P^{\text{ст}}_{\text{м}},$$

$$P^{\text{ст}}_{\text{п}} = q^{\text{ст}}_{\text{п}} \cdot t_{\text{ст}},$$

$$P^{\text{ст}}_{\text{в}} = q^{\text{ст}}_{\text{в}} \cdot t_{\text{ст}},$$

$$P^{\text{ст}}_{\text{м}} = q^{\text{ст}}_{\text{м}} \cdot t_{\text{ст}},$$

де $q^{\text{ст}}_{\text{п}}, q^{\text{ст}}_{\text{в}}, q^{\text{ст}}_{\text{м}}$ – добова норма витрачання палива, води та мастила на стоянці судна відповідно, т/добу.

$$P^{\text{ст}}_{\text{п}} = 0,3 \cdot 0,8 = 0,24 \text{ т.}$$

$$P^{\text{ст}}_{\text{в}} = 2 \cdot 0,8 = 1,6 \text{ т.}$$

$$P^{\text{ст}}_{\text{м}} = 0,01 \cdot 0,8 = 0,01 \text{ т.}$$

$$P^{\text{ст}}_{\text{зап}} = 0,24 + 1,6 + 0,01 = 1,85 \text{ т.}$$

$$P_{\text{зап}} = 46,43 + 1,85 = 48,28 \text{ т.}$$

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

На відхід на судні було: HFO 156,0 т; DO 23,0 т; FW 185 т; LO 20,2 т; інших запасів 35,8 т; баласту, який неможливо видалити 38,19 т. $\Sigma P_{\text{зап}} = 289,19 \text{ т}$,

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

$$\Delta_{\text{ч}} = \Delta_{\text{в}} - (P_{\text{зап}} + \text{const}),$$

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

$$\Delta_{\text{ч}} = 8703,33 - (289,19 + 156,5) = 8257,64 \text{ т.}$$

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

Кількість вантажу в кожному танку визначається з урахуванням його розширення від підвищення температури повітря.

У даному рейсі вантаж приймається з температурою $t = + 53,5^{\circ}\text{C}$.

Аналізуючи значення температур на переході, робимо висновок, що температура вантажу в існуючому діапазоні зміни температури не перевищуватиме температуру завантаження.

Паспортна густина вантажу – $\rho^{15/4} = 0,9264$; виправленна густина при розширенні вантажу на 1°C складає – $\lambda = 0,000607$; температура вантажу при навантаженні $t_{\max} = 53,5^{\circ}\text{C}$.

Порядок розрахунку $\rho_{\min}$ при $t = 39,5^{\circ}\text{C}$.

$$\rho_{\min} = \rho^{15/4} + 0,000607 \cdot (15^{\circ} - 53,5^{\circ}) = 0,9264 + 0,000607 \cdot (15^{\circ} - 53,5^{\circ}) = 0,903.$$

Допустимий обсяг всіх танків (при заповненні на 100%) складає:

$$\lim W_T = 9731,7 \text{ м}^3.$$

Відповідно до вимог Міжнародного керівництва з безпеки для нафтових танкерів і терміналів (ISGOTT) судно має право заповнювати вантажні танки тільки на 98%. Обсяг всіх танків (при заповненні на 98%) складає:

$$W_{T98\%} = 9537,1 \text{ м}^3.$$

Маса вантажу при заповненні танків на 98% та густині $\rho_{\min}$ (при $t_b = 53,5^{\circ}\text{C}$):

$$P_T = W_{T98\%} \cdot \rho_{\min} = 9537,1 \cdot 0,903 = 8612,0 \text{ т.}$$

Проте така кількість вантажу перевищує чисту вантажопідйомність.

Таким чином ми визначили максимальну кількість вантажу, яке судно може взяти до перевезення в даному рейсі $\Delta_{\text{ч}} = 8257,64 \text{ т}$.

Немає необхідності перевіряти запас пустот у вантажних танках, так як температура вантажу не перевищуватиме температуру завантаження.

Згідно рейсового завданням (Voyage Order) судно повинне завантажити:

$$Q_{\text{ЗАГ}} = 8092,509 \text{ т.}$$

На судно вантаж приймається підігрітим – $53,5^{\circ}\text{C}$.

Таблиця 3.2 – Маса та об'єм партії вантажу, що приймається до перевезення

№	Назва вантажу	Маса вантажу	Густина вантажу		Обсяг, який займає вантаж	
			$t_b=15^{\circ}\text{C}$	$t_b=53,5^{\circ}\text{C}$	$t_b=15^{\circ}\text{C}$	$t_b=53,5^{\circ}\text{C}$
1.	Fuel Oil	8092,509 т	0,9264 т/м ³	0,903 т/м ³	8735,44 м ³	8961,8 м ³

3.4 Складання вантажного плану

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

При перевезенні різнорідних вантажів в практиці використовується принцип розподілу вагового навантаження по довжині судна пропорційно кубатурі вантажних приміщень за допомогою коефіцієнта порівняння вантажомісткості кожного вантажного приміщення (k_{ci}).

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

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

W_c – вантажомісткість судна, m^3 ;

i – номер вантажного приміщення.

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

$$Q_i = k_{ci} \cdot Q_{заг}.$$

Розрахунок проводимо в табличній формі.

Відхилення завантаження вантажного приміщення від розподіленої маси не повинно перевищувати 20%.

Таблиця 3.3 – Розподіл вагового навантаження по вантажних приміщень судна

Найменування вантажного приміщення	Вантажомісткість вантажного приміщення W_i , m^3	коефіцієнт порівняння, k_{ci}	Допустима максимальна вагова навантаження вантажного приміщення Q_i , т
Cargo Tank 1 PS	466,58	0,04957	401,16
Cargo Tank 1 SB	464,52	0,04935	399,38
Cargo Tank 2 PS	1205,3	0,12806	1036,34
Cargo Tank 2 SB	1205,3	0,12806	1036,34
Cargo Tank 3 PS	1306,24	0,13878	1123,08
Cargo Tank 3 SB	1306,24	0,13878	1123,08
Cargo Tank 4 PS	979,71	0,10409	842,35
Cargo Tank 4 SB	979,71	0,10409	842,35
Cargo Tank 5 PS	750,19	0,0797	644,98
Cargo Tank 5 SB	748,33	0,07951	643,45
Разом	9412,12	1	8092,51

Таблиця 3.4 – Розміщення вантажу на судні

Назва приміщень	Об'єм 98%, m^3	Маса, т	Об'єм, m^3
Cargo Tank 1 PS	466,58	335,615	371,67
Cargo Tank 1 SB	464,52	335,073	371,07
Cargo Tank 2 PS	1205,3	1084,728	1201,25
Cargo Tank 2 SB	1205,3	1083,523	1199,91
Cargo Tank 3 PS	1306,24	1168,222	1293,71
Cargo Tank 3 SB	1306,24	1173,689	1299,77
Cargo Tank 4 PS	979,71	880,083	974,62
Cargo Tank 4 SB	979,71	880,118	974,66
Cargo Tank 5 PS	750,19	571,892	633,32
Cargo Tank 5 SB	748,33	579,565	641,82
Разом		8092,509	8961,80

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

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

Відстань між портами – $L = 770,3$ милі.

Час виконання рейсу – лютий 2021.

Порт відходу – Hamburg (Germany).

Вантажна марка – зимова.

Порт Hamburg розташований на р. Elbe в 76 милях від відкритого моря та в 56 милях вище Cuxhaven. Порт Hamburg є найбільшим морським портом Німеччини та провідним портом для контейнерних і масових вантажів.

Обсяг морської перевалки вантажів в найбільшому морському порту Німеччини становить понад 120 млн.т на рік. Порт Hamburg доступний для найбільших суден. Тут вільно можуть пройти танкери дедвейтом до 250 000 т; місткість сховища для наливних вантажів складає 841500 м³.

На момент плавання в порту діє річна вантажна марка. Допустима осадка суден: вхід під час приливу з використанням приливної хвилі 15,10 м; вихід з урахуванням приливу 13,80 м; вхід/вихід незалежно від приливу 12,80 м.

Густина води біля причалів становить 1,000 т/м³.

Постачання провізії може бути здійснено з баржі або з берега, зазвичай під час вантажних операцій. Всі марки палива та прісна вода можуть бути доставлені баржею. Утилізація відходів, які містять нафту, воду, залишки вантажу та хімічні речовини здійснюється за допомогою здачі на баржу.

Порт працює 24 години на добу, крім вихідних днів (1 січня, Великдень, 1 травня, 25 грудня, 26 грудня).

Порт приходу – Fuglafjordur (Faroe Islands).

Вантажна марка – зимова.

Порт Fuglafjordur розташований у найпівнічнішій частині Faroe Islands. Порт добре захищений та має відмінні місця для стоянки. Вхід не представляє труднощів.

Ремонт – доступний дрібний ремонт. В порту є дайвери.

Прісна вода – доступна зі швидкістю 60 т/год.

Бункеровка – доступні всі види мазуту зі швидкістю 200 т/год.

Густина води в порту становить 1,025 т/м³.

Державні свята: Новий рік 1 січня; День прапора 25 квітня; День Конституції (тільки з полудня) 5 червня; Ólavsøka Eve 28 липня; Ólavsøka (День святого Олава, національний день) 29 липня; Святвечір 24 грудня; Різдво 25 грудня; День подарунків 26 грудня; Переддень Нового року 31 грудня.

Час роботи – протягом 24 годин.

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

Для оцінки морехідних якостей використовувалися «Інформація про остійність» (JH518-050-01JS – Final Loading Manual) схвалена класифікаційним товариством GL. Координати центру ваги запасів та баласту в частково заповнених танках визначалися по фактичному заповненню з використанням каліброваних таблиць танків приведених в «Інформації про остійність».

Абсциси відраховуються від кормового перпендикуляру. Диферент на корму має знак «-», на ніс «+».

Таблиця 4.1 – Розподіл запасів на відхід

Найменування цистерн	Місткість, т	Маса, т	Плечі, м			Моменти, тм		
			x	y	z	M _x	M _y	M _z
Моторне паливо (HFO, ρ = 0,980 т/м³)								
HFO Storage 1	95,8	80,0	17,632	0,00	5,742	1410,6	0	459,4
HFO Storage 2	58,8	50,0	14,822	-0,242	6,125	741,1	-12,1	306,3
HFO Storage 4	41,7	20,0	10,419	0,00	6,068	208,4	0	121,4
HFO LS Serv. Tk	12,9	6,0	8,195	0,636	5,959	49,2	3,8	35,8
Всього моторного палива		156	15,44	-0,05	5,92	2409,3	-8,3	922,9
Дизельне паливо (MDO, ρ = 0,850 т/м³)								
MDO Serv Aft	8,4	8,0	5,374	6,563	7,975	43	52,5	63,8
MDO Serv fore	6,1	6,0	6,556	7,023	8,026	39,3	42,1	48,2
MDO Stor & Sett	28,1	9,0	3,449	4,690	7,637	31	42,2	68,7
Всього дизельного палива		23	4,93	5,95	7,86	113,3	136,8	180,7

Продовження таблиці 4.1

Найменування цистерн	Місткість,	Маса,	Плечі, м			Моменти, тм		
	т	т	х	у	z	M _x	M _y	M _z
Мастило (LO, ρ = 0,900 т/м³)								
ME LO CIRC tank P	3,7	3,2	16,399	-4,212	1,366	52,5	-13,5	4,4
ME LO CIRC tank S	3,7	3,2	16,399	4,212	1,366	52,5	13,5	4,4
DG Lub Oil	7,5	4,4	6,377	-6,783	7,742	28,1	-29,8	34,1
ME Lub Oil	12,3	9,4	4,173	-6,680	8,328	39,2	-62,8	78,3
Всього мастила		20,2	8,53	-4,58	6	172,3	-92,6	121,2
Прісна вода (FW, ρ = 1,000 т/м³)								
Potable Water PS	61,6	10,0	15,390	-8,586	6,866	153,9	-85,9	68,7
Potable Water SB	61,6	6,0	15,564	8,580	6,725	93,4	51,5	40,4
Всього прісної води		16	15,46	-2,15	6,82	247,3	-34,4	109,1
Інші танки								
Tech water AP S	79,6	16,0	-0,367	6,783	8,712	-5,9	108,5	139,4
Black Water	15,2	1,1	20,402	-3,872	0,135	22,4	-4,3	0,1
Bil & Con Water P	20,0	1,8	10,942	-3,934	0,091	19,7	-7,1	0,2
Bil & Con Water S	20,0	0,5	11,031	3,908	0,031	5,5	2	0
Cool water drain	15,2	4,7	20,405	3,720	0,506	95,9	17,5	2,4
Drain Tank	7,6	5,0	20,506	0,721	1,842	102,5	3,6	9,2
Grey water	4,7	0,2	21,153	-1,225	1,437	4,2	-0,2	0,3
FO Overflow	10,4	2,5	5,757	0,00	6,048	14,4	0	15,1
Sludge P	5,6	2,4	1,437	-1,250	7,153	3,4	-3	17,2
Sludge S	5,6	1,6	1,621	1,250	7,065	2,6	2	11,3
Всього		35,8	7,39	3,32	5,45	264,7	119	195,2
Разом запасів		251,0	12,78	0,48	6,09	3206,9	120,5	1529,1

Таблиця 4.2 – Розподіл запасів на прихід

Найменування цистерн	Місткість,	Маса,	Плечі, м			Моменти, тм		
	т	т	х	у	z	M _x	M _y	M _z
Моторне паливо (HFO, ρ = 0,980 т/м³)								
HFO Storage 1	95,8	52,5	17,651	0,00	4,834	926,7	0	253,8
HFO Storage 2	58,8	50,0	14,822	-0,242	6,125	741,1	-12,1	306,3
HFO Storage 4	41,7	20,0	10,419	0,00	6,068	208,4	0	121,4
HFO LS Serv. Tk	12,9	6,0	8,195	0,636	5,959	49,2	3,8	35,8
Всього моторного палива		128,5	14,98	-0,06	5,58	1925,4	-8,3	717,3
Дизельне паливо (MDO, ρ = 0,850 т/м³)								
MDO Serv Aft	8,4	8,0	5,374	6,563	7,975	43	52,5	63,8
MDO Serv fore	6,1	6,0	6,556	7,023	8,026	39,3	42,1	48,2
MDO Stor & Sett	28,1	9,0	3,449	4,690	7,637	31	42,2	68,7
Всього дизельного палива		23	4,93	5,95	7,86	113,3	136,8	180,7
Мастило (LO, ρ = 0,900 т/м³)								
ME LO CIRC tank P	3,7	3,2	16,399	-4,212	1,366	52,5	-13,5	4,4
ME LO CIRC tank S	3,7	3,2	16,399	4,212	1,366	52,5	13,5	4,4
DG Lub Oil	7,5	4,4	6,377	-6,783	7,742	28,1	-29,8	34,1
ME Lub Oil	12,3	9,2	4,175	-6,678	8,320	38,4	-61,4	76,5
Всього мастила		20	8,58	-4,56	5,97	171,5	-91,2	119,4
Прісна вода (FW, ρ = 1,000 т/м³)								
Potable Water PS	61,6	10,0	15,390	-8,586	6,866	153,9	-85,9	68,7
Potable Water SB	61,6	1,3	15,395	8,546	6,534	20	11,1	8,5
Всього прісної води		11,3	15,39	-6,62	6,83	173,9	-74,8	77,2
Інші танки								
Tech water AP S	79,6	16,0	-0,367	6,783	8,712	-5,9	108,5	139,4
Black Water	15,2	1,1	20,402	-3,872	0,135	22,4	-4,3	0,1
Bil & Con Water P	20,0	1,8	10,942	-3,934	0,091	19,7	-7,1	0,2

Продовження таблиці 4.2

Найменування цистерн	Місткість, т	Маса, т	Плечі, м			Моменти, тм		
			x	y	z	M _x	M _y	M _z
Bil & Con Water S	20,0	0,5	11,031	3,908	0,031	5,5	2	0
Cool water drain	15,2	4,7	20,405	3,720	0,506	95,9	17,5	2,4
Drain Tank	7,6	5,0	20,506	0,721	1,842	102,5	3,6	9,2
Grey water	4,7	0,2	21,153	-1,225	1,437	4,2	-0,2	0,3
FO Overflow	10,4	2,5	5,757	0,00	6,048	14,4	0	15,1
Sludge P	5,6	2,4	1,437	-1,250	7,153	3,4	-3	17,2
Sludge S	5,6	1,6	1,621	1,250	7,065	2,6	2	11,3
Всього		35,8	7,39	3,32	5,45	264,7	119	195,2
Разом запасів		218,6	12,12	0,37	5,90	2648,8	81,5	1289,8

Розподіл вантажів та баласту наведено в Табл. 4.3 та Табл. 4.4.

Таблиця 4.3 – Розподіл вантажів по приміщеннях

Найменування приміщень і вантаж	Маса, т	Об'єм, м ³	Плечі, м			Моменти, тм		
			x	y	z	M _x	M _y	M _z
Cargo Tank 1 PS	335,615	371,67	94,748	-2,163	4,884	31799	-726	1639
Cargo Tank 1 SB	335,073	371,07	94,748	2,163	4,894	31747	725	1640
Cargo Tank 2 PS	1084,728	1201,25	79,103	-3,646	5,716	85805	-3955	6200
Cargo Tank 2 SB	1083,523	1199,91	79,104	3,647	5,711	85711	3952	6188
Cargo Tank 3 PS	1168,222	1293,71	60,297	-3,932	5,660	70440	-4593	6612
Cargo Tank 3 SB	1173,689	1299,77	60,297	3,931	5,681	70770	4614	6668
Cargo Tank 4 PS	880,083	974,62	43,499	-3,931	5,680	38283	-3460	4999
Cargo Tank 4 SB	880,118	974,66	43,499	3,931	5,680	38284	3460	4999
Cargo Tank 5 PS	571,892	668,1	30,618	-3,936	5,492	17510	-2251	3141
Cargo Tank 5 SB	579,565	677,06	30,615	3,934	5,549	17743	2280	3216
Всього вантажу	8092,509	9031,82	60,31	0,01	5,60	488092	46	45302

Таблиця 4.4 – Розподіл баласту на судні

Найменування цистерн	Місткість, м ³	Маса, т	Плечі, м			Моменти, тм		
			x	y	z	M _x	M _y	M _z
WB Fore Peak Tank	226,0	2,260	106,258	0,00	0,254	240,1	0	0,6
WB 1 PS	297,2	2,972	94,086	-1,997	0,038	279,6	-5,9	0,1
WB 1 SB	311,7	3,117	94,328	1,657	0,033	294,0	5,2	0,1
WB 2 PS	435,1	4,351	77,794	-3,375	0,017	338,5	-14,7	0,1
WB 2 SB	421,2	4,212	77,775	3,666	0,018	327,6	15,4	0,1
WB 3 PS	443,6	4,436	59,194	-4,118	0,016	262,6	-18,3	0,1
WB 3 SB	457,6	4,575	59,163	3,831	0,015	270,7	17,5	0,1
WB 4 PS	199,7	2,035	43,038	-3,653	0,010	87,6	-7,4	0
WB 4 SB	189,2	1,928	43,051	3,937	0,010	83,0	7,6	0
WB 5 PS	273,1	2,731	30,702	-4,620	0,038	83,8	-12,6	0,1
WB 5 SB	281,7	2,817	30,742	4,584	0,039	86,6	12,9	0,1
WB HEELING PS	137,6	1,376	41,949	-8,096	1,501	57,7	-11,1	2,1
WB HEELING SB	137,6	1,376	41,949	8,096	1,501	57,7	11,1	2,1
Всього баласту		38,186	64,67	-0,01	0,15	2469,5	-0,3	5,6

На основі виконаних розподілів запасів, вантажу та баласту складемо таблицю зведених даних і розрахунку водотоннажності з координатами центра ваги судна на відхід та на прихід.

Таблиця 4.5 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на відхід

Найменування статей навантаження	На відхід						
	Маса, т	Плечі, м			Моменти, тм		
		x	y	z	M _x	M _y	M _z
Судно порожнем	3870,61	44,430	-0,017	7,730	171971	-66	29920
Constanta	156,5	48,385	0,000	5,913	7572	0	925
Суднові запаси	251,0	12,78	0,48	6,09	3206,9	120,5	1529,1

Продовження таблиці 4.5

Найменування статей навантаження	На відхід						
	Маса, т	Плечі, м			Моменти, тм		
		x	y	z	M _x	M _y	M _z
Вантаж	8092,509	60,31	0,01	5,60	488092	46	45302
Баласт	38,186	64,67	-0,01	0,15	2469,5	-0,3	5,6
Разом водотоннажність	12408,8	54,26	0,01	6,26	673311	100,2	77681,7

Таблиця 4.6 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на прихід

Найменування статей навантаження	На прихід						
	Маса, т	Плечі, м			Моменти, тм		
		x	y	z	M _x	M _y	M _z
Судно порожнем	3870,61	44,430	-0,017	7,730	171971	-66	29920
Constanta	156,5	48,385	0,000	5,913	7572	0	925
Суднові запаси	218,6	12,12	0,37	5,90	2648,8	81,5	1289,8
Вантаж	8092,509	60,31	0,01	5,60	488092	46	45302
Баласт	38,186	64,67	-0,01	0,15	2469,5	-0,3	5,6
Разом водотоннажність	12376,4	54,36	6,26	0	672763	61,2	77442,4

Схематично розподіл вантажу представлено на Рис. 4.1.

4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності

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

STOWAGE PLAN													
M/T BOTHNIA													
Date		13-Feb-21		Voy, No		257		Port		Fuglafjardur			
Before				Discharging									
CARGO													
Grade		Loading Port				Cat.							
1		FO				Hamburg Annex I							
2		FO Cutter				Hamburg Annex I							
3													
4													
5													
6													
Grade		MT in VAC				Density							
1		FO				6941,052				0,9264			
2		FO Cutter				1151,457				0,9264			
3													
4													
5													
6													
Grade		GOV				GSV							
1		FO				7631,734				7400,201			
2		FO Cutter				1345,066				1340,150			
3													
4													
5													
6													
Grade		Stowage				Disch. Port							
1		FO				1,2,3,4,SL,P/S				Fuglafjardur			
2		FO Cutter				5 P/S				Fuglafjardur			
3													
4													
5													
6													
BALLAST													
Stowage													
Nil													
TOTAL		CARGO				BALLAST							
100%		9697,535				3914							
98%		9503,6				3835,7							
Actual		8961,8				0,0							
Fill		92,6%				0,0%							
Av. Temp.		Draft											
1		57,1 °C				List				0,00 Deg			
2		19,5 °C				F				7,59 m			
3		°C				A				7,68 m			
4		°C				M				7,64 m			
5		°C				Trim				-0,09 m			

FPK

Empty

, Cub.

WBT 1P	CT 1P	CT 1S	WBT 1S		
Empty	FO	FO	Empty		
m3	78,8%	78,6%	m3		
372 m3		370 m3			
WBT 2P	CT 2P	CT 2S	WBT 2S		
Empty	FO	FO	Empty		
m3	97,2%	97,3%	m3		
1191 m3		1191 m3			
WBT 3P	CT 3P	CT 3S	WBT 3S		
Empty	FO	FO	Empty		
m3	96,7%	97,3%	m3		
1283 m3		1292 m3			
Heeling P	WBT 4P	CT 4P	CT 4S	WBT 4S	Heeling S
Empty	Empty	FO	FO	Empty	Empty
m3	m3	96,9%	97,2%	m3	m3
	966 m3		967 m3		
WBT 5P	CT 5P	CT 5S	WBT 5S		
Empty	FO Cutter	FO Cutter	Empty		
m3	87,6%	89,1%	m3		
	668 m3	677 m3			
	Slop P	Slop S	Residue		
	Empty	Empty	Empty		
	m3	m3	m3		
APT					
Empty					
m3					

Legend

	Ballast
	Cargo
	Slops

Chief Mate _____

Рисунок 4.1 – Вантажний план судна

Таблиця 4.7 – Розрахунки посадки судна на відхід і на прихід

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	12408,8	12376,4
Абсциса центра ваги судна, м	x_g	54,26	54,36
Водотоннажність об'ємна, м ³	$V = D / \rho$	12409	12075
Густина води, т/м ³	ρ	1,000	1,025
Осадка судна, м	T	7,82	7,64
Момент диферентуючий на 1 см, тм/см	M_{cm}	146,4	144
Абсциса центра плавучості судна, м	x_c	54,32	54,46
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	x_f	48,86	48,9
Апліката поперечного метacentра, м	z_m	7,94	7,92
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,77	0,767
Диферент судна, м	$d = D(x_g - x_c) / (100M_{cm})$	-0,05	-0,09
Осадка судна носом, м	$T_H = T - (L/2 - x_f) d/L$	7,79	7,59
Осадка судна кормою, м	$T_K = T_H + d$	7,84	7,68

Для виконання розрахунків та контролю остійності судна необхідно визначити поправки на вплив вільної поверхні рідких вантажів (вантажу та 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.

Для вантажних танків виправлення приймається відповідно до їх фактичного заповнення. Поправочні моменти Δm_h вибираються з таблиці даних по судових цистернах, що приводиться в «Інформації».

Таблиця 4.8 – Поправки на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h , тм
HFO Storage 1	32
HFO Storage 2	18
HFO Storage 4	16
MDO Stor & Sett	14
FO Overflow	15
WB 1 PS	66
WB 1 SB	94
WB 2 PS	647
WB 2 SB	515
WB 3 PS	735
WB 3 SB	907
WB 4 PS	564
WB 4 SB	449
WB 5 PS	75
WB 5 SB	93
Cargo Tank 1 PS	99
Cargo Tank 1 SB	98
Cargo Tank 2 PS	518
Cargo Tank 2 SB	518
Cargo Tank 3 PS	570
Cargo Tank 3 SB	565
Cargo Tank 4 PS	424
Cargo Tank 4 SB	424
Cargo Tank 5 PS	373
Cargo Tank 5 SB	365
СУМА $\Sigma \Delta m_h$	8194

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний в Табл. 4.9.

Таблиця 4.9 – Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	12408,8	12376,4
Невиправлена апліката центра ваги, м	z_{g0}	6,26	6,26
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	7,94	7,92
Невиправлена метацентрична висота, м	$h_0 = z_m - z_{g0}$	1,68	1,66
Виправлення на вільні поверхні, м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / D$	0,66	0,66
Виправлена апліката центра ваги судна, м	$z_g = z_{g0} + \Delta h$	6,92	6,92
Виправлена метацентрична висота, м	$h = h_0 - \Delta h$	1,02	1,00
Кут крену, °	$\theta = 57,3 \Sigma M_y / (D \cdot h)$	0,45	0,28

4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації

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

Таблиця 4.10 – Перевірка остійності по критичній аплікаті центра ваги судна

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	12408,8	12376,4
Виправлена апліката центра ваги судна, м	z_g	6,92	6,92
Мах. гранична апліката центра ваги судна, м	$z_g^{\max}$	7,08	7,15

Робимо висновок, так як $z_g < z_g^{\max}$, то остійність задовольняє усім вимогам.

4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності

Плечі статичної остійності розраховані з використанням таблиці плечей остійності форми (Cross-Curves of Stability).

Плечі остійності форми l_ϕ вибираються по осадці для тих кутів крену, які приведені в таблиці. Ці плечі відлічуються від точки «К», що відповідає кильовій лінії.

Плечі остійності ваги необхідно розраховувати по формулі:

$$l_b = z_g \sin \theta. \quad (4.1)$$

Виправлені на вплив вільних поверхонь плечі статичної остійності будуть рівні:

$$l = l_\phi - l_b. \quad (4.2)$$

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

Таблиця 4.11 – Розрахунок плечей статичної остійності на відхід

Водотоннажність D, т								12408,8
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м								6,26
Апліката умовного центра мас z_m , м (поліус – точка «О»)								0,00
Виправлена апліката центра ваги судна $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м								6,92
$\Delta \theta = 0,1745 \approx 10^\circ / 57,3$								
Кут крену θ°	Плеche форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \times \sin \theta^\circ$	Плеche статичної остійності $l = l_\phi - z_g \times \sin \theta^\circ$, м	Множ-ник	Добуток	Множ-ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	1,388	0,174	1,204	0,184	4	0,736	3	0,552
20	2,716	0,342	2,367	0,349	2	0,698	3	1,047
30	3,843	0,500	3,460	0,383	4	1,532	1	0,383

Продовження таблиці 4.11

Кут крену θ°	Плече форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \times \sin \theta^\circ$	Плече статичної остійності $l = l_\phi - z_g \times \sin \theta^\circ$, м	Множ-ник	Добуток	Множ-ник	Добуток
40	4,834	0,643	4,450	0,384	1	0,384	Σ_{30}	1,982
50	5,583	0,766	5,301	0,282	Σ_{40}	3,350	—	
60	6,069	0,866	5,993	0,076	$a_{0-40} = 0,1745 \times 3,350 / 3 = 0,195$		$a_{0-30} = 3 \times 0,1745 \times 1,982 / 8 = 0,130$	
70	6,300	0,940	6,505	-0,205	$a_{30-40} = 0,195 - 0,130 = 0,065$			

Таблиця 4.12 – Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність D, т							12376,4	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							6,26	
Апліката умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «О»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м							6,92	
$\Delta \theta = 0,1745 \approx 10^\circ / 57,3$								
Кут крену θ°	Плече форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \times \sin \theta^\circ$	Плече статичної остійності $l = l_\phi - z_g \times \sin \theta^\circ$, м	Множ-ник	Добуток	Множ-ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	1,383	0,174	1,204	0,179	4	0,716	3	0,537
20	2,729	0,342	2,367	0,362	2	0,724	3	1,086
30	3,872	0,500	3,460	0,412	4	1,648	1	0,412
40	4,881	0,643	4,450	0,431	1	0,431	Σ_{30}	2,035
50	5,640	0,766	5,301	0,339	Σ_{40}	3,519	—	
60	6,121	0,866	5,993	0,128	$a_{0-40} = 0,1745 \times 3,519 / 3 = 0,205$		$a_{0-30} = 3 \times 0,1745 \times 2,035 / 8 = 0,133$	
70	6,337	0,940	6,505	-0,168	$a_{30-40} = 0,205 - 0,133 = 0,072$			

За результатами розрахунків будемо діаграми статичної остійності на відхід (Рис. 4.2) та на прихід (Рис. 4.3).

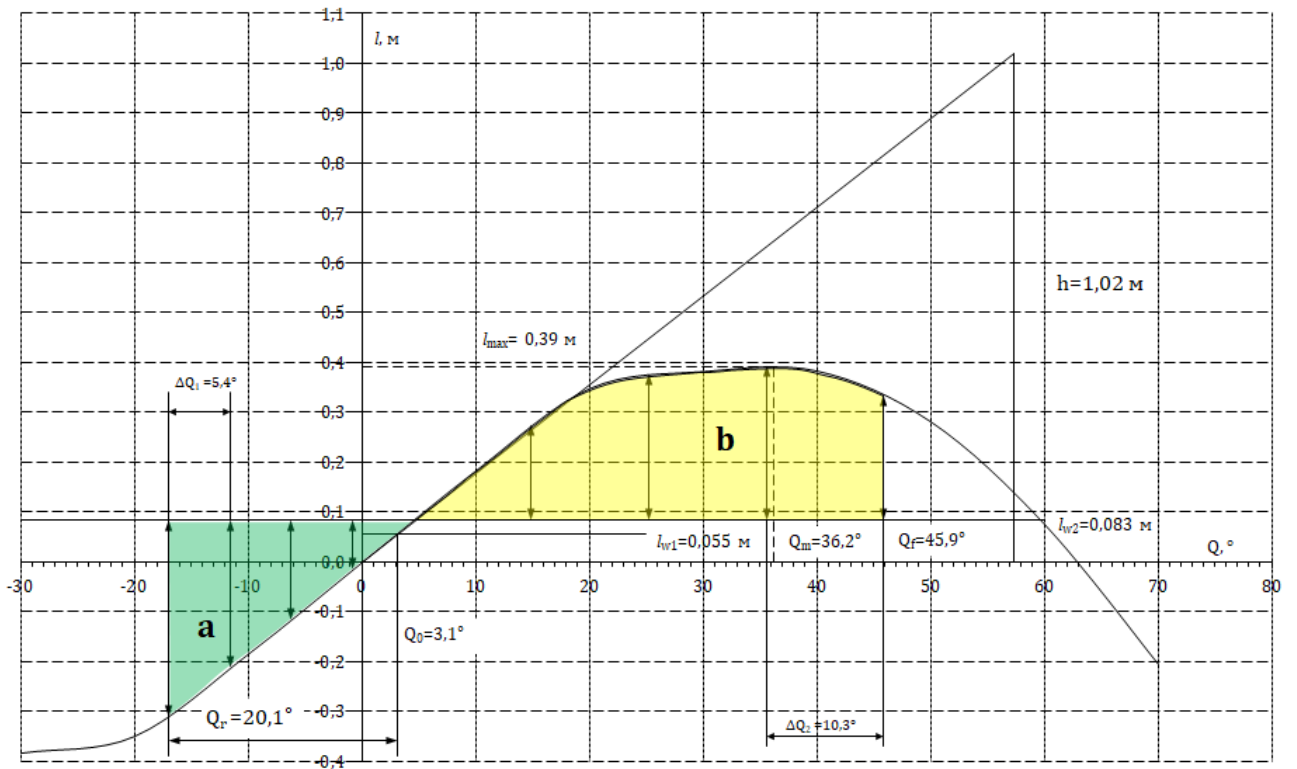


Рисунок 4.2 - Діаграма статичної остійності на відхід і визначення критерію погоди

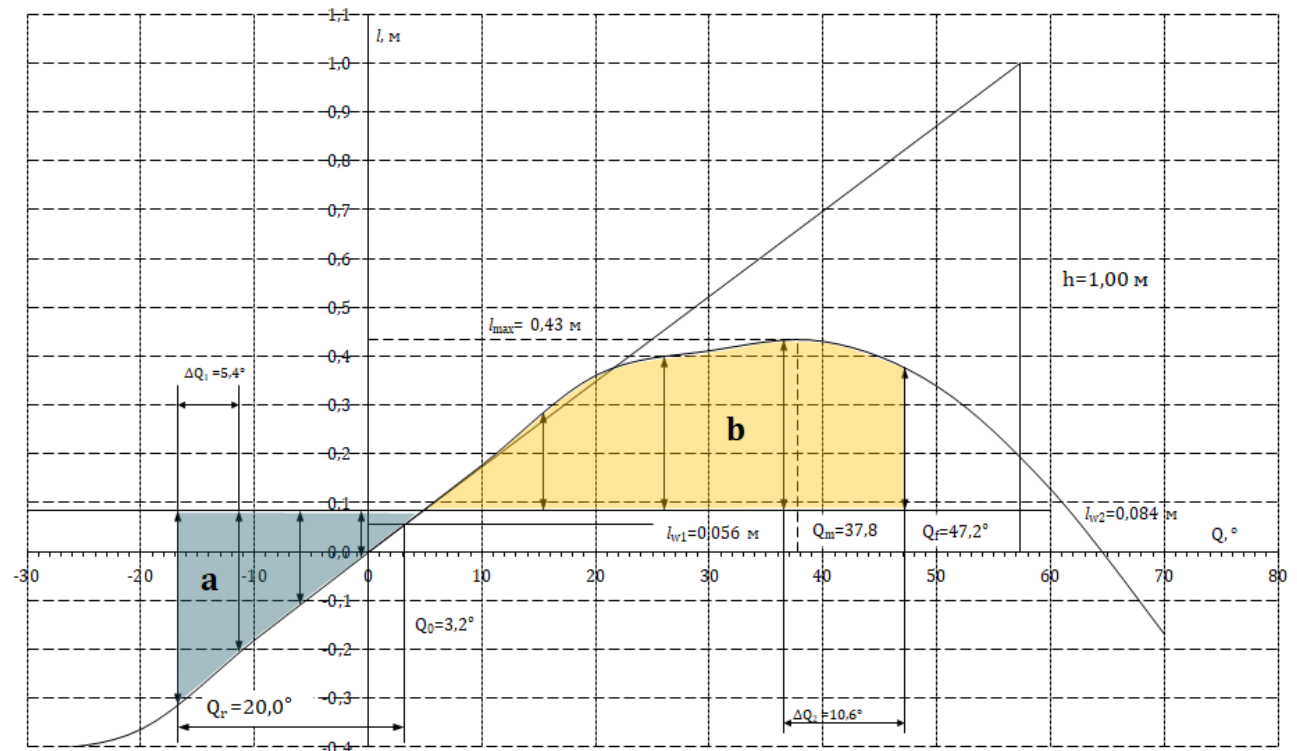


Рисунок 4.3 – Діаграма статичної остійності на прихід і визначення критерію погоди

4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності

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

Розрахунок нормованих параметрів остійності виконаний у Табл. 4.13.

Таблиця 4.13 – Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	12408,8	12376,4
Осадка судна, м	T	7,82	7,64
Виправлена метацентрична висота, м	h	1,02	1,00
Площа парусності, м ²	A _v	924	965
Апліката центра парусності (ЦП), м	z	5,09	5,16
Плече парусності при постійному вітрі, м	$z_v = z + T/2$	9,00	8,98
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	$l_{w1}=0,504 A_v z_v / (g D)$	0,055	0,056
Кренувальне плече від пориву вітру, м	$l_{w2} = 1,5 \cdot l_{w1}$	0,083	0,084
Відносна площа скулових кілей, %	$100 A_k / (L B)$	0,898	
Коефіцієнт	k	0,982	
Відносна ширина	B / T	2,37	2,42
Безрозмірний множник	X ₁	1,000	0,996
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,770	0,767
Безрозмірний множник	X ₂	1,000	1,000
Інерційний коефіцієнт	$c=0,373+0,023B/T-0,043L/100$	0,380	0,381
Період хитавиці, с	$T_\theta = 2 \pi B / \sqrt{h}$	13,9	14,1
Коефіцієнт	S	0,0536	0,0526

Продовження таблиці 4.13

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Коефіцієнт	$r = 0,73 + 0,6 (z_g - T) / T$	0,661	0,673
Амплітуда хитавиці, °	$\theta_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{r} S$	20,1	20,0
Кут заливання, °	θ_f	45,9	47,2
Кут входу палуби у воду, °	$\theta_d = \arctg(2(H-T) / B)$	13,3	14,3
Кут крену від постійного вітру, °	θ_0	3,1	3,2
Кут крену при хитавиці назустріч вітру, °	$\theta_1 = \theta_r - \theta_0$	17,0	16,8
Границя площ.«b» діаграми праворуч, °	θ_b	45,9	47,2
Площа «a» діаграми, м-рад	a	0,074	0,073
Площа «b» діаграми, м-рад	b	0,171	0,194
Критерій погоди	$K = b / a$	2,31	2,66

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

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

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

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5 \cdot \theta_0) / 4 = (17,0 + 1,5 \cdot 3,1) / 4 = 5,4^\circ$ $\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 5,4^\circ / 57,3 = 0,0942$ рад.					
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5 \cdot \theta_0) / 4 = (45,9 - 1,5 \cdot 3,1) / 4 = 10,33^\circ$ $\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 10,33^\circ / 57,3 = 0,1802$ рад.					
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0,393$	1	0,393	$b_1 = 0$	1	0

Продовження таблиці 4.14

a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_2 = 0,256$	4	1,184	$b_2 = 0,192$	4	0,768
$a_3 = 0,198$	2	0,396	$b_3 = 0,294$	2	0,588
$a_4 = 0,097$	4	0,388	$b_4 = 0,310$	4	1,240
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 0,253$	1	0,253
$\Sigma_a = 2,361$			$\Sigma_b = 2,849$		
$a = 1/3 \times \Sigma_a \times \Delta\theta_1^{\text{рад}} = 1/3 \times 2,361 \times 0,0942 = 0,074$			$b = 1/3 \times \Sigma_b \times \Delta\theta_2^{\text{рад}} = 1/3 \times 2,849 \times 0,1802 = 0,171$		

Таблиця 4.15 – Визначення площ «а» та «b» на прихід за правилом Сімпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5 \cdot \theta_0)/4 = (16,8 + 1,5 \cdot 3,2)/4 = 5,4^\circ$ $\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 5,4^\circ/57,3 = 0,0942$ рад.					
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5 \cdot \theta_0)/4 = (47,2 - 1,5 \cdot 3,2)/4 = 10,63^\circ$ $\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 10,63^\circ/57,3 = 0,1854$ рад.					
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0,398$	1	0,398	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,290$	4	1,160	$b_2 = 0,201$	4	0,804
$a_3 = 0,192$	2	0,384	$b_3 = 0,316$	2	0,632
$a_4 = 0,095$	4	0,380	$b_4 = 0,351$	4	1,404
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 0,292$	1	0,292
$\Sigma_a = 2,322$			$\Sigma_b = 3,132$		
$a = 1/3 \times \Sigma_a \times \Delta\theta_1^{\text{рад}} = 1/3 \times 2,322 \times 0,0942 = 0,073$			$b = 1/3 \times \Sigma_b \times \Delta\theta_2^{\text{рад}} = 1/3 \times 3,132 \times 0,1854 = 0,194$		

4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

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

Таблиця 4.16 – Перевірка виконання рекомендацій ІМО

Найменування величин	Позна-чення	Значення величин			Виконання (YES/NO)
		норма-тивні	відхід	прихід	
Загальні вимоги					
Площа під ДСО до кута крену 30°, м·рад	A ₃₀	≥0,055	0,130	0,133	YES
Площа під ДСО до кута крену 40°, м·рад	A ₄₀	≥0,09	0,195	0,205	YES
Площа під ДСО між 30° і 40°, м рад	A ₃₀₋₄₀	≥0,03	0,065	0,072	YES
Плече ДСО при куті крену ≥ 30°, м	l ₃₀	≥0,20	0,383	0,412	YES
Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, °	θ _m	≥25	36,2	37,8	YES
Виправлена метацентрична висота, м	h	>0,15	1,02	1,00	YES
Критерій погоди	K	≥1	2,31	2,66	YES
Кут крену від постійного вітру, °	θ ₀	≤10,6	3,1	3,2	YES

На відхід та прихід остійність судна задовольняє усім вимогам ІМО.

4.7 Контроль загальної поздовжньої міцності судна

Загальна міцність контролюється по силах, що перерізують та згинальним моментам в декількох поперечних перерізах по довжині корпусу судна.

Для кожного з вибраних перерізів необхідно за прийнятим вантажним планом розрахувати сили, що перерізують та згинальні моменти і порівняти їх з допустимими значеннями.

Розрахунок міцності виконаємо використовуючи схвалену класифікаційним товариством GL комп'ютерну програму.

Розрахунок будемо виконувати в табличній формі.

Протягом всього рейсу загальна поздовжня міцність судна забезпечена.

Таблиця 4.17 – Перевірка поздовжньої міцності на відхід

№	x, m	Shearforce [ton]			Bending moment [ton m]		
		Calc	Admis	%	Calc	Admis	%
27	21,60	-103,6	-856	12,1	4134,5	14271	29,0
31	24,80	-349,4	-917	38,1	3385,4	16310	20,8
45	36,00	-383,9	-1040	36,9	-782,7	-17839	4,4
63	50,40	-121,7	-1040	11,7	-4818,4	-17839	27,0
87	69,60	67,4	1040	6,5	-4545,3	-17839	25,5
111	88,80	168,4	765	22,0	-2181,4	-14271	15,3
128	102,4	111,9	428	26,2	-511,3	-7136	7,2
Max. SF – 383,9 tons (36,9%) on 45 frame.							
Max. BM – 5032,0 tons m – 56,28 m fm AP.							

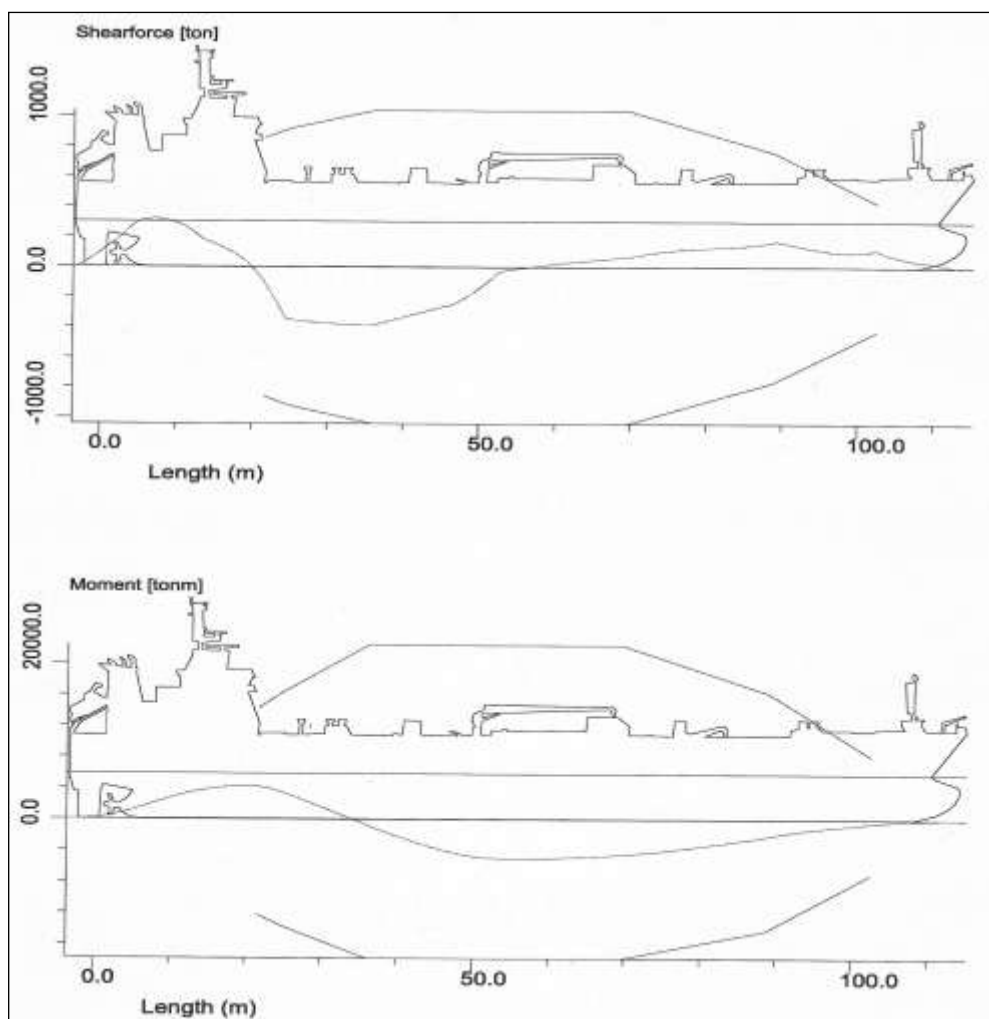


Рисунок 4.4 – Перевірка загальної міцності корпусу судна на відхід

РОЗДІЛ 5

СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РУХОМ СУДЕН ТА ЇХ РЕАЛІЗАЦІЯ

5.1 Загальний огляд проблеми та сучасний стан

Зростання щільності та інтенсивності руху суден на основних морських шляхах у другій половині XX століття призвело до якісних змін у характері морського судноплавства. Якщо до 1960-х років судна здійснювали переважно одиночне плавання, то починаючи з епохи контейнеризації почали формуватися потужні суднопотоки зі складною структурою взаємодії. Цей перехід був обумовлений низкою економічних, технологічних та політичних факторів, що змінили обличчя світового судноплавства назавжди.

Світова торгівля після Другої світової війни зросла більш ніж у 10 разів. У 1950 році обсяг морських перевезень становив близько 500 мільйонів тонн, тоді як у 1990 році ця цифра перевищила 4 мільярди тонн, а до 2024 року досягла понад 12 мільярдів тонн вантажів. Це експоненційне зростання супроводжувалося якісними змінами у типах суден, їх розмірах, швидкості та характеристиках. Революція контейнерних перевезень, що розпочалася у 1956 році з першого рейсу судна *Ideal X*, кардинально змінила логістику світової торгівлі.

Концентрація морських маршрутів у "вузьких місцях" світової торгівлі створила зони екстремально високої щільності судноплавства:

- Суецький канал: близько 20,000 суден на рік (у середньому 55 суден на добу)
- Панамський канал: приблизно 14,000 суден на рік (38 суден на добу)
- Малаккська протока: понад 94,000 суден на рік (260 суден на добу) - найбільш завантажений морський маршрут у світі

- Гібралтарська протока: близько 110,000 заходів на рік (300 суден на добу)
- Протока Ла-Манш / Дуврська протока: понад 400 суден на добу у найбільш завантаженій частині
- Зунд (між Данією та Швецією): 60,000 суден на рік
- Босфор та Дарданелли: близько 50,000 проходів на рік

У таких районах щільність судноплавства може досягати критичних значень - до 150-200 суден одночасно у зоні радіолокаційного спостереження 25 морських миль. При середній швидкості 12-15 вузлів це означає, що кожні 10-15 хвилин ситуація кардинально змінюється, вимагаючи постійного моніторингу та координації.

Комплексний статистичний аналіз морських аварій, проведений ІМО, Lloyd's Maritime Intelligence Unit та P&I Clubs за період 1970-1990-х років, виявив тривожні тенденції, які стали потужним стимулом для створення систем управління рухом суден.

Ключові статистичні показники аварійності періоду 1970-1990:

- Близько 80% всіх зіткнень суден відбувалися у районах з високою щільністю судноплавства
- 60% посадок на мілину фіксувалися на підходах до портів та у вузьких проходах
- Економічні збитки від морських аварій у середині 1980-х перевищували 5 млрд USD щорічно
- Людські жертви: у середньому 200-300 моряків щороку (без урахування аварій риболовецьких суден)
- Забруднення довкілля: понад 1 мільйон тонн нафти викидалося у море щороку внаслідок аварій

Усвідомлення масштабів проблеми призвело до появи перших VTS у 1940-1960-х роках. Ці ранні системи були примітивними за сучасними стандартами, але заклали основу для майбутнього розвитку.

Першою VTS у світі вважається система, встановлена у Ліверпулі (Великобританія) у 1948 році. Вона складалася з радара військового зразка, встановленого на березі, та радіостанції VHF для зв'язку з судами. Оператори спостерігали за рухом суден на підходах до порту та передавали інформацію про позиції інших суден.

У 1960-х роках VTS почали активно впроваджуватися у найбільш завантажених портах світу:

- 1961 - VTS у Роттердамі (Нідерланди), який став еталоном для багатьох наступних систем
- 1964 - VTS у Нью-Йорку (США)
- 1966 - VTS у Токійській затоці (Японія)
- 1968 - VTS у протоці Ла-Манш (Dover Strait)
- 1972 - VTS у Сінгапурській протоці

Відповідно до комплексного аналізу провідних дослідницьких компаній (Cognitive Market Research, GM Insights, Data Insights Market, Maritime UK, Drewry Maritime Research), глобальний ринок систем управління рухом суден демонструє стійке зростання та якісну трансформацію. Ринок переживає період бурхливих змін, пов'язаних з цифровою трансформацією, впровадженням штучного інтелекту та підготовкою до ери автономних суден.

Ключові ринкові показники

- Обсяг ринку у 2022 році: USD 4.1 мільярда
- Поточний обсяг (2024): USD 6.1 мільярда (+48.8% за 2 роки)
- Прогноз на 2030: USD 10.8-11.5 мільярдів
- Прогноз на 2034: USD 15.2 мільярда
- CAGR (2024-2030): 7.3-8.9%
- CAGR (2024-2034): 9.1%
- Кількість VTS центрів глобально: понад 3,200 (2024)
- Прогноз кількості центрів (2030): близько 5,000
- Частка AI-інтеграції (2024): 23% (зростання з 8% у 2022)

- Прогноз AI-інтеграції (2030): 65%
- Хмарні рішення (2024): 31% (зростання з 12% у 2022)
- Прогноз хмарних рішень (2030): 58%

Регіональний розподіл VTS

1. Азійсько-Тихоокеанський регіон - 42.6% світового обсягу (USD 2.6 млрд у 2024). Регіон є безумовним лідером за кількістю VTS центрів, обсягами інвестицій та впровадженням інновацій. Драйвери зростання включають масштабний розвиток портової інфраструктури, зростання внутрішньорегіональної торгівлі (особливо між Китаєм, Японією, Південною Кореєю та країнами ASEAN), впровадження автономних технологій та державну підтримку морської індустрії.

Китай: Найбільша мережа VTS у світі - понад 450 центрів станом на 2024 рік. Уряд Китаю інвестував понад 2 мільярди USD у розвиток VTS з 2020 року. Особлива увага приділяється впровадженню AI-систем - китайські розробники (Hikvision, Dahua, ZPMC) створили власні VTS рішення з інтеграцією машинного навчання. У портах Шанхай, Нінбо-Чжоушань, Шеньчжень працюють найсучасніші VTS з підтримкою 3D візуалізації, предиктивної аналітики та автоматичного управління портовими операціями. Пілотний проект з інтеграції MASS у порту Qingdao (судно ZHIFEI, 2024-2025) демонструє підготовку до ери автономного судноплавства.

Сінгапур: Найбільший у світі VTS центр з точки зору інтенсивності обслуговування. Сінгапурська VTS щодня обробляє понад 350-400 суднових заходів (130,000+ на рік), контролює акваторію понад 1,000 квадратних морських миль. Система Port of Singapore VTS використовує 15 радіолокаційних станцій, понад 30 AIS базових станцій, мережу з 150+ CCTV камер високої роздільності. Maritime and Port Authority of Singapore (MPA) у 2023 році запустила програму "Smart Port 2030" з бюджетом 500 млн SGD, яка включає впровадження AI, IoT, blockchain та 5G технологій у VTS.

Японія: Інтеграція VTS з системами попередження про цунамі та землетруси. Japan Coast Guard управляє мережею з 60+ VTS центрів. Після цунамі 2011 року було інвестовано понад 800 млн USD у модернізацію VTS та створення інтегрованої системи морської безпеки. Японські компанії (Furuno, JRC) є провідними постачальниками обладнання VTS.

Південна Корея: Спеціалізація на VTS для екстремальних погодних умов. Korea Maritime Safety Tribunal дані показують, що впровадження сучасних VTS зменшило морську аварійність на 40% за останні 10 років.

2. Європа - 28.4% світового ринку (USD 1.73 млрд у 2024)

Європейський ринок характеризується найвищим рівнем стандартизації, екологічними вимогами та тісною міжнародною співпрацею. Європейська Комісія через програми Horizon Europe та CEF (Connecting Europe Facility) фінансує розвиток транс-європейських VTS мереж.

Нідерланди: Port of Rotterdam VTS є світовим benchmark для портових систем. Щорічно обслуговує понад 30,000 морських суден та 110,000 заходів річкових суден. Система контролює 42 км водних шляхів від Північного моря до порту. Rotterdam Port Authority інвестувала 150 млн EUR у новий VTS центр "Harbour Control Centre", відкритий у 2020 році. Центр оснащений 360-градусною панорамною системою відображення, AI-асистентами для операторів та повністю автоматизованою системою планування суднозаходів.

Великобританія: Maritime and Coastguard Agency (MCA) розробила стандарт VTMISS (VTS + Maritime Information Service), який інтегрує VTS з системами моніторингу морського домену. UK має 19 VTS центрів, включаючи Dover Strait VTS - один з найбільш завантажених у світі (400+ суден на добу). Після Brexit UK інвестувала 200 млн GBP у модернізацію національної VTS мережі для забезпечення незалежного морського контролю.

Німеччина: Унікальна інтеграція морських та річкових VTS. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) управляє 9 морськими VTS центрами на узбережжі Північного та Балтійського морів. Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) контролює річкові VTS на Рейні,

Ельбі та інших внутрішніх водних шляхах. Німецькі VTS є піонерами у використанні технології Inland AIS та інтеграції з європейською системою RIS (River Information Services).

Норвегія: Лідер у розробці VTS для арктичного судноплавства. Kystverket (Норвезьке узбережне управління) розробило спеціальні VTS для складних умов: льодова обстановка, полярна ніч (відсутність природного освітлення 3-4 місяці), екстремальні погодні умови. Проект Equinor & Vissim (2022-2024) створив систему Ocean Space Surveillance для моніторингу нафтогазових платформ на норвезькому континентальному шельфі та координації з комерційним судноплавством.

3. Північна Америка - 19.2% світового ринку (USD 1.17 млрд у 2024)

United States Coast Guard (USCG) управляє найбільш розгалуженою VTS мережею США - понад 50 центрів на Атлантичному та Тихоокеанському узбережжях, Великих озерах, річці Міссісіпі. Після терактів 11 вересня 2001 року VTS отримали додаткову функцію - забезпечення морської безпеки та захисту від терористичних загроз. USCG інтегрувало VTS з системою AIS, LRIT (Long Range Identification and Tracking) та Vessel Monitoring System. Річний бюджет USCG на VTS операції перевищує 200 млн USD.

Пріоритетом є кібербезпека. Після серії кібератак на портову інфраструктуру США у 2023-2024 роках (включаючи атаки на порти Лос-Анджелес, Нью-Йорк/Нью-Джерсі), USCG ініціювала програму "Cyber Resilient VTS" з бюджетом 150 млн USD. Програма включає впровадження multi-factor authentication, encryption, continuous monitoring, incident response systems.

Канада: Canadian Coast Guard розвиває Arctic VTS для Північно-Західного проходу. З потеплінням клімату і танненням арктичних льодів, цей маршрут стає все більш важливим для міжнародного судноплавства. NORDREG (Northern Canada Vessel Traffic Services Zone) забезпечує моніторинг суден у канадській Арктиці. У 2023 році Канада інвестувала 80

млн CAD у розширення покриття VTS у Арктиці, включаючи нові радарні станції та супутниковий моніторинг.

5.2 Міжнародні стандарти та сучасні публікації

Основою функціонування СУРС є документи ІМО та ІАЛА:

Керівні документи ІМО

- Резолюція Асамблеї ІМО А.857(20) "Керівництво по службам управління рухом судів" (1997);
- Резолюція MSC.43(64) "Керівництво та критерії для систем судових повідомлень";
- Конвенція SOLAS (Глава V - Безпека мореплавання).

Стандарти ІАЛА (оновлено 2024-2025)

ІАЛА офіційно перетворилась на міжурядову організацію (IGO) 22 серпня 2024 року, що значно посилило її вплив на розвиток VTS:

- **S-1040** - Стандарт Vessel Traffic Services (оновлено 2024);
- **R-0128 (V-128)** - Операційні та технічні вимоги до обладнання VTS;
- **G-1111** - Підготовка операційних та технічних вимог для систем VTS;
- **R-0103 (V-103)** - Підготовка операторів VTS (оновлено 2024-2025);
- **G-1089** - Надання послуг VTS відповідно до міжнародних вимог;
- **G-1166** - VTS на внутрішніх водних шляхах;
- **VTS Manual** - Комплексне керівництво з усіх аспектів VTS (оновлюється кожні 4 роки).

5.3 Принципи проведення суден в СУРС

5.3.1 Мета та завдання СУРС

Метою СУРС є:

- підвищення безпеки та ефективності судноплавства;

- забезпечення безпеки життя на морі;
- захист морського середовища та прибережної зони;
- запобігання шкідливому впливу судноплавства на прибережні споруди.

Типи СУРС

1. Портові СУРС - обслуговують суднопотік з моря до порту і навпаки. Основними службами є служби надання допомоги у судноводінні та організації руху.

2. Прибережні СУРС - обслуговують судна, що проходять через район. Зазвичай достатньо служби інформації.

3. Комбіновані СУРС - поєднують функції портових та прибережних систем.

Сучасні можливості СУРС (2024-2025)

Завдяки інтеграції сучасних технологій, СУРС нового покоління забезпечують:

- **3D візуалізацію** - тривимірне відображення морської обстановки (Wärtsilä Navi-Harbour 5);
- **Проактивну підтримку рішень** - AI-аналіз ситуації та прогнозування ризиків;
- **Інтеграцію з MASS** - взаємодія з автономними та дистанційно керованими суднами;
- **Хмарні рішення** - масштабовані та економічно ефективні платформи;
- **ІоТ сенсори** - комплексна інформаційна система морського простору;
- **Кібербезпека** - захист від хакерських атак та зловмисних втручань.

5.3.2 Структура та функції СУРС

1. Служба управління рухом суден (СУРС) - служба, заснована компетентною владою для підвищення безпеки та ефективності руху

суден і захисту середовища. Має здатність взаємодіяти з судами та реагувати на ситуації в районі дії.

2. **Компетентна влада** - влада, на яку уряд поклав відповідальність за забезпечення безпеки судноплавства та захисту довкілля.
3. **Влада СУРС** - влада, що несе відповідальність за управління СУРС, її функціонування, координацію дій та взаємодію з судами.
4. **Район СУРС** - чітко обмежена та формально оголошена зона дії СУРС. Може бути поділений на підрайони або сектори.
5. **Центр СУРС (ЦСУРС)** - центр, з якого здійснюється управління СУРС. Кожен підрайон може мати свій підцентр.
6. **Оператор СУРС** - особа з відповідною кваліфікацією (згідно IALA R-0103), яка виконує одну або більше функцій СУРС.
7. **План переходу в СУРС** - взаємно узгоджений владою СУРС і капітаном судна план пересування в районі.

Служби СУРС

До складу СУРС щонайменше входить служба інформації, а також можуть входити:

а) Служба інформації (Information Service - INS)

Забезпечує передачу на судна важливої інформації для прийняття необхідних рішень щодо подальшого плавання:

- стан судноплавства та позиції інших суден;
- метеорологічні та гідрологічні умови;
- стан водних шляхів та навігаційних засобів;
- наявність небезпек для судноплавства.

б) Служба надання допомоги у судноводінні (Navigation Assistance Service - NAS)

Допомагає судну прийняти необхідне рішення та контролює результати. Особливо важлива у:

- важких навігаційних умовах;
- несприятливій погоді;
- аварійних ситуаціях на судні.

в) Служба організації руху (Traffic Organization Service - TOS)

Здійснює активне управління рухом для запобігання небезпечним ситуаціям:

- оперативне управління з попереднім плануванням;
- запобігання скупченню суден;
- встановлення пріоритетів та інтервалів руху;
- обмеження швидкості при необхідності.

5.4 Методи реалізації принципів проведення суден

5.4.1 Активні методи управління

Полягають у регулюванні та управлінні рухом суден за допомогою:

- берегових радіолокаційних станцій (БРЛС);
- постів регулювання руху суден;
- інтегрованих систем управління рухом суден (VTMS).

Види активного управління:

1. Радіолокаційний контроль

Постійний систематичний огляд робочої зони РЛС з метою:

- завчасного виявлення небезпечних ситуацій;
- виявлення зближення суден між собою;
- попередження порушень правил плавання.

2. Радіолокаційна проводка (Radar-Assisted Navigation)

Інструментальне визначення координат судна та передача їх на судно.

Використовуються:

- **Полярні координати:** пеленг та дистанція від БРЛС або навігаційного орієнтиру. Похибка ~ 0.5 кабельтових.

- **Маршрутні координати:** бічне ухилення від осі фарватеру та відстань до поворотної точки. Більш інформативні для судноводія.

Приклад передачі інформації: "Ви в 5 метрах ліворуч від осі каналу. Візьміть 2° вправо."

У складних умовах інформація передається 2 рази на хвилину, а при великому ухиленні - кожні 15 секунд.

Сучасні технології радіолокаційної проводки (2024-2025)

- **Автоматизовані БРЛС** - аналітичне перетворення полярних координат на маршрутні, СКП визначення ухилення $\sigma = 0.9$ кабельтових;
- **Комп'ютерна обробка** - вторинна обробка підвищує точність радіолокаційної інформації;
- **Накладання на електронну карту** - полегшує оцінку ситуації оператором;
- **Інтеграція з AIS** - автоматична ідентифікація суден та отримання додаткової інформації;
- **3D візуалізація** - тривимірне відображення морської обстановки (Navi-Harbour 5).

3. Регулювання руху суден

Передбачає:

- видачу дозволів на вхід у зону дії СУРС;
- призначення черговості та порядку руху;
- встановлення швидкостей та дистанцій між суднами;
- визначення маршруту залежно від конкретних обставин.

Процедура взаємодії з ЦСУРС

Судно, що входить у зону дії СУРС, повинно:

8. Встановити зв'язок з ЦСУРС на робочому каналі УКХ;
9. Запросити дозвіл на рух, надавши необхідну інформацію;
10. Нести постійну радіовахту на робочому каналі;
11. Репетирувати всі вказівки центру;

12.Повідомляти про відхилення від узгодженого плану.

Дозвіл на рух діє протягом 30 хвилин і має бути відновлений у разі затримки.

Розподіл відповідальності

Капітан судна:

- несе повну відповідальність за безпеку судна;
- приймає остаточні рішення щодо судноводіння;
- має право не виконати вказівку СУРС при безпосередній небезпеці (з повідомленням причини).

Оператор ЦСУРС:

- краще знає поточну обстановку завдяки більшій поінформованості;
- має право видавати обов'язкові вказівки щодо черговості, маршруту та дій для запобігання небезпеці;
- відповідає за передачу інформацію в межах точності технічних засобів.

5.4.2 Проактивні системи VTS нового покоління

Традиційні VTS працювали у реактивному режимі - оператор реагував на ситуації після їх виникнення. Проактивні системи нового покоління кардинально змінюють цю парадигму. Вони безперервно аналізують поточну обстановку та прогнозують розвиток подій на 10-30 хвилин вперед, що дає операторам критичний час для превентивних дій.

Принцип роботи проактивних систем базується на методі «що-якщо» (what-if scenarios). Система постійно моделює можливі траєкторії всіх суден у районі VTS, враховуючи їх поточний курс, швидкість, тенденції змін, метеоумови, особливості акваторії. Коли модель виявляє потенційний конфлікт, вона автоматично генерує кілька варіантів рішень з оцінкою ризиків, часу виконання та ефективності кожного варіанту.

Приклад сценарію: Система виявляє, що через 18 хвилин два контейнеровози потенційно можуть опинитися на небезпечній відстані (СПА - Closest Point of Approach менше 0.5 морської милі) у вузькій частині фарватеру. Система автоматично генерує три варіанти рішень:

- Варіант А: Судно 1 зменшує швидкість на 3 вузли - конфлікт вирішується через 12 хвилин, ризик: низький
- Варіант В: Судно 2 змінює курс на 10° вправо - конфлікт вирішується через 8 хвилин, ризик: середній (наближення до краю фарватеру)
- Варіант С: Обидва судна координовано змінюють швидкість - конфлікт вирішується через 10 хвилин, ризик: низький

Оператор отримує візуальне відображення всіх трьох варіантів на екрані, може побачити прогнозовані траєкторії та обирає оптимальне рішення одним кліком. Система автоматично формує текст радіоповідомлення для передачі судам.

Дослідження IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 2024 року на базі 12 VTS центрів у 7 країнах показали вражаючі результати впровадження проактивних систем:

- Зменшення навантаження на операторів: 40-60% (вимірювано за психофізіологічними показниками)
- Скорочення часу прийняття критичних рішень: з 3-5 хвилин до 30-60 секунд
- Зменшення кількості «майже-зіткнень»: на 67%
- Покращення передбачуваності часу проходження: точність прогнозу ЕТА покращилася з ± 25 хвилин до ± 7 хвилин
- Зниження споживання палива суднами: 8-12% за рахунок оптимізації швидкості та уникнення непотрібних маневрів

Хмарні технології та IoT

Перехід VTS до хмарних платформ є одним з найбільш значущих трендів 2023-2025 років. Cloud-based VTS пропонують масштабованість, економічну ефективність, географічну розподіленість та легкість інтеграції з іншими системами.

Переваги хмарних VTS рішень:

- Зниження капітальних витрат (CAPEX) на 50-70%: не потрібно купувати власні сервери та дороге обладнання
- Модель оплати pay-as-you-go: платите тільки за використані ресурси
- Автоматичне масштабування: система автоматично збільшує потужність при зростанні навантаження
- Географічна надійність: дані реплікуються у кілька дата-центрів у різних регіонах
- Швидке впровадження оновлень: нові функції та виправлення доступні миттєво всім користувачам
- Легка інтеграція з AI/ML сервісами провідних хмарних провайдерів (AWS, Azure, Google Cloud)

Internet of Things (IoT) створює «розумну» морську екосистему. Тисячі сенсорів збирають дані в реальному часі:

- Метеосенсори: вітер, температура, тиск, вологість з інтервалом 1-5 хвилин
- Океанографічні буї: висота хвилі, температура води, течії, солоність
- Камери високої роздільності: моніторинг у реальному часі з можливістю розпізнавання номерів суден
- AIS приймачі: позиції, курс, швидкість всіх суден з AIS
- Лідари та радары: 3D сканування морської поверхні
- Екологічні сенсори: викиди CO₂, SO₂, NO_x, якість повітря в портах

Взаємодія з автономними суднами (MASS)

Відповідно до випробувань 2025 року (судно ZHIFEI в Китаї) та досліджень IALA, VTS повинні адаптуватися до роботи з MASS:

- **Ідентифікація та моніторинг MASS:** відстеження позиції та руху автономних суден в реальному часі;
- **Цифровий обмін даними:** безпосередня інтеграція з береговими центрами управління MASS;
- **Валідація інформації:** перевірка даних про уникнення зіткнень між VTS та системами MASS;
- **Стандартизація трафіку:** необхідна передумова для безпечного співіснування звичайних та автономних суден;
- **Тактичне планування:** VTS переходить від ad-hoc вирішення до тактичної відповідальності.

Кібербезпека VTS

З урахуванням зростання кіберзагроз, сучасні VTS повинні мати:

- високий рівень захисту даних від зовнішніх атак;
- багаторівневі системи кібербезпеки;
- регулярний моніторинг вразливостей;
- відповідність міжнародним стандартам кібербезпеки.

5.4.3 Пасивні методи управління потоком суден

Передбачають цілеспрямований вплив на суднопотік за допомогою:

- системи правил плавання;
- встановлених шляхів;
- заборонених для плавання районів;
- системи поділу руху (СПР);
- інформації про рух суден у районі.

Системи поділу руху (Traffic Separation Schemes - TSS)

Ефективний засіб пасивного управління суднопотоками. Розподіл зустрічних потоків через встановлення зон, ліній або смуг руху.

1. СПР лінійного типу

Найчастіше використовується. Включає:

- дві смуги руху для зустрічних потоків;
- зону поділу між ними;
- зони прибережного плавання (при необхідності).

2. СПР секторного типу

Використовується там, де сходяться потоки з різних напрямків. У вузлових точках можуть вводитися:

- райони кругового руху;
- райони підвищеної обережності плавання;
- прилеглі зони прибережного плавання.

Принципи встановлення СПР

- смуги руху прокладаються для оптимального використання наявних глибин;
- ширина смуг встановлюється виходячи з точності способів визначення місця судна;
- єдиним міжнародним органом для встановлення СПР є ІМО;
- прибережні держави можуть самостійно вводити СПР у своїх водах, інформуючи ІМО.

Правила плавання в СПР (відповідно до Правила 10 МППЗС-72)

Судно повинне входити в смугу або залишати її на кінцевих ділянках, або під малим кутом до загального напрямку потоку;

Судно не повинне входити до зони поділу, крім випадків крайньої необхідності;

При перетині смуги руху - під прямим кутом до потоку;

Уникати постановки на якір у смугах руху;

Судна, що не використовують СПР, мають триматися від неї на безпечній відстані.

5.5 Висновки

Системи управління рухом суден пройшли складний еволюційний шлях від примітивних радарних установок 1940-х років до високотехнологічних AI-інтегрованих комплексів 2024-2025 років. Аналіз сучасного стану та перспектив розвитку VTS дозволяє сформулювати наступні ключові висновки:

Морське судноплавство переживає період безпрецедентних змін. Зростання обсягів світової торгівлі до 12 мільярдів тонн вантажів на рік (2024), поява мегасуден місткістю понад 24,000 TEU, концентрація трафіку у "вузьких місцях" (Малаккська протока - 260 суден/добу, Гібралтар - 300 суден/добу) створюють безпрецедентні виклики для безпеки судноплавства. VTS з опціональних систем перетворилися на критичну інфраструктуру, без якої неможливе функціонування сучасних портів та морських шляхів.

Глобальний ринок VTS демонструє стійке зростання: з USD 4.1 млрд у 2022 до USD 6.1 млрд у 2024 (зростання 48.8% за 2 роки) з прогнозом USD 15.2 млрд до 2034 року (CAGR 9.1%). Це відображає не лише збільшення кількості VTS центрів (з ~2,500 у 2022 до понад 3,200 у 2024), але й якісну трансформацію систем. Інвестиції у сучасні VTS забезпечують значний економічний ефект: зменшення аварійності на 40-67%, скорочення часу очікування в портах на 15-20%, економія палива суднами на 8-12%, підвищення пропускної здатності портів на 10-15%.

Період 2020-2025 років характеризується масовим впровадженням передових технологій у VTS:

- Штучний інтелект та машинне навчання: Частка AI-інтегрованих VTS зросла з 8% у 2022 до 23% у 2024 з прогнозом 65% до 2030 року. Сучасні AI-системи здатні обробляти до 10,000 траєкторій одночасно, прогнозувати конфлікти за 15-20 хвилин з точністю 94%, зменшувати навантаження на операторів на 40-60%.

- Проактивні системи: Перехід від реактивного до проактивного режиму роботи. Системи не просто інформують про ситуацію, а прогнозують розвиток подій та автоматично генерують оптимальні рішення. Час прийняття критичних рішень скоротився з 3-5 хвилин до 30-60 секунд.
- Хмарні технології та IoT: Частка cloud-based рішень зросла з 12% у 2022 до 31% у 2024. Хмарні VTS забезпечують зниження капітальних витрат на 50-70%, автоматичне масштабування, географічну надійність. Мережі IoT сенсорів створюють комплексну інформаційну картину морського простору в реальному часі.
- 3D візуалізація: Системи нового покоління (Wärtsilä Navi-Harbour 5, Kongsberg K-Nav) пропонують тривимірне відображення морської обстановки, що значно покращує ситуаційну обізнаність операторів.

VTS стоять на порозі найбільших змін в історії. Прогнозоване зростання частки автономних та дистанційно керованих суден до 15% до 2030 року та 40-50% до 2040 року вимагає кардинальної адаптації VTS систем. Випробування у Китаї (ZHIFEI), Норвегії (Yara Birkeland), Японії та інших країнах виявили критичні вимоги:

- Цифрові протоколи обміну даними між VTS та береговими центрами управління MASS
- Моніторинг стану автономних систем суден в реальному часі
- Процедури дистанційного втручання VTS у критичних ситуаціях
- Стандартизація трафіку як передумова безпечного співіснування традиційних та автономних суден
- Перехід VTS від ad-hoc вирішення ситуацій до тактичного планування руху

Зростання цифровізації VTS супроводжується різким зростанням кіберзагроз. Кібератаки на портову інфраструктуру США (Лос-Анджелес, Нью-Йорк/Нью-Джерсі) у 2023-2024 роках, 1,800+ суден, атакованих кіберзлочинцями у першій половині 2024 року, продемонстрували вразливість морських систем. USCG Cybersecurity Final Rule (липень 2025), EU NIS2 Directive встановлюють жорсткі вимоги до кібербезпеки VTS. Сучасні системи

повинні мати багаторівневий захист, continuous monitoring, incident response procedures, регулярні аудити безпеки.

Трансформація IALA у міждержавну організацію (IGO) 22 серпня 2024 року значно посилила міжнародну координацію. Станом на вересень 2025 IALA має 171 технічний документ (7 стандартів, 67 рекомендацій, 97 керівництв), які забезпечують гармонізацію VTS практик у всьому світі. Оновлені стандарти 2024-2025 (S-1040, R-0128, R-0103) враховують AI, MASS, кібербезпеку, цифрову трансформацію.

Незважаючи на масову автоматизацію, людина-оператор залишається центральною ланкою VTS. Оновлена програма підготовки IALA R-0103 (2024-2025) встановлює жорсткі вимоги: мінімум 12 тижнів навчання для базового рівня, 2 роки досвіду для супервайзера, 5 років для інструктора. Проактивні системи не замінюють оператора, а розширюють його можливості, зменшуючи рутинне навантаження та надаючи більше часу для критичного мислення та прийняття складних рішень.

Сучасні VTS відіграють важливу роль у досягненні екологічних цілей морської індустрії. Оптимізація руху суден зменшує споживання палива на 8-12%, що прямо впливає на викиди CO₂. Моніторинг викидів SO₂, NO_x в режимі реального часу забезпечує дотримання MARPOL вимог.

Найближче десятиліття (2025-2035) буде періодом трансформаційних змін:

- Масове впровадження AI та проактивних систем у 65%+ VTS центрів
- Повна інтеграція з автономними суднами - створення "розумних водних шляхів"
- Перехід до хмарних платформ у 58%+ систем
- Створення глобальних мереж обміну даними між VTS центрами різних країн
- Впровадження технологій розширеної (AR) та віртуальної (VR) реальності для підготовки операторів
- Інтеграція з супутниковими системами нового покоління для глобального покриття

РОЗДІЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ

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

Вихідні дані рейсу – судно «LOTUS» перехід Hamburg – Fuglafjordur.

Таблиця 6.1 – Початкові дані для розрахунку рейсу

№	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1.	Дедвейт судна «LOTUS»	Δ_w	т	8703,33
2.	Запаси на початок рейсу	$P_{зАП}$	т	251,0
3.	Відстань між портами	L	милі	770,3
4.	Кількість вантажу – мазут	$Q_{зАГ}$	т	8092,509
5.	Фрахтова ставка за 1т вантажу	f	\$/т	22
6.	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	т/год	5000
7.	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	т/год	4800
8.	Експлуатаційна швидкість	V	вузли	14,0
9.	Швидкість в каналах, вузкостях	$V_{кан}$	вузли	8
10.	Добова витрата палива на ходу HFO	$q^x_{п}$	т/добу	12,0
11.	Добова витрата палива на стоянці HFO	$q^{ст}_{п}$	т/добу	0,3

Продовження таблиці 6.1

№	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
12.	Ціна 1 тони палива: HFO	C_{HFO}	\$/т	550
	DO	C_{DO}	\$/т	700
13.	Балансова вартість судна	$C_{бал}$	\$	1753000
14.	Річна норма амортизації	H_a	%	10
15.	Поза-експлуатаційний час	$T_{зе}$	діб	15
16.	Чисельність екіпажу	$Ч_{ек}$	чол	19
17.	Час затримки в дорозі	$t_{зп}$	діб	0,1
18.	Додатковий час в портах стоянки	$t_{дод}$	діб	—
19.	Заробітна платня	$R_{зп}$	\$/добу	1800
20.	Витрати на технічне постачання	$R_{т.пос}$	\$/добу	170
21.	Навігаційні витрати	$R_{нав}$	\$/добу	100
22.	Портові збори	$R_{порт}$	\$	43200
23.	Агентування суден	$R_{аг}$	\$/добу	100
24.	Витрати на страхування судна	$R_{стр}$	\$/добу	80
25.	Витрати на ремонт	$C_{рем}$	\$/мр.п	1300000
26.	Вартість одного докування	$C_{док}$	\$	50000

6.1 Розрахунок кількісних показників роботи судна в рейсі

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

$$\Delta_{ч} = \Delta_W - P_{ЗАП} = 8257,64 \text{ т.}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

$$T_{екс} = T_k - T_{зе}, \quad (6.1)$$

де T_k – календарний період (приймаємо 365 діб).

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час – $t_x = L / (24 \cdot V) + t_{зп} = 2,3$ діб.
- стоянковий час – $t_{ст} = \sum Q_i / M = 3,4$ діб.
- час рейсу складе – $t_p = t_x + t_{ст} = 2,3 + 3,4 = 5,7$ діб.

4. Розрахуємо провізну спроможність судна:

- зроблено тонно-миль за рейс:

$$\sum Q_{зАГ} \cdot L = 8092,509 \cdot 770,3 = 6233660 \text{ тонно-миль/рейс};$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\sum \Delta_W \cdot L = 8703,33 \cdot 770,3 = 6704175 \text{ тоннаже-миль/рейс};$$

5. Розраховуємо доходи судна за рейс:

$$\sum F_{РЕЙС} = \sum Q_{зАГ} \cdot f = 8092,509 \cdot 22 = 178035 \text{ \$/рейс}.$$

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

Постійні експлуатаційні витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

$$R_{екс} = R_{зп} + R_{хар} + R_{рем} + R_{ам} + R_{сн} + R_{т.пос} + R_{нав} + R_{порт}/t_p + R_{аг} + R_{стр}, \quad (6.2)$$

- витрати на заробітну плату ($R_{зп}$) – 1400 \$/добу;
- витрати на харчування екіпажу ($R_{хар}$) розраховуємо за формулою:

$$R_{хар} = Ч_{ек} \cdot n_{хар}, \quad (6.3)$$

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

$$R_{хар} = 19 \cdot 12 = 228 \text{ \$/добу};$$

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

$$R_{рем} = ((n_{док} \cdot C_{док} + C_{рем}) / t_{мп}) / T_{екс}, \quad (6.4)$$

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

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

$$R_{рем} = ((50000 + 1300000) / 5) / 350 = 771 \text{ \$/добу};$$

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

$$R_{ам} = (C_{бал} \cdot H_a / 100) / T_{екс} = (1753000 \cdot 0,1) / 350 = 501 \text{ \$/добу};$$

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

$$R_{сн} = (C_{бал} \cdot H_{сн} / 100) / T_{екс}, \quad (6.5)$$

де $H_{сн}$ – норма постачання.

$$R_{\text{сн}} = (1753000 \cdot 0,02) / 350 = 100 \text{ \$/добу};$$

- витрати на технічне постачання ($R_{\text{т.пос}}$) – 170 \\$/добу;
- навігаційні витрати ($R_{\text{нав}}$) – 100 \\$/добу;
- портові збори ($R_{\text{порт}}$) – 43200 \\$/рейс;
- витрати з агентування ($R_{\text{аг}}$) – 100 \\$/добу;
- витрати на страхування ($R_{\text{стр}}$) – 100 \\$/добу.

Підставляючи значення в формулу (6.2), розраховуємо постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

$$R_{\text{екс}} = 1800 + 228 + 771 + 501 + 100 + 170 + 100 + 43200 / 5,7 + 100 + 100 = 11449 \text{ \$/ добу}.$$

7. Розраховуємо непрямі (адміністративно-управлінські) витрати:

$$R_{\text{кос}} = R_{\text{екс}} \cdot k_{\text{ад}}, \quad (6.6)$$

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

$$R_{\text{кос}} = 11449 \cdot 0,02 = 229 \text{ \$/добу}.$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

$$R_{\text{заг}} = R_{\text{екс}} + R_{\text{кос}} = 11449 + 229 = 11678 \text{ \$/добу}.$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

$$\Sigma R_{\text{заг.екс}} = R_{\text{заг}} \cdot t_p = 11678 \cdot 5,7 = 66565 \text{ \$/рейс}.$$

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

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

$$P_{\text{п}}^x = k_{\text{см}} \cdot q_{\text{п}}^x \cdot \Pi_{\text{НФО}}, \quad (6.7)$$

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

$$P_{\text{п}}^x = 1,1 \cdot 12,0 \cdot 550 = 7260 \text{ \$/ добу};$$

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

$$P_{\text{п}}^{\text{ст}} = k_{\text{см}} \cdot q_{\text{п}}^{\text{ст}} \cdot \Pi_{\text{ДО}}, \quad (6.8)$$

$$P_{\text{п}}^{\text{ст}} = 1,1 \cdot 0,3 \cdot 550 = 182 \text{ \$/ добу};$$

- витрати на паливо та мастильні матеріали витрати за рейс:

$$\Sigma R_{\text{пер}} = (P_{\text{п}}^x \cdot t_x) + (P_{\text{п}}^{\text{ст}} \cdot t_{\text{ст}}) = 7260 \cdot 2,4 + 182 \cdot 3,3 = 18025 \text{ \$/рейс}.$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

$$\Sigma R_{\text{РЕЙС}} = \Sigma R_{\text{заг.екс}} + \Sigma R_{\text{пер}} = 66565 + 18025 = 84590 \text{ \$/рейс.}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

$$\Sigma \Pi_{\text{РЕЙС}} = \Sigma F_{\text{рейс}} - \Sigma R_{\text{РЕЙС}} = 178035 - 84590 = 93445 \text{ \$/рейс.}$$

Прибуток судна «LOTUS» з порту Hamburg в порт Fuglafjordur з вантажем мазут за рейс склав – 93445 \$/рейс.

6.2 Розрахунок якісних показників роботи судна в рейсі

Якісні показники роботи судна в рейсі розраховуємо за методикою [Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи – Одеса: НУ «ОМА», 2017, 20 с.].

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

$$K_e = T_{\text{екс}} / T_k = 350 / 365 = 0,959.$$

2. Коефіцієнт завантаження судна:

$$\alpha_z = \Sigma Q_{\text{ЗАГ}} / \Delta_{\text{ч}} = 8092,509 / 8452 = 0,957.$$

3. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

$$V_{\text{ср}} = L / t_x = 770,3 / 2,4 = 321.$$

4. Коефіцієнт ходового часу:

$$\varepsilon_x = t_x / t_p = ,4 / 5,7 = 0,421.$$

5. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

$$\mu_v = \alpha_z \cdot V_{\text{ср}} \cdot \varepsilon_x = 0,957 \cdot 321 \cdot 0,421 = 129,329937.$$

6. Валова прибутковість одних судно-днів:

$$\mu = \Sigma F_{\text{рейс}} / t_p = 178035 / 5,7 = 31234 \text{ \$/добу.}$$

7. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

$$S_T = \Sigma R_{\text{рейс}} / \Sigma Q_{\text{ЗАГ}} = 84590 / 8092,509 = 10,45 \text{ \$/т.}$$

8. Собівартість 1 тонно-милі в рейсі:

$$S_{T-M} = \Sigma R_{\text{рейс}} / \Sigma Q_{\text{ЗАГ}} \cdot L = 84590 / 6233660 = 0,0135699 \text{ \$/т-м.}$$

9. Собівартість утримання судна в добу експлуатації:

$$S_{c-c} = \Sigma R_{\text{РЕЙС}} / t_p = 84590 / 5,7 = 14840 \text{ \$ / добу екс.}$$

10. Рівень дохідності являє відношення доходів до витрат:

$$PF = \Sigma F_{\text{РЕЙС}} / \Sigma R_{\text{РЕЙС}} = 178035 / 84590 = 2,10.$$

При $PF > 1$ – рейс прибутковий.

Рівень дохідності (Target Yield) – показник розрахунку ефективності виконаного рейсу заснований на аналізі кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі.

6.3 Прогнозування роботи судна за експлуатаційний період, оцінка ефективності виконаного рейсу

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$Ч_p = T_{\text{екс}} / t_p = 350 / 5,7 = 61,40.$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

$$\Sigma Q_{\text{екс}} = \Sigma Q_{\text{ЗАГ}} \cdot Ч_p = 8092,509 \cdot 61,40 = 496880 \text{ т/рік.}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

$$\Sigma Q \cdot L_{\text{екс}} = \Sigma Q \cdot L \cdot Ч_p = 382746724 \text{ т-миль/рік.}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

$$\Sigma F_{\text{екс}} = \Sigma F_{\text{рейс}} \cdot Ч_p = 178035 \cdot 61,40 = 10931349 \text{ \$ / рік.}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma R_{\text{екс}} = R_{\text{рейс}} \cdot Ч_p = 84590 \cdot 61,40 = 5193826 \text{ \$ / рік.}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma П = П_p \cdot Ч_p = 93445 \cdot 61,40 = 5737523 \text{ \$ / рік.}$$

7. Рівень дохідності роботи судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma PF = \Sigma F_{\text{екс}} / \Sigma R_{\text{екс}} = 10931349 / 5193826 = 2,10.$$

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

Таблиця 6.2 – Кількісні і якісні показники виконаного рейсу

№	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1.	Валовий дохід	F	\$	178035
2.	Затрати загальні	R	\$	84590
3.	Прибуток	П	\$	93445
4.	Коефіцієнт ходового часу	ε_x	—	0,421
5.	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	милі/добу	321
6.	Дохідність судна	μ	\$/добу	31234
7.	Рівень дохідності	PF	—	2,10
8.	Собівартість перевезення 1 т вантажу	S_T	\$/т	10,45
9.	Собівартість 1 т-милі	S_{T-M}	\$/т-м	0,0135699
10.	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	S_{C-C}	\$/добу	14840

В результаті проведених розрахунків, наведених у Табл. 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим.

Рівень дохідності $PF = 2,10$, прибуток 93445 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 5737523 \$.

Судно «LOTUS» доцільно використовувати на даній лінії.

РОЗДІЛ 7

ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ

7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту

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

Танкер стоїть на бочці в районі внутрішнього рейду порту. Отримано повідомлення про інцидент на сусідньому танкері-хімовозі, що знаходиться поблизу. В результаті обстрілу невідомими особами на танкері-хімовозі виникла аварійна ситуація: із-за пошкодження вантажної системи трапився вилив зрідженого сірковуглецю, що є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). Кількість токсичної рідини, що розлилася, - 12 т. Характер розливу СДОР - «вільно». В умовах надзвичайної ситуації екіпаж судна прийняв рішення укритися в надбудові судна.

Метеорологічні умови на момент виникнення надзвичайної ситуації: час 10.00, температура повітря 20⁰, швидкість вітру 2 м/с, вітер зустрічний, суцільна хмарність. Відстань від місця аварії до житлової надбудови судна 0,1 км. Місцевість відкрита, характер - водна поверхня.

Виконати оперативний прогноз хімічної обстановки на час через 1 годину після аварії.

Запропонувати заходи по зменшенню можливих втрат серед екіпажу судна.

Визначити стандарті робочі процедури по залишенню судна після здійснення терористичного акту, що привів до незворотних руйнувань 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»).

1) Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря

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

Таблиця 7.1- Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

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

2) Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі

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

При розливі токсичних рідин первинна хмара не утворюється, тому еквівалентна кількість $Q_{\text{э1}}$ (т) речовини у первинній хмарі:

$$Q_{\text{э1}} = 0 \text{ т.}$$

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

Площа розливу S_p (m^2) сірковуглецю дорівнює:

$$S_p = V_p / h = Q_o / \rho / h = 12 / 1,263 / 0,05 = 190 \text{ м}^2,$$

де: V_p - об'єм сірковуглецю, що розлився, m^3 ;

$Q_o = 12$ - кількість сірковуглецю, що розлився при аварії, т.

$\rho = 1,263$ - щільність сірковуглецю, t/m^3 (таблиця 7.2);

$h = 0,05$ - товщина шару сірковуглецю (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 T (год.) сірковуглецю:

$$T = h \cdot \rho / (K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{\text{II}}) + 1 / (K_m \cdot v_{\text{п}}) = \\ = 0,05 \cdot 1,263 / (0,021 \cdot 1,33 \cdot 1) + 1 / (1 \cdot 12) = 2,34 \text{ год.} \approx 2 \text{ год. } 20 \text{ хв.},$$

де: $K_2 = 0,021$ - коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей сірковуглецю (таблиця 6.2);

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

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

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

$v_{\text{п}} = 12$ - швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря, км/год. (таблиця 7.5).

Таблиця 7.2 - Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найме- нування СДОР	Щільність СДОР, т/ м³		Температура кипіння, °С	Порогова токсодоза, мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів							
	Газ	Рідина			K ₁	K ₂	K ₃	K ₇ для температури повітря (°С)				
								-40	-20	0	20	40
Сірковуглець	-	1,263	46,2	45	0	0,021	0,013	0,1	0,2	0,4	1	2,1

Примітка. У таблиці наведені значення K₇ для вторинної хмари, тобто K₇ = K₇^{II}

Таблиця 7.3 - Значення коефіцієнту K₄ 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

Таблиця 7.4 - Значення коефіцієнту K_м залежно від впливу характеру місцевості

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

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

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

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

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

$$1 \cdot 0,021 \cdot 0,013 \cdot 1,33 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 12 / (0,05 \cdot 1,263) = 0,02 \text{ т,}$$

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

$K_3 = 0,013$ - коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози сірковуглецю (таблиця 7.2);

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

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

4) Визначення глибини і площі зони зараження

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

Так як первинна хмара відсутня, то для $Q_{31} = 0,0$ т та швидкості вітру $u = 2$ м/с глибина зони зараження буде дорівнювати: $\Gamma_1 = 0,0$ км.

Для $Q_{32} = 0,02$ т та швидкості вітру $u = 2$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою сірковуглецю: $\Gamma_2 = 0,34$ км.

Визначаємо повну глибину зони зараження Γ_Σ (км), що обумовлена дією первинної і вторинної хмари СДОР:

$$\Gamma_\Sigma = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 0,34 + 0,5 \cdot 0,0 = 0,34 \text{ км},$$

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

Визначаємо гранично можливе значення глибини перенесення повітряних мас Γ_Π (км):

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

За остаточну розрахункову глибину зони зараження Γ (км) приймаємо менше з двох порівнюваних між собою значень Γ_Σ и Γ_Π :

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_\Sigma \\ \Gamma_\Pi \end{matrix} \right\} = 0,34 \text{ км}.$$

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
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19

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

$$S_B = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^\circ = 3,14 \cdot 0,34^2 \cdot 90^\circ / 360^\circ = 0,09 \text{ км}^2,$$

де: $\Gamma = 0,34$ - розрахункова глибина зони зараження, км; $\varphi = 45^\circ$ - кутовий розмір зони зараження, град (таблиця 7.7).

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

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

Визначаємо площу зони фактичного зараження S_ϕ (км²):

$$S_\phi = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 0,34^2 \cdot 1^{0,2} = 0,015 \text{ км}^2,$$

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

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

Територія можливого хімічного зараження умовно представляє собою сектор, що має кутовий розмір $\varphi = 90^\circ$ (таблиця 7.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 0,34$ км. Центр сектора співпадає з джерелом зараження - місцем розливу сірковуглецю. Бісектриса сектора співпадає з віссю сліду хмари та орієнтована по напрямку вітру.

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

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ_1 (км):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{d_1} \right)^\psi = 2,31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{0,02}{6} \right)^{0,580} = 0,08 \text{ км},$$

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

$Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0,0 + 0,02 = 0,02$ - загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару, т;

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

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

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

Розраховуємо глибину зони важких уражень $\Gamma_{0,41}$ (км):

$$\Gamma_{0,41} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,41}} \right)^{\Psi} = 2,31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{0,02}{2,4} \right)^{0,580} = 0,14 \text{ км},$$

де: $D_{0,41} = 0,4 \cdot D_1 = 0,4 \cdot 6 = 2,4$ - значення токсодози, що відповідає 40% летальної токсодози для хлору, мг.хв/л.

Розраховуємо глибину зони уражень середньої важкості $\Gamma_{0,21}$ (км):

$$\Gamma_{0,21} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,21}} \right)^{\Psi} = 2,31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{0,02}{1,2} \right)^{0,580} = 0,21 \text{ км},$$

де: $D_{0,21} = 0,2 \cdot D_1 = 0,2 \cdot 6 = 1,2$ - значення токсодози, що відповідає 20% летальної токсодози для хлору, мг.хв/л.

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 0,34$ км.

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

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

$$t = x / (K_m \cdot v_n) = 0,1 / (1 \cdot 12) = 0,008 \text{ год.} \approx 30 \text{ сек.},$$

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 показала, що глибина поширення хмари зараженого повітря може досягти 0,34 км. Надбудова судна, де укритися екіпаж, через 30 сек. опиняється в зоні важких уражень. Час дії вражаючих концентрацій хмари - 2 год. 20 хв. Для життя моряків це є серйозною загрозою. Значно ускладнюється можливість проведення заходів по ліквідації аварійної ситуації на судні.

Для зменшення можливих втрат серед екіпажу судна пропонуються наступні заходи:

- терміново використати наявні на судні дихальні апарати, при цьому забезпечити контроль часу знаходження людей в апаратах (захисна дія дихальних апаратів обмежена часом у 30 хв.);
- забезпечити знаходження людей всередині надбудови судна протягом часу дії вражаючих концентрацій СДОР;
- по можливості максимально герметизувати усі приміщення в надбудові судна, в яких укритися екіпаж;
- розгорнути судно за вітром, щоб хмара зараженого повітря рухалася убік від надбудови судна;

- встановити контроль концентрації СДОР на відкритому повітрі і в повітрі приміщень судна;
- встановити зв'язок з аварійними службами порту, запросити допомогу;
- надати першу допомогу постраждалим, підготувати екіпаж до можливої евакуації.

7.2 Стандартні робочі процедури по залишенню судна після здійснення терористичного акту, що призвів до незворотних руйнувань судна

В залежності від місця знаходження судна його залишення може здійснюватися або безпосередньо на причал або на інший плавзасіб, або з використанням суднових колективних засобів рятування.

Капітан має повноваження на прийняття будь-яких рішень, що спрямовані на порятунок пасажирів та екіпажу, збереження вантажу, запобігання забруднення навколишнього середовища (табл. 7.9).

Таблиця 7.9 - Дії суднового екіпажу по залишенню судна після здійснення терористичного акту, що призвів до незворотних руйнувань судна

№ п/п	Дії, які повинні бути прийняті	Відповідальний член екіпажу
1	2	3
1.	Оголосити "Шлюпкову тривогу".	Вахтовий помічник
2.	Надіслати повідомлення компанії і звернутися за допомогою до суден і берегових станцій у відповідності з "Планом дій в аварійних ситуаціях".	Капітан
3.	Діяти у відповідності з процедурою зв'язку ГМЗЛБ.	Вахтовий помічник

Продовження табл. 7.9

1	2	3
4.	Підготувати до спуску рятувальні засоби з урахуванням реальних можливостей спуску.	Старший помічник
5.	Додатково оснастити рятувальні засоби ковдрами, ліками, одягом, піротехнікою, УКХ радіостанціями.	Старший помічник
6.	Перевірити наявність всіх людей на судні і організувати пошук зниклих.	Старший помічник Старший механік
7.	Захопити карти, судновий, машинний і радіо журнали, по можливості - документи і цінності.	Вахтовий помічник Вахтовий механік
7.	Діяти згідно з Розкладом по тривогах і Керівництвом по залишенню судна.	Члени екіпажу і пасажери
9.	Визначити, які механізми залишити працюючими після залишення судна.	Старший механік Старший помічник
10.	Надати допомогу людям, піднятим з води, і нужденним, підтримувати зв'язок між шлюпками за допомогою переносної радіостанції, відійти від борту судна.	Командир шлюпки

ВИСНОВКИ

Підвищення безпеки судноводіння сприяє зменшенню кількості аварійних випадків, що веде до зниження шкоди людському життю, навколишньому середовищу, майну і виробничим процесам.

При комплексному опрацюванні та дослідженню етапів переходу, чому присвячена дана робота, було виконане наступне:

- описані основні характеристики судна;
- вивчені навігаційні умови плавання, способи одержання гідро – метео інформації, обраний найбільш оптимальний і безпечний шлях;
- описані транспортні характеристики вантажів і порядок документування їх перевезення в рейсі;
- виконані розрахунки вантажного плану з перевіркою посадки й остійності судна;
- зроблені розрахунки кількісних, якісних, валютно-фінансових показників рейсу, а також виконаний аналіз економічної ефективності рейсу;
- розглянуті охоронні засоби та цивільна оборона на судні.

В результаті вирішення головної задачі було отримано висновок, що системи управління рухом суден перетворилися з допоміжних інструментів на критичну інфраструктуру світової морської торгівлі. Їх роль продовжуватиме зростати в умовах збільшення інтенсивності судноплавства, появи автономних суден, посилення екологічних вимог та цифрової трансформації морської індустрії.

Інвестиції у сучасні VTS - це інвестиції у безпеку мореплавства, захист довкілля, економічну ефективність та майбутнє морської індустрії. Глобальний ринок VTS USD 15.2 млрд до 2034 року - це не просто цифра, це відображення усвідомлення критичної важливості професійного управління рухом суден для світової економіки, яка на 90% залежить від морських перевезень.

Україна, як морська держава має значний потенціал для впровадження сучасних VTS систем. Це забезпечить підвищення безпеки судноплавства,

збільшення конкурентоспроможності українських портів, інтеграцію у європейську та глобальну морську інфраструктуру, дотримання міжнародних стандартів (IMO, IALA, EU).

Майбутнє належить інтелектуальним, проактивним, екологічно відповідальним системам управління рухом суден, які поєднують передові технології з професіоналізмом людини-оператора. VTS 2025-2035 років будуть не просто спостерігати за судноплавством - вони будуть активно формувати безпечне, ефективне та стає майбутнє світового морського транспорту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки для виконання магістерської роботи / Укл. І.І. Ворохобін та ін. – Одеса: НУ «ОМА», 2023 р.- 96 с.
2. Міжнародна Конвенція з охорони людського життя на морі 1974 р. (SOLAS-74), Розділ V "Безпека мореплавства";
3. Конвенція та кодекс з підготовки і дипломування моряків та несення вахти (STCW-78 з поправками), Розділ VIII;
4. Резолюція ІМО А.893 (21) – 1999 р. "Руководство по плануванню рейсу";
5. Рекомендації по організації штурманської служби на морських судах України – 1998 р. Одеса: ЮжНИИМФ, 1998.—111с;
6. Bridge Procedures Guide, 5th Edition, 2016;
7. Bridge Team Management, The Nautical Institute, London, 2000.
8. Catalogue of Admiralty Charts and Publications
9. NP 283(1-2). Admiralty List of Radio Signals Vol. 3. (Parts 1& 2) Maritime Safety, Information Services.- The United Kingdom Hydrographic Office, 2017
10. NP 285. Admiralty List of Radio Signals Volume 5. Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS).- The United Kingdom Hydrographic Office, 2017
11. NP 286. Admiralty List of Radio Signals Volume 6 . Pilot Services, Vessel Traffic and Port Operations.- The United Kingdom Hydrographic Office, 2017
12. Guide to Port Entry.- Reigate: Shipping Guides Ltd., 2012Nautical Almanac
13. NP Admiralty Tide Tables .- The United Kingdom Hydrographic Office, 2017
14. International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 74/78), Chapters VI, VII [4];
15. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78) [6];

16. International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code) [7];
17. International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk (IBC Code) [13];
18. International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (IGC Code) [14];
19. International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals (ISGOTT) [16].
20. Николаева Л. Л. Коммерческая эксплуатация судна: учебн. [для студ. высш. учебн. зав.] / Л. Л. Николаева. – Одесса: Феникс, 2006. – 754 с.
21. Савчук В. Д. Технологія перевезення вантажів : підруч. / В. Д. Савчук. – Одеса : ВидавІнформ, 2008. – 335 с.
22. Adoption of the International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code), Resolution MSC.267(85).
23. International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk (International Grain Code). – London: International Maritime Organization, 1991. – 35 p.
24. Правила класифікації та побудови морських суден. В 5-ти т. Том 2. – Київ: Регістр судноплавства України, 2014.
25. Справочник по теории корабля: В трех томах. Том 2. Статика судов. Качка судов/Под ред. Я. И. Войткунского. – Л.: Судостроение, 1985. – 440 с.
26. Максимаджи А.И. Капитану о прочности судна: Справочник. – Л.: Судостроение, 1988. – 224 с.
27. International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code)
28. Code of Practice for the Safe Loading and Unloading of Bulk (BLU Code)
29. International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk (Grain Code)
30. Thomas Stowage: The Properties and Stowage of Cargoes
31. Pettersen Kristin Y. Underactuated dynamic positioning of a ship - experimental results / Pettersen Kristin Y., Fossen Thor I. // IEEE Trans. Contr. Syst. Technol. - 2000. - 8, № 5. - P. 856-863.

- 32.Винников В.В. Экономика предприятия морского транспорта (экономика морских перевозок): - 3 изд., перераб. доп. – О.: Феникс, 2011. – 944 с.
- 33.Дем'янченко А.Г., Сотниченко Л.Л. Вдосконалення організаційно-економічного механізму управління розвитком підприємств морської галузі / кол. монографія за ред. А. Г. Дем'янченко. – Одеса: НУ «ОМА», 2017. – 325 с.
- 34.Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи. Одеса: НУ «ОМА», 2017, с. 20.
- 35.International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), 1974, as amended. Chapter V - Safety of Navigation. London: International Maritime Organization, 2024.
- 36.IMO Resolution A.857(20). Guidelines for Vessel Traffic Services. Adopted on 27 November 1997. London: International Maritime Organization, 1997. 32 p.
- 37.IMO Resolution MSC.43(64). Guidelines and Criteria for Ship Reporting Systems. Adopted on 9 December 1994. London: International Maritime Organization, 1994. 28 p.
- 38.IMO Resolution MSC.191(79). Adoption of the Revised Performance Standards for Radar Equipment. Adopted on 6 December 2004. London: International Maritime Organization, 2004.
- 39.IMO Resolution MSC.192(79). Adoption of the Revised Performance Standards for Automatic Identification Systems (AIS). Adopted on 6 December 2004. London: International Maritime Organization, 2004.
- 40.IMO Circular MSC.1/Circ.1641. Interim Guidelines on Maritime Cyber Risk Management. Adopted on 10 June 2021. London: International Maritime Organization, 2021. 8 p.
- 41.International Maritime Organization. COLREG - International Regulations for Preventing Collisions at Sea, 1972, as amended. London: IMO, 2022. 76 p.

42. IALA Standard S-1040. The Provision of Vessel Traffic Services. Edition 1.0, June 2024. Saint-Germain-en-Laye, France: International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities, 2024. 94 p.
43. IALA Recommendation R-0128 (V-128). Operational and Technical Performance Requirements for VTS Equipment. Edition 5.0, December 2023. Saint-Germain-en-Laye: IALA, 2023. 156 p.
44. IALA Recommendation R-0103 (V-103). Standards for Training and Certification of VTS Personnel. Edition 4.0, March 2025. Saint-Germain-en-Laye: IALA, 2025. 78 p.
45. IALA Guideline G-1111. Preparing VTS Operational and Technical Requirements and System Design. Edition 3.0, June 2022. Saint-Germain-en-Laye: IALA, 2022. 64 p.
46. IALA Guideline G-1089. Provision of VTS in Accordance with IMO Resolution A.857(20). Edition 2.1, January 2023. Saint-Germain-en-Laye: IALA, 2023. 48 p.
47. IALA Guideline G-1166. VTS on Inland Waterways. Edition 1.2, September 2023. Saint-Germain-en-Laye: IALA, 2023. 52 p.
48. IALA Guideline G-1045. Training of VTS Operational Personnel - On-the-Job Training. Edition 2.0, May 2024. Saint-Germain-en-Laye: IALA, 2024. 36 p.
49. IALA Guideline G-1014. Accreditation of Training Organisations. Edition 1.3, November 2024. Saint-Germain-en-Laye: IALA, 2024. 28 p.
50. IALA VTS Manual. Comprehensive Manual on All Aspects of Vessel Traffic Services. Edition 7, 2021. Saint-Germain-en-Laye: IALA, 2021. 420 p.
51. IALA. World VTS Guide. Edition 2024/2025. Saint-Germain-en-Laye: IALA, 2024. 1,245 p. Available at: <https://www.iala-aism.org/product/world-vts-guide/>