

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

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра електронних комплексів судноводіння

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА

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

Лазоренко Ігор Євгенійович

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи: **Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «KARIN» за маршрутом Валсорден – Ла-Спеція**

Підпис магістранта _____

Завідувач кафедри _____

Керівник _____

Рецензент _____

Нормоконтроль _____

м. Одеса
2025 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут навігації
кафедра електронних комплексів судноводіння

спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Завідувач кафедри

" ____ " _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

по дипломній роботі магістранта

Лазоренко Ігор Євгенійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: **Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «KARIN» за маршрутом Валсорден – Ла-Спеція**
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;
 - Особливості судноводіння у льодовій обстановці;
 - 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. Особливості судноводіння у льодовій обстановці		
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.	Особливості судноводіння у льодовій обстановці	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 «KARIN» за маршрутом Валсорден (Нідерланди) – Ла-Спеція (Італія) з перевезенням вантажу кам'яного вугілля.

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.

В роботі детально розглянуто питання особливостей судноводіння у льодовій обстановці. Для вивчення проблеми було проведено аналіз основних літературних джерел та сучасних міжнародних стандартів, включаючи Полярний кодекс ІМО (2017) та вимоги STCW V/4. Досліджено методи льодової розвідки, використання супутникових систем моніторингу, процедури проходки суден криголами, а також сучасні технології забезпечення безпеки навігації у високих широтах.

Ключові слова: судноводіння, навігаційний перехід, кам'яне вугілля, планування рейсу, морехідні якості, льодова обстановка, Полярний кодекс ІМО, безпека мореплавства, економічні показники рейсу.

ANNOTATION

This thesis is dedicated to the comprehensive study and analysis of the navigational voyage stages of the vessel "KARIN" on the route Walsoorden – La Spezia carrying coal 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.

The work provides a detailed examination of navigation features in ice conditions. To study the problem, an analysis of primary literary sources and modern international standards was conducted, including the IMO Polar Code (2017) and STCW V/4 requirements. The research covers ice reconnaissance methods, satellite monitoring systems, icebreaker convoy procedures, and modern technologies for ensuring navigation safety in high latitudes.

Keywords: navigation, navigational voyage, coal cargo, voyage planning, seaworthiness qualities, ice conditions, IMO Polar Code, maritime safety, voyage economic indicators.

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 хитаєвиці (°)

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.....	15
1.4 Навігаційне обладнання.....	17
1.5 Забезпечення непотоплюваності.....	18
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ.....	19
2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу.....	19
2.2 Оцінка запланованого переходу.....	20
2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході.....	25
2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації.....	27
2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні...	29
2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання.....	39
2.3.1 Розрахунок ортодромії.....	39
2.3.2 Складання маршрутних листів.....	41
2.3.3 Графічний план переходу.....	41
2.3.4 Розрахунок природної освітленості.....	41
2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів.....	42

2.4 Висновки.....	44
РОЗДІЛ 3. ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ.....	45
3.1 Транспортні характеристики вантажів.....	45
3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та документальне оформлення морського перевезення.....	47
3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна.....	50
3.4 Складання вантажного плану.....	55
3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу.....	56
РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА.....	58
4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна.....	58
4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності.....	61
4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації.....	63
4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності.....	63
4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності.....	65
4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності.....	69
4.7 Контроль загальної поздовжньої міцності судна.....	69
Висновок.....	71
РОЗДІЛ 5. ОСОБЛИВОСТІ СУДНОВОДІННЯ У ЛЬОДОВІЙ ОБСТАНОВЦІ	72
5.1 Постановка проблеми в загальному вигляді.....	72
5.2 Аналіз міжнародно-правового регулювання	73
5.3 Вибір шляху при плаванні в льодах.....	80
5.4 Підготовка судна до плавання в льодах.....	86
5.5 Проводка суден криголами.....	88

5.6 Стоянка на якорі в льодових умовах.....	92
5.7 Висновки.....	100
РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ.....	102
6.1 Розрахунок кількісних показників роботи судна в рейсі	102
6.2 Розрахунок якісних показників роботи судна в рейсі.....	108
6.3 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу.....	110
РОЗДІЛ 7. ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ.....	113
7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту.....	113
7.1.1 Вихідні дані.....	113
7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території.....	113
7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат...	121
7.2 Розподіл обов'язків та відповідальності щодо забезпечення охорони судна.....	122
ВИСНОВКИ.....	125
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	127
ДОДАТОК А.....	132
ДОДАТОК Б.....	133

ВСТУП

Однією з найважливіших та найскладніших проблем сучасного мореплавства є забезпечення безпеки судноводіння у льодових умовах. Навігація у високих широтах представляє собою унікальний комплекс викликів: екстремальні метеорологічні умови з туманами до 40% днів у літній період, обмежена видимість 20-25% навігаційного сезону, полярна ніч тривалістю до 6 місяців, геомагнітні бурі 50-100 днів на рік, що створюють перешкоди для навігаційних систем, недостатня гідрографічна вивченість (50% арктичних та 65% антарктичних вод не мають детальних батиметричних карт), а також постійна загроза зіткнення з айсбергами та льодовими полями.

Впровадження Міжнародного кодексу для суден, що експлуатуються в полярних водах (Полярний кодекс ІМО) у 2017 році та обов'язкових вимог STCW V/4 до підготовки екіпажів з 2018 року стало переломним моментом у регулюванні полярного судноплавства, але практичне застосування цих вимог, використання сучасних технологій льодової розвідки, координація з криголамами та розробка оптимальних процедур навігації у льодах потребують глибокого наукового опрацювання та систематизації практичного досвіду.

Статистика свідчить про зростаючу актуальність проблеми: у 2024 році через полярні води пройшло понад 2000 суден різних типів, вантажообіг через арктичні маршрути перевищив 40 мільйонів тонн, а кількість круїзних суден в Антарктиці досягла 80 з понад 75 000 туристів на сезон. Прогнозні моделі передбачають можливість цілорічної навігації у Арктиці до 2065 року, що підкреслює необхідність системного дослідження особливостей судноводіння у льодовій обстановці.

Тому комплексне опрацювання та дослідження етапів навігаційного переходу з детальним аналізом особливостей судноводіння у льодовій обстановці, чому присвячена дана робота, є актуальним науково-практичним

напрямом, що має важливе значення для підвищення безпеки полярного мореплавства та розвитку морських транспортних коридорів у високих широтах.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

1.	Назва судна:	KARIN
2.	Тип судна:	Суховантажне
3.	Позивний сигнал судна:	V2RF8
4.	MMSI №:	305175000
5.	Рік і місце будівництва	2008, Кампен, Нідерланди.
6.	Клас реєстру:	+100 A1, LMC, UMS, Finnish /
7.	Порт приписки:	MALTA
8.	Судновласник:	GLOBAL COMPANY
9.	Довжина найбільша,(L):	118.90 м
10.	Довжина між перпендикулярами, (L _{⊥⊥}): (м):	110.64 м
11.	Ширина найбільша,(B):	13.35 м
12.	Висота борту до верхньої палуби, (H):	9.10 м
13.	Найбільше осідання(T):	6.219 м
14.	Осадка (Тл) в повному вантажу і порожньому:	6.09 м 3.1 м
15.	Водотоннажність: в повному вантажу Δ: порожньому Δ ₀ :	8267.2 т 1689.7 т
16.	Повна вантажопідйомність Δw:	6577.5 т
17.	Головний двигун, тип: потужність: частота обертання:	WARTSILA 6L26A2 Maximum Power: 2040 kW

Продовження табл. 1.1

18.	Режим роботи головного двигуна:	Manoeuv ering	RPM /Pitc	Speed (knots)	
				Loaded	Ballast
		FSAhead	91	12	13
		FAhead	75	10.5	11
		HAhead	62	9	10
		S Ahead	48	5	6
		DSAhead	34	2	3
		DSAstern	30	1	1
		SAstern	40	3	4
		HAstern	47	5	5.5
		FAstern	64	6.5	7.5
19.	Швидкість судна:	в вантажу: 12 вуз. в баласті: 13 вуз.			
20.	Гребний гвинт, кількість лопастей, діаметр та крок гвинта, дискове відношення.	гвинт з регулюємим кроком. Right handed, 4 blades diam 2.95 m,			
21.	Тип руля и площа його пера:	Marine Type / balanced 7.42 м ²			
22.	Тип стернової машини: підрулюючий пристрій:	Van Der Velden; Тип – електрогідравлічна, плунжерного типу, BST 074;			
23.	Суднова радіостанція: Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району А3 та включає в себе:	INMARSAT-C TT 30000 C / INMARSAT-A Jue45 / VHF (2 sets) – SAILOR RT2048 + DSC RM2042 / RE2100 + DSC RM2150 + DSC2151 EPIRB – Mc Murdo / SART (2 pcs) – Mc Murdo			
24.	Валова реєстрова місткість	4106			
25.	Чиста реєстрова місткість	1747			
26.	Добова витрата палива: на ходу: Важке паливо (HFO) на стоянці: Дизельне паливо	HFO: 9.7 т. DO: 0,2 т DO:0.4 т			
27.	Координати центру мас порожнього судна:	X ₀ = 50.26 м Z ₀ = 5.47 м			

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна

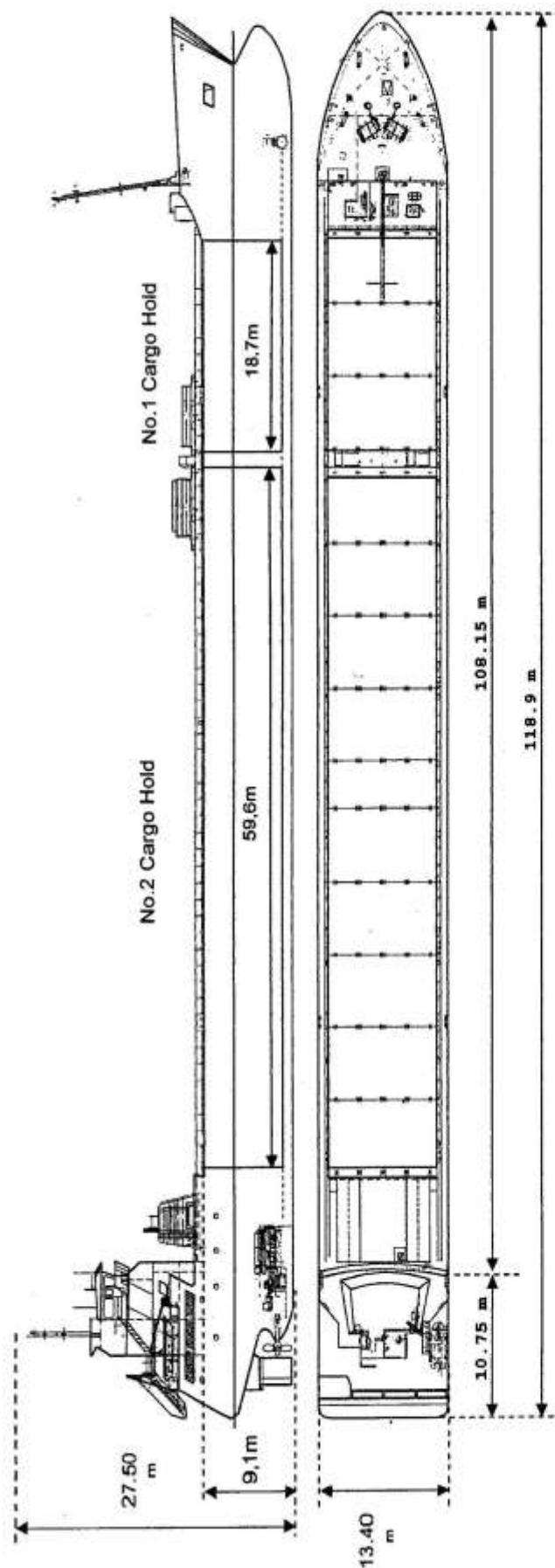
Схематичне креслення бокового виду судна з розташуванням приміщень для вантажу і запасів зображене на рис. 1.1.

Дані по вантажним приміщенням приведені в таблиці 1.2.

Вантажна шкала наведена у вигляді рис. 1.2.

Таблиця 1.2 – Характеристики вантажних приміщень

№	Найменування вантажного приміщення	Шпангоути	Місткість кіпова, м ³	Відстань ц.т.*		Площа, м ²
				X, м	Z, м	
1	Трюм №1	115-142	1885.0	86.7	4.5	209.44
2	Трюм №2	27-112	6007.7	46.2	4.5	667.52
Розбиття на частини Трюму №2 у разі використання рухомої переборки						
3	Позиція переборки №2	27-44	1199.5	22.3	4.5	133.28
		44-112	4808.2	52.1	4.5	534.24
5	Позиція переборки №3	27-54	1864.8	25.6	4.5	207.20
		54-112	4142.9	55.4	4.5	460.32
6	Позиція переборки №4	27-72	3124.8	31.9	4.5	347.20
		72-112	2882.9	61.7	4.5	320.32
7	Позиція переборки №5	27-86	4112.6	36.8	4.5	456.96
		86-112	1895.1	66.6	4.5	210.56
8	Позиція переборки №6	27-97	4919.0	40.8	4.5	546.56
		97-112	1088.7	70.6	4.5	120.96
9	Позиція переборки №7	27-102	5241.6	42.4	4.5	582.40
		102-112	766.1	72.2	4.5	85.12
	Всього в трюмах		7892.7			876.96



Cargo Holds		2 Holds with 13 Hatches
Hold No.		Hold's capacities
No. 1	1885 m ³ (66568cubft)	
No. 2	6007 m ³ (212135cubft)	
Total	7892 m ³ (278703cubft)	

Max. Stores	
Heavy Fuel Oil	333 cub.m.
Diesel Oil	37 cub.m.
Water Ballast	2378 cub.m.
Fresh Water	42 cub.m.
Total	2790 cub.m.

Freeboard	Draught	Displacement	Deadweight
Tropical	2.60 m	8456.0 t	6774.2 t
Summer	2.73 m	8267.2 t	6585.4 t
Winter	2.86 m	8079.0 t	6397.2 t

LOA..... 118,90 m
LBP..... 110,64 m
Breadth..... 13,35 m
Depth..... 9,10 m
Draught Sum. (max.)..... 6,09 m
Distance keel to main mast top..... 54,90 m
Distance keel to top of hatches..... 10,13 m
GT..... 4106
NT..... 1747

GRAINBULKHEAD POSITIONS	
Cargo Hold No. 2	
Position no. [-]	Distance LCG grainbulkhead from A.P.P. [m]
1	16.376
2	28.28
3	34.86
4	47.4
5	57.2
6	65.2
7	68.4
8	75.924

Remarks:
Position no.1 and no.8 - Storage positions
Maximum stack tanktop 15,0mt/m2
Maximum stack hatch cover 1,6mt/m2

Hold 1: L=18,7mtrs/B=11,2mtrs/H=9,0mtrs/V=1885m3
Hold 2: L=59,6mtrs/B=11,2mtrs/H=9,0mtrs/V=6007m3

GRAINBULKHEAD POSITIONS, Cargo Hold No. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
1205 m ³	663 m ³	1264 m ³	988 m ³	806 m ³	323 m ³	758 m ³	
11.95	6.58	12.54	9.8	8.00	3.2	7.52	
11.2m							

Pos.blkh	L2	V2	L3	V3
1	59,59	6007	0	0
2	47,64	4802	11,95	1205
3	41,06	4139	18,53	1868
4	28,52	2875	31,07	3132
5	18,72	1887	40,87	4120
6	10,72	1081	48,87	4926
7	7,52	758	52,07	5249
8	0	0	59,59	6007

Рисунок 1.1 – Схематичне креслення судна

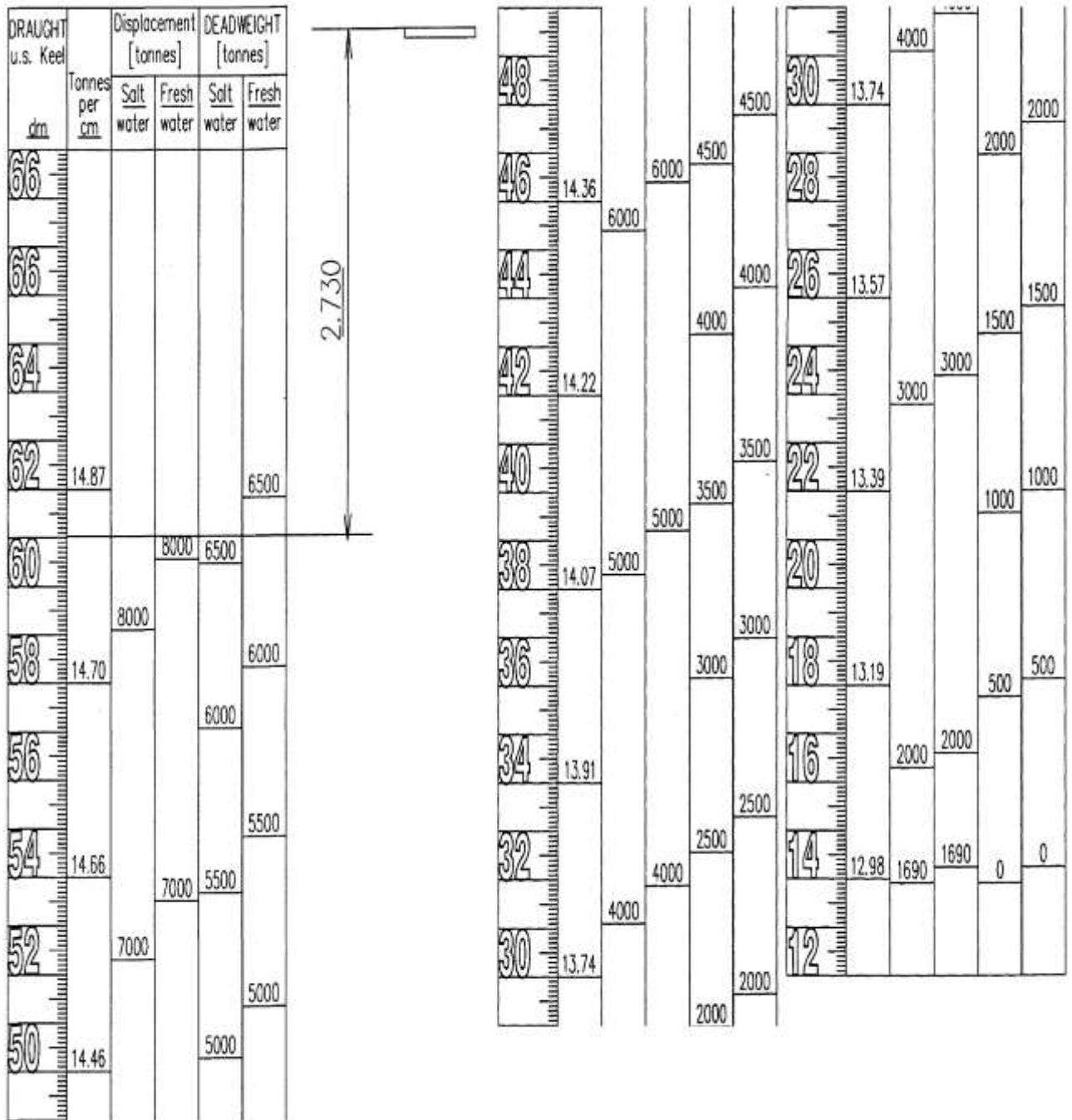


Рисунок 1.2 – Вантажна шкала судна

1.3 Маневрені характеристики

Дані о маневрених характеристиках, якірний ланцюг, роботу рульового пристрою, збільшення осідання, діаметри повороту, гальмівні характеристики наведено у вигляді рис. 1.3.

WHEELHOUSE POSTER

according to IMO Res. A. 801 (18) and USCG reg. 164.38 (g)

Ship's name

Call sign

Prepared by: BELKONED MARINE SERVICE s.v.

Date : March 5th, 2008

SHIP'S PARTICULARS

Gross tonnage	4106
Net tonnage	1747
Displacement, maximum	8279 t
Deadweight, maximum	6571 t
Block coefficient	
at summer full load draught	0.90

The response of this ship may be different from this record if any of the following conditions upon which this information is based are varied:

1. Calm weather, calm sea,
2. No current,
3. Deep water,
4. Clean hull and
5. Intermediate drafts or unusual trim.

STEERING PARTICULARS

Type of rudder(s)	Flap / 1
Maximum rudder angle (at low speed)	45 dg
Time hand-over to hand over with one power unit	38 s
Time hand-over to hand over with two power units	19 s
Minimum speed to maintain course, propeller stopped	3 kn
Rudder angle for neutral effect	- dg

ANCHOR CHAIN

	Number of shackles	Max. rate of heaving (min/shackle)
Port	7	
Starboard	5	
Stem		
1 shackle = 27.5 metre = 15 fathoms		

DRAUGHTS AT WHICH THE MANOEUVRING DATA WERE OBTAINED

	loaded	ballast
	estimated	trial
forward	6.01 m	1.80 m
aft	6.17 m	2.80 m

PROPULSION PARTICULARS

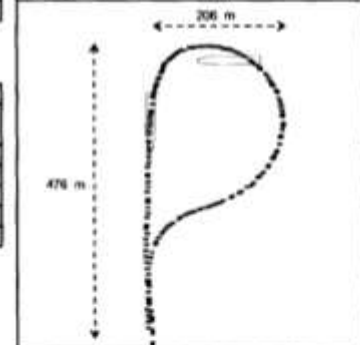
Type of engine	Wartsila 6L26				2040 kW
Type of propeller	Wartsila / 1				c.c.w.
Engine order	Pitch	Speed	Eng.order	Pitch	
AHEAD	setting	loaded	ballast	ASTERN	setting
Full sea speed					
Full	10	12	13	Full	10
Half	7	9	10	Half	7
Slow	4	5	6	Slow	4
Dead slow	2	2	3	Dead slow	2
Critical revolutions					rpm
Minimum pitch	1				2 kn
Time limit astern					15 sec.
Time limit at minimum revolutions					min
Emergency full ahead to full astern					30 sec.
Stop to full astern					15 sec.
Astern power					80% ahead
Max. number of consecutive starts					

THRUSTER EFFECT AT TRIAL CONDITIONS

Thruster	kW	Time delay for full thrust	Turning rate at zero speed	Time delay to reverse full thrust	Not effective above speed
Bow	280	90 s	40 ° / min	180 sec	5 kts
Stem		s	° / min	sec	kts
Combined		s	° / min	sec	kts

MAN OVERBOARD RESCUE MANOEUVRE

- Sequence of actions to be taken:
- to cast a lifebuoy
 - to give the helm order
 - to sound the alarm
 - to keep the look-out



Time 20° course change	26 s
Time 90° course change	136 s
Time to return to opposite course	212 s
Time to return to initial position	282 s

TURNING CIRCLES AT MAXIMUM RUDDER ANGLE

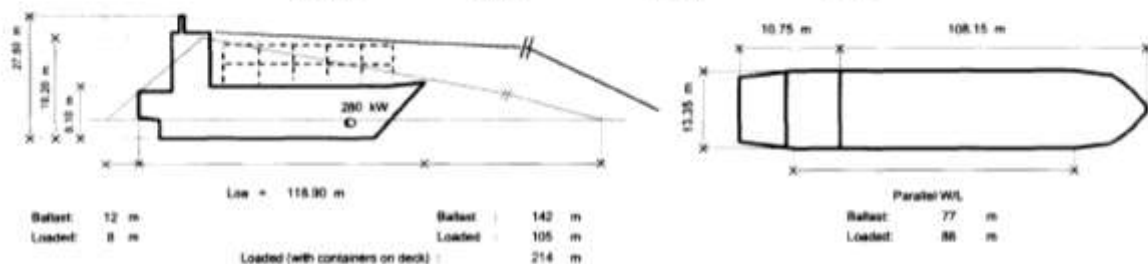
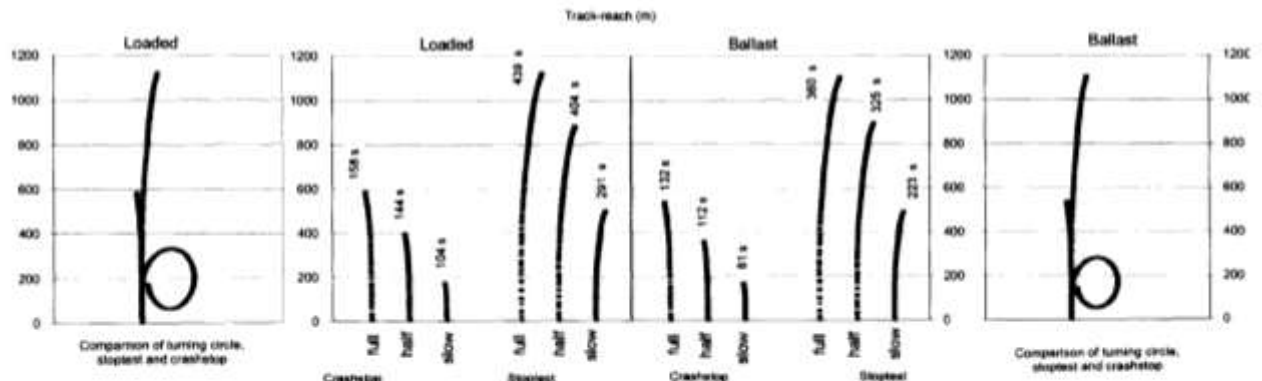
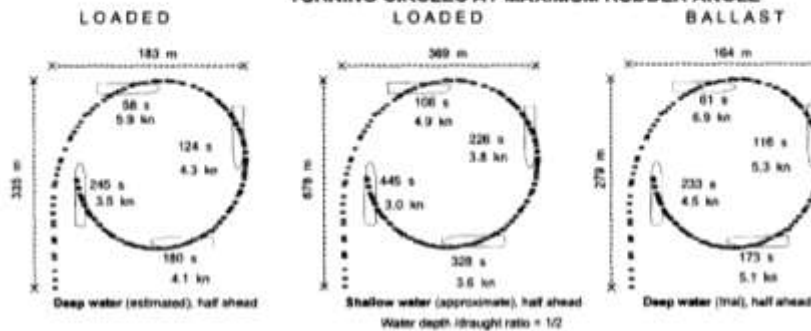


Рисунок 1.3 – Маневрені характеристики

1.4 Навігаційне обладнання

Дані про всі ТЗН (технічні засоби навігації) судна та точнісні характеристики ТЗН приведені у вигляді табл. 1.3 та 1.4.

Таблиця 1.3 – Технічні засоби навігації

Прилад	Тип, марка
Магнітний компас (МК)	Anschutz
Гірокомпас (ГК)	Tockimes, ES-160
Радар (САРП)	Furuno FAR-2117
Ехолот	Furuno FE-700
Лаг	Furuno DS-80
СНС	Furuno GP-150
АІС	Furuno FA-150

Таблиця 1.4 – Точнісні характеристики ТЗН на судні

Тип і марка приладу	Навігаційні параметри	СКП одного вимірювання
Anschutz	магнітний пеленг	1.5°
Tockimes, ES-160	курс	0.2°
Furuno FAR-2117	радіопеленг	1.0°
	відстань	1% від D
Furuno FE-700	глибина	0.1м
Furuno DS-80	швидкість	0.1вуз
Furuno GP-150		30 м

1.5 Забезпечення непотоплюваності

Для будь-якого судна можна вибудувати пріоритетний ряд небезпек, окремі елементи якого можуть мінятися місцями залежно від ступеня завантаження і характеру вантажу.

Основними конструктивними особливостями корпусу, забезпечуючими непотоплюваність, є наявність подвійного борту і подвійного дна, що забезпечує плавучість судна при затопленні двох суміжних відсіків.

Баластна система призначена для:

Заповнення і спустошення всіх баластних танків;

Компенсації крену і диференту при завантаженні і вивантаженні судна.

Система оснащена:

Два електричних насоса, встановлені у машинному відділенні, продуктивністю 76 та 78 м³/годину кожен і забезпечують тиск 2,2 і 4,5 кг/см² при роботі одного та двох насосів відповідно;

Є дві основні баластні лінії з відгалуженням труб до танків, а також окремий трубопровід в МВ для обслуговування ахтерпиків.

Клапана баластної системи контролюються дистанційно з машинного відділення.

Час повної відкатки баласту – 11 годин.

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" [2];
- Конвенція та кодекс з підготовки і дипломування моряків та несення вахти (STCW-78 з поправками), Розділ VIII [3];
- Резолюція ІМО А.893 (21) – "Керівництво по плануванню рейсу" [4];
- Рекомендації по організації штурманської служби на морських судах України – 1998 р. [5];
- Bridge Procedures Guide, 5th Edition, 2016 [6];
- Bridge Team Management, 2nd Edition, 2004 [7].

Існують чотири стадії планування безпечного переходу:

I. Appraisal (Оцінка).

II. Planning (Планування).

III. Execution (Виконання).

IV. Monitoring (Контроль).

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

2.2 Оцінка запланованого переходу

Оцінка - процес збору разом всієї інформації, доречної до розглянутого переходу. Збір інформації буде зв'язан з навігаційною інформацією зазначеної на картах і в інших виданнях, таких як sailing directions, ALLFS, ALRS, tide tables, notices to Mariners, схеми систем поділу руху, і radio aids to navigation

Посилання повинні також бути зроблені до кліматичних даних і іншої відповідної метеорологічної інформації, що може мати відношення і придатність до використання в поточному переході, а також мати вплив на використання різних засобів забезпечення судоводіння, наприклад, у районах з обмеженою видимістю.

Повна оцінка майбутнього переходу повинна бути зроблена Капітаном, при участі Навігаційного Помічника й інших офіцерів палуби. Ця оцінка дозволить Капітану і палубним Офіцерам ясно і точно позначити всі небезпечні зони і зони, де безпечний прохід судна буде залежати, тільки якщо враховувати осадку судна і відстань від кіля до дна. Усі повинні знати і завжди враховувати стан судна, устаткування і пам'ятати про різні обставини, також усі повинні чітко усвідомлювати і розуміти межі безпеки в різних частинах переходу.

Для цього проводиться підбір навігаційних карт, посібників і публікацій на заданий перехід по Каталогі Адміралтейських карт і публікацій (Catalogue of Admiralty Charts and Publications [8]). Можливо використання Admiralty Digital Catalogue.

The Passage Plan CheckList повинний використовуватися і бути заповнений Навігаційним Помічником, щоб допомогти йому зібрати всю інформацію, необхідну для повної оцінки переходу та обставин, при яких це повинно бути зроблено. Необхідно також знати, що більш сучасна інформація, наприклад, навігаційні попередження, одержувані по радіо і метеорологічні прогнози, можуть бути отримані після початкової оцінки.

Оброблена інформація щодо необхідних карту та публікацій на перехід оформлена у вигляді табл.2.1 та 2.2.

Таблиця 2.1 – Перелік карт на перехід

Тип карти	Cell No.	Назва карти	Масштаб 1:
1	2	3	3
паперова	2	British Isles	1 500 000
паперова	20	Ile d'Ouessant to Pointe de la Coubre	500 000
паперова	20	Clarence Strait	50 000
паперова	87	Cabo Finisterre to the Strait of Gibraltar	1 000 000
паперова	89	Cabo de Sao Vicente to Faro	175 000
паперова	91	Cabo de Sao Vicente to the Strait of Gibraltar	375 000
паперова	93	Cabo de Santa Maria to Cabo Trafalgar	175 000
паперова	110	Westkapelle to Stellendam and Maasvlakte	75 000
паперова	118	Ports in the Gulf of Genoa	50 000
паперова	118	Approaches to King George Sound	75 000
паперова	139	Valkenisse to Antwerp	40 000
паперова	142	Strait of Gibraltar	100 000
паперова	165	Menorca to Sicilia including Malta	1 100 000
паперова	323	Dover Strait Eastern Part	75 000
паперова	442	Lizard Point to Berry Head	150 000
паперова	536	Beachy Head to Dungeness	75 000
паперова	773	Strait of Gibraltar to Isla de Alboran	300 000
паперова	774	Motril to Cartagena including Isla de Alboran	300 000
паперова	807	Guernsey and Herm	25 000
паперова	1249	Dalian Wan to Qinhuangdao Gang	300 000
паперова	1250	Miadao Qundao to Tianjin Xingang	300 000
паперова	1254	Qingdao to Chengshan Jiao	300 000

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4
паперова	1255	Chengshan Jiao to Laotieshan Xijiao	300 000
паперова	1256	Bo Hai and Northern Part of the Yellow Sea	900 000
паперова	808	East Guernsey- Herm and Sark	25 000
паперова	1104	Bay of Biscay	1 000 000
паперова	1106	Approaches to Cherbourg	50 000
паперова	1111	Punta de la Estaca de Bares to Cabo Finisterre	200 000
паперова	1351	Approaches to Calais	15 000
паперова	1406	Dover and Calais to Orford Ness and Scheveningen	250 000
паперова	1448	Gibraltar Bay	30 000
паперова	1610	Approaches to the Thames Estuary	150 000
паперова	1630	West Hinder & Outer Gabbard to Vlissingen & Scheveningen	150 000
паперова	1700	Cartagena to Cabo de San Antonio including Isla Formentera	300 000
паперова	1702	Ibiza- Formentera and Southern Mallorca	300 000
паперова	1703	Mallorca and Menorca	300 000
паперова	1780	Barcelona to Napoli including Islas Baleares Corse and Sardegna	1 100 000
паперова	1872	Dunkerque to Vlissingen	100 000
паперова	1873	Dunkerque to Oostende	60 000
паперова	1874	Westerschelde, Oostende to Westkapelle	60 000
паперова	1892	Dover Strait Western Part	75 000
паперова	1909	Ile Plane to Cherchell	300 000
паперова	1910	Cherchell to Bejaia	300 000
паперова	1974	Toulon to San Remo including Northern Corse	300 000
паперова	1999	Livorno to Civitavecchia	300 000

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4
паперова	2135	Pointe De Barfleur to Pointe De La Percee	48 000
паперова	2437	Ras Tarf to Oran	300 000
паперова	2449	Dover Strait to Westerschelde	150 000
паперова	2450	Anvil Point to Beachy Head	150 000
паперова	2451	Newhaven to Dover and Cap d'Antifer to Cap Gris-Nez	150 000
паперова	2613	Cap de la Hague to Fecamp	154 200
паперова	2643	Ile d'Ouessant to Pointe de Penmarc'h	200 000
паперова	2655	English ChannelWestern Entrance	325 000
паперова	2656	English ChannelCentral Part	325 000
паперова	2669	Channel Islands and Adjacent Coast of France	150 000
паперова	2675	English Channel	500 000
паперова	2655	English ChannelWestern Entrance	325 000
паперова	2717	Strait of Gibraltar to Barcelona and Alger including Islas Baleares	1 100 000
паперова	2761	Menorca	60 000
паперова	2831	Punta Salinas to Cabo de Formentor including Canal de Menorca	120 000
паперова	3132	Strait of Gibraltar to Arquipelago da Madeira	1 250 000
паперова	3578	Eastern Approaches to the Strait of Gibraltar	150 000
паперова	3633	Islas Sisargas to Montedor	200 000
паперова	3634	Montedor to Cabo Mondego	200 000
паперова	3635	Cabo Mondego to Cabo Espichel	200 000
паперова	3636	Cabo Espichel to Cabo de Sao Vicente	200 000
паперова	3653	Guernsey to Alderney and Adjacent Coast of France	50 000
паперова	3654	Guernsey Herm and Sark	50 000

Таблиця 2.2 – Перелік публікацій на перехід

Номер	Назва посібника
202	Admiralty Tide Tables Vol. 2- North Atlantic Ocean and Arctic Regions
208	Admiralty Tide Tables Vol. 8 – South East Atlantic Ocean? West Africa And Mediterranean
55	North Sea (East) Pilot
28	Dover Strait Pilot
27	Channel Pilot
22	Bay of Biscay Pilot
67	Spain & Portugal, West Coast of, Pilot
45	Mediterranean Pilot, Vol. 1
46	Mediterranean Pilot, Vol. 2
74	Volume A Great Britain and Northern Ireland
75	Volume B North Sea and Southern Coast of Norway
77	Volume D South Europe – Atlantic Coast and Africa
78	Volume E Mediterranean, Black and Red Seas
281(1)	Volume 1- Part 1, Maritime Radio Stations: Europe, Africa and Asia (excluding the Far East)
282	Radio Aids to Navigation, Satellite Navigation Systems, Legal Time
283(1)	Volume 3- Part 1, Maritime Safety Information Services: Europe, Africa and Asia (excluding the Far East)
284	Volume 4 – List of Meteorological Observation Stations
285	Volume 5 – GMDSS
286(1)	Volume 6- Part 1, Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations: United Kingdom and Ireland (including European Channel Ports)
286(2)	Volume 6- Part 2, Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations: Europe (excluding UK, Ireland, Channel Ports and Mediterranean)
286(3)	Volume 6- Part 3, Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations: Mediterranean and Africa (including Persian Gulf)

2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

Інформація з безпеки на морі включає навігаційні і метеорологічні попередження, метеорологічні прогнози та інші термінові повідомлення, що відносяться до безпеки. Ця інформація є життєво важливою для всіх суден, тому вона є обов'язковою для прийому на всіх суднах не залежачи від району плавання.

У даному підрозділі наведемо аналіз, опис та систематизуємо навігаційну інформацію, що передається за допомогою GMDSS та факсимільних гідрометеорологічних карт.

За допомогою ALRS 283 [9] вибираємо інформацію, що вимагається для отримання факсимільних карт погоди по маршруту переходу та зводимо їх в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

№	Радіостанція	Позначення та межі карти	Зміст передачі	Час передачі
1	Nothwood	A 1:5 000 000 54°N 82°W 26°N 45°W 54°N 51°E 28°N 12°E	Surface Analysis Significant Wind Areas T+24	0400(00) 0900(06) 1200(06) 1500(12) 1800(12) 0748(00) 2112(12)
2	Olympia	A 1:5 000 000 49°N 23°W 45°N 42°E 23°N 7°E 21°N 35°E	Surface Analysis 24 hour surface prognosis 48 hour surface prognosis	0845(06) 0857(06) 0909(06)

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

Таблиця 2.4 - Райони NAVAREA, станції NAVTEX на переході

№	Ділянка переходу	Район NAVAREA	Станції NAVTEX	Координатор NAVAREA
1	English Channel	I	Oostende [T] [M] Niton [E] [K] Corsen [A] [E]	United Kingdom
2	Atlantic Ocean (Portugal Coast)	II	Coruna [D] [W] Monsanto [R] Tarifa [G]	France
3	Mediterranean Sea	III	Valencia [X] La Garde Tarifa [W] Roma [R]	Spain

За допомогою посібника ALRS 286 [11] визначають наявність по маршруту контрольних постів, районів, де здійснюється управління рухом суден постами СУРС (Reporting Areas), вирішують питання про зв'язок з контрольними станціями і постами - терміни, форми і способи подачі інформації. З'ясовують деталі зв'язку з лоцманськими станціями і операторами терміналів в портах. Отримані відомості зводимо в таблиці.

Таблиця 2.5 – Зв'язок на переході

№	Станція	Спосіб зв'язку	Канали, частоти	Замітки
1	2	3	4	5
1	Antwerpen Calling & Safety VTS Pilots	VHF	74 18 61	Call: Antwerpen Havendiest Call sign, name of ship, IMO number, Next port of Call

Продовження табл. 2.5

1	2	3	4	5
2	Dover Coast Guard	VHF	11	Call sign, name of ship, IMO number, Last/Next Port of Call, Cargo
3	Jobourg Traffic	VHF	13	Call sign, name of ship, IMO number, Last/Next Port of Call, Cargo
4	Ushant Traffic	VHF	13	Call sign, name of ship, IMO number, Last/Next Port of Call, Cargo
5	Finistere Traffic	VHF	11	Call sign, name of ship, IMO number, Last/Next Port of Call, Cargo

На підставі виконаного аналізу навігаційної інформації можна зробити висновок про достатність інформаційного забезпечення і безпечного плавання на переході.

2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

У даному підрозділі проведемо аналіз гідрометеорологічних умов по маршруту плавання. Для цього використаємо середні багаторічні дані, які наведені в Атласах океанів, кліматологічних, гідрографічних і океанографічних

посібниках, Pilot Chart (Інтернет-сайт www.passageweather.com). Для опису гідрометеорологічних умов перехід розб'ємо на ділянки.

Характеристика погодних умов, очікуємих на переході, яка включає атмосферний тиск, повторюваність напрямків вітру у відсотках, повторюваність різних швидкостей вітру, повторюваність штилів наведена у табл.2.6 та 2.7.

Таблиця 2.6 - Гідрометеорологічні умови плавання.

Метеорологічні елементи		Протока Дувр та Англійський канал	Атлантичний Океан.	Гібралтарська протока	Середземне море
1		2	3	4	5
Повторюваність вітру	N	5	10	4	9
	NE	4	7	9	4
	E	12	7	18	5
	SE	11	14	2	7
	S	31	18	3	11
	SW	15	21	16	19
	W	13	12	27	22
	NW	9	10	13	11
	Штиль	рідко	1	8	12
Середня швидкість вітру, вуз		13	11	9	7
Кількість днів з туманом		5	3	рідко	рідко
Кількість днів з грозою		рідко	1	2	2
Кількість штормових днів		5	1	1	3
Кількість хмарних днів		7	5	6	5
Кількість ясних днів		5	9	7	18

Продовження табл. 2.6

1	2	3	4	5
Середня кількість осадків, мм	77	100	114	83
Кількість днів з осадками	12	16	8	8
Середній тиск	1014	1015	1018	1016
Середня хмарність, бали	6	6	6	5
Середня макс. то повітря, °С	10	11	19	20
Середня мін. то повітря, °С	6	7	14	13
Відносна вологість повітря, %	85	85	81	81

Таблиця 2.7 – Повторюваність хвилювання

Напрямок хвилювання	Висота хвиль, м									
	Вітрове хвилювання						Зиб			
	< 0.9	0.9 – 1.5	1.5 – 2.4	2.4 – 3.7	> 3.7	немає	0.3 – 1.8	1.8 – 3.7	> 3.7	немає
N	3	4	5	3	4	6	3	4	2	30
NW	6	2	1	2	1		1	0	1	
W	10	6	3	2	1		5	2	1	
SW	15	8	4	3	2		11	3	1	
S	10	3	5	2	2		4	2	1	

2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні

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

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

Плавучі ЗНЗ не можуть служити об'єктами для точного визначення місця судна. Однак їхнє розміщення безпосередньо біля небезпек грають не менш важливу роль у забезпеченні безпеки прибережного плавання, а часом більш коштовну, чим стаціонарні ЗНЗ.

Чим раніше судноводій пізнає елементи берега, тим раніше він зможе зорієнтуватися і виправити помилки. Велику допомогу в такій обстановці можуть зробити лоція і карти.

Уважне вивчення карт і посібників для плавання дозволить виявити найбільше безпечні ділянки узбережжя, чисті від підводних небезпек. При відсутності в лоції спеціальних указівок про вибір курсів і швидкості в даному районі вибирають ту ділянку узбережжя, де є характерний, далеко видимий орієнтир, який неможна поплутати з іншим, навіть на екрані РЛС. У цьому випадку курс прокладають прямо на цей орієнтир і по можливості перпендикулярно до ізобат. При змушеному плаванні уздовж берега без надійних обсервацій варто обирати курси, що розходяться з небезпечними ізобатами, але не рівнобіжні їм. У всіх випадках варто уникати проходів у безпосередній близькості від навігаційних небезпек, наприклад між банкою і берегом чи між банками, тощо. Не рекомендується також «зрізати кути», тому що подібний виграш у відстані відводить судно від рекомендованих курсів і істотно знижує безпеку плавання.

Впізнавши берег і «прив'язавшись» до нього, судно далі якийсь час робить прибережне плавання у видимості берегів. Під виразом «плавання у видимості берегів» розуміється плавання в районі моря, вилученому від берегів на таку відстань, при якому можливо робити звичайні візуальні чи радіолокаційні

обсервації. При такому плаванні судоводію необхідні карти, що найбільше докладно відбивають усі деталі морської обстановки, що мають навігаційне значення. Останнє можливо тільки на великомасштабних (шляхових або часткових) НМК. Тому в прибережному плаванні прокладку ведуть на шляхових НМК масштабу 1:100000—1:250000, а в районах складних у навігаційному відношенні — на часток НМК масштабу 1:50000.

Однак одного нанесення на карту шляху судна недостатньо: плавання судна необхідно погоджувати з рельєфом дна, видимими берегами, попереджувальними знаками, тощо. Більш того, в обстановці прибережного плавання по карті потрібно вивчити поступово відкриваючийся береги і водянні простори, щоб завчасно обрати об'єкти для визначення місця і заздалегідь знати, де і як треба змінювати курси для того, щоб безпечно стежити далі.

Крім НМК із нанесеними на них примітними місцями і попереджувальними знаками, судоводій повинен мати лоцію, де наведений докладний опис видимих їм берегів, водяних просторів, а також всіх інших елементів морської обстановки. Там же наведені вказівки, як потрібно направити судно і як треба розташовувати його курси, щоб щонайкраще минати всі підводні небезпеки .

Течії в прибережному плаванні представляють значну перешкоду. Тут дуже рідко можна зустріти правильні течії з постійним напрямком і швидкістю. Навпроти, здебільшого прибережні течії носять дуже неправильний і непостійний характер, тому що конфігурація берегів, глибини і нерівності морського дна дуже впливають на мінливість їхніх елементів.

Крім вітрів, що є основною причиною течій у відкритому морі, у прибережних районах течії виникають через нагонні явища, виноси великих рік, припливи і ін. Приливні течії, мало помітні у відкритому морі, у берегів виражені більш різко; їхні швидкості часто досягають 5—6 вузл. , а в окремих місцях — 10—12 вузл. і більш.

Вітер і хвилювання утрудняють навігаційні спостереження в прибережному плаванні. Так, хвиля, що йде з боку відкритого моря, викликає відчутну хитавицю судна, а більшість навігаційних способів визначення місця припускає узяття відліку в момент перебування судна на рівному килі. Крім того, вітер і хвилювання збільшують різкі короточасні відхилення судна від заданого курсу, що також негативно позначається на точності традиційних методів зчислення шляху і визначення місця судна. У той же час близькість навігаційних небезпек жадає від судноводія виключення істотних відхилень від обумовлених фарватерами курсів. У цьому зв'язку в прибережному плаванні застосовуються звичайно інші, чим у відкритому морі, способи визначення місця, що не повинні бути трудомісткими, час, потрібний на вимір навігаційних параметрів, їхню обробку і нанесення місця на карту не повинен займати в середньому більш 3—5 хв. Частота визначення місця залежить від відстаней до навігаційних перешкод, їх положення щодо лінії шляху судна, його швидкості, точності обсервацій і зчислення. Місце судна в подібних обставинах визначають через кожні 20—30 хвилин; якщо ж узбережжя слабо обгороджене навігаційними знаками і місце приходить визначати головним чином по зрізах мисів і іншим природним орієнтирам, щоб не втратити орієнтування і не помилитися при упізнанні орієнтирів, обсервації потрібно робити частіше — через 15—20 хв.

При всьому цьому потрібно постійне спостереження за навколишнім оточенням і порівняння її з описами у відповідних посібниках для плавання.

Вночі в похмуру погоду багато з примітних пунктів і попереджувальних знаків не видні, чи видні настільки погано, що користатися ними для орієнтування на місцевості важко, а часом просто неможливо. Таким чином, у подібних умовах, судноводію приходить вживати додаткових заходів обережності, що вдень були б зайві.

Туман, зрозуміло, ще більше утрудняє прибережне судноводіння, вимагаючи надзвичайної уважності, передбачливості і старанності у всіх діях, що стосується

плавання судна. При погіршенні видимості варто зменшити швидкість судна до безпечної, частіше визначати його місце, включити РЛС, підготувати звукові засоби сигналізації.

У таких випадках особливу важливість здобувають найбільш докладні НМК і по можливості більш повні описи водяних районів, морської обстановки в них і вказівок для плавання.

Складність прибережного плавання в мрячну погоду викликає необхідність в організації й установці в найбільш відповідальних і небезпечних місцях берегової мрячної сигналізації. Судноводій повинен уважно стежити за такими мрячними сигналами, швидко і безпомилково розпізнавати їх. Під час тумана він повинний максимально використовувати всі наявні в його розпорядженні РТЗ, вести безупинний радіолокаційний огляд, уважно стежити за змінами навколишнього середовища. Так, наприклад, зміна хвилі з навітряного берега означає, що судно зайшло під прикриття берега; збільшення хвилі — судно вийшло з-під такого прикриття, а при плаванні уздовж ланцюжка островів — судно проходить протоку.

Таблиця 2.8 – Засоби навігаційного забезпечення

№	Назва	Координати		Характеристики	Видимість
		Шир.	Дов.		
1	2	3	4	5	6
1.	Hoedekenskerke	51°25.1N	003°54.9E	R Oc 9s	5
2.	Light	51°20.5N	003°49.7E	R F	4
3.	Schone Waardin	51°26.5N	003°37.9E	R Oc 9s	10
4.	WESTHINDER.MOW 7	51°23.3N	002°26.2E	Y Fl(4) 30s	12
5.	F 3 Lt F	51°23.8N	002°00.4E	Y Fl 10s	15

Продовження табл. 2.8

1	2	3	4	5	6
6.	SANDETTIE LT V	51°09.3N	001°47.1E	Y Fl 5s	22
7.	DUNGENESS	50°54.8N	000°58.5E	Yfl 10s	21
8.	LA JUMENT	48°25.3N	005°07.9W	RFl(3) 15s	28
9.	Light	43°03.2N	009°17.8W	Yfl(2+1) 15s	24
10.	C.DE SAN VICENTE	37°01.3N	008°59.8W	Yfl 5s	32
11.	Light	35°47.7N	005°55.4W	Yfl(4) 20s	30
12.	S.VENERIO	44°01.5N	009°50.9E	Yfl 3s	25
13.	Torre Scuola	44°03.1N	009°51.5E	Y Fl (2) 6s	10

Наведемо опис портів заходу та відходу. Інформацію щодо портів знаходимо в посібнику [12].

Порт Вальсордин(Walsoorden) (51°23'N, 4°02'E) розташований на території Нідерландів у провінції Зеландія, в муніципалітеті Хулст, на південному березі річки Вестершельде (Західна Шельда). Порт знаходиться приблизно на відстані 22 км на південний захід від Берген-оп-Зом.

Підхід до порту розташований на фарватері річки Вестершельде, який є важливим судноплавним шляхом до портів Антверпена, Тернезена та Гента. Річка Вестершельде є естуарієм річки Шельда і характеризується складною гідрологічною обстановкою з сильними приливо-відливними течіями та звивистим фарватером.

Район порту Вальсордин відомий наявністю припливних плит (tidal flats) та мілін. У районі Вальсордина фарватер має особливо складну конфігурацію

через наявність вигину фарватеру (Bocht van Walsoorden). Приливо-відливні течії в цьому районі досягають значної швидкості і вимагають особливої уваги при навігації. Глибини на фарватері підтримуються регулярними днопоглиблювальними роботами.

Порт є відносно невеликим портом з обмеженою інфраструктурою. За даними портової статистики, порт має 1 причал і може приймати судна довжиною до 110 метрів. Основні типи суден, що заходять в порт: суховантажні судна (50% від загального трафіку), танкери та пасажирські судна.

Для проходження по фарватеру річки Вестершельде до порту Вальсордин рекомендується використання лоцманських послуг, особливо для суден з великою довжиною та осіданням. Фарватер контролюється системою VTS (Vessel Traffic Services) з декількома центрами управління рухом суден:

- Район гирла Вестершельде: канал VHF 14 (центр Влісінген)
- Район Тернезен до мілин Оссеніссе: канал VHF 3 (центр Тернезен)
- Район Хансверт: канал VHF 65 (центр Хансверт)
- Від Вальсордин до Антверпена: канал VHF 12 (центр Зандфліт)

Портові засоби. Порт має базову інфраструктуру для обслуговування невеликих та середніх суден. Наявні причальні споруди для швартування суден, що здійснюють регулярні рейси або перевозять генеральні вантажі.

Приливи. Порт Вальсордин є припливним портом, тому планування заходу та виходу суден повинно враховувати стан припливу. Припливо-відливні коливання рівня води значно впливають на навігаційні умови в районі порту.

Портові правила. Судна, що прямують до порту Вальсордин, повинні дотримуватися правил судноплавства по річці Вестершельде, включаючи

обов'язкове повідомлення про прихід та дотримання встановлених VTS процедур. Рекомендується повідомляти агента або портову адміністрацію про передбачуваний час прибуття заздалегідь.

1. Список екіпажу
2. Список пасажирів, якщо є пасажирів на борту
3. Список особистих речей екіпажу
4. Записка рейсу (список портів заходу)
5. Реєстрові документи судна
6. Міжнародне мірільне свідоцтво
7. Документи всіх офіцерів і паспорти екіпажу



Рисунок 2.1 – План порту Walsoorden

Порт Ла Спеція(44° 07.0' N; 009° 50.0' E)

Розташування: La Spezia розташовується на північно-західному березі Рада ді La Spezia в північно-західній Італії.

Загальний короткий огляд: важливий порт в північно-західній Італії, La Spezia має засоби для мокрих і сухих вантажів також як і контейнерного руху, яким управляє La Spezia Термінал Контейнера, Artom і Термінальний del Golfo. Є також Військово-морська база в порту.

Порт захищає центральний хвилелом з доступом через E і проходження W.

Головний імпорт обвуглюється лісоматеріал, основний шлак, сирий джут, мінеральні олії і залізо бійки. Експорт включає мінеральні олії, мармур, піщаник, свиня приводять, сталеві труби, кокс ливарного заводу, залізні бари і вибухові речовини.

Приблизно 1,970 суден, 18,600,000t вантажу і 1,246,000TEU, керований портом щорічно.

Вантажна марка: Літо.

Межі порту: порт обмежує в межах пограничних стін, будівлі і вода визначили як внутрішній між коренем Molo Italia, в приблизній позиції(44°06.3 'N 009°49.8 'E), і Punta Calandriello(44°04.9 'N 009°52.8 'E).

Морські буї, фарватери і канали : до порту наближаються від SE через Golfo ді La Spezia, який розташований між Isola del Tino(44°01.6 'N 009°51.0 'E) і Capo Corvo (44°02.2 'E 009°57.9 'E). Судна, що заходять або залишають порт, мають йти за одним з рекомендованих треків.

Канал підходу W, що веде до комерційного порту, поглиблюється до 13.9m.

Лоцманська проводка обов'язкова для усіх рухів суден понад 500GT. Лоцманська станція знаходиться в підході до Torre Scuola(44°03.2 'N 009°51.8 'E), зв'язок на VHF Ch 14 за годину до прибуття і відходу.

Якірна стоянка суден на хорошоутримуючому ґрунті в межах гавані порт. Якірна стоянка для суден осадкою більш ніж 10.0m рекомендована 1nm SE SW після закінчення хвилелому; глибші судна повинні поставити на якір 1nm E Isola del Tino.

Є чотирнадцять пронумерованих якірних місць в Outer Roads в глибинах 12.0-17.0m.

Якірна стоянка забороняється в Рада ді La Spezia і в межах 0.05nm берега або між Molo Cantiere Ansaldo, 0.6nm NW NE закінчуються хвилелому, і Molo dei Pagliari, 1nm подальший NNW. В рахунок підводних кабелів, на тому, що анкерує також забороняється або біля лінії, що приєднується до "B2" причалюючого буя, 0.6nm N SW закінчуються хвилелому, до "B3" причалюючого буя, 0.65nm подальшому NNW, а потім ENE до Punta San Bartolomeo.

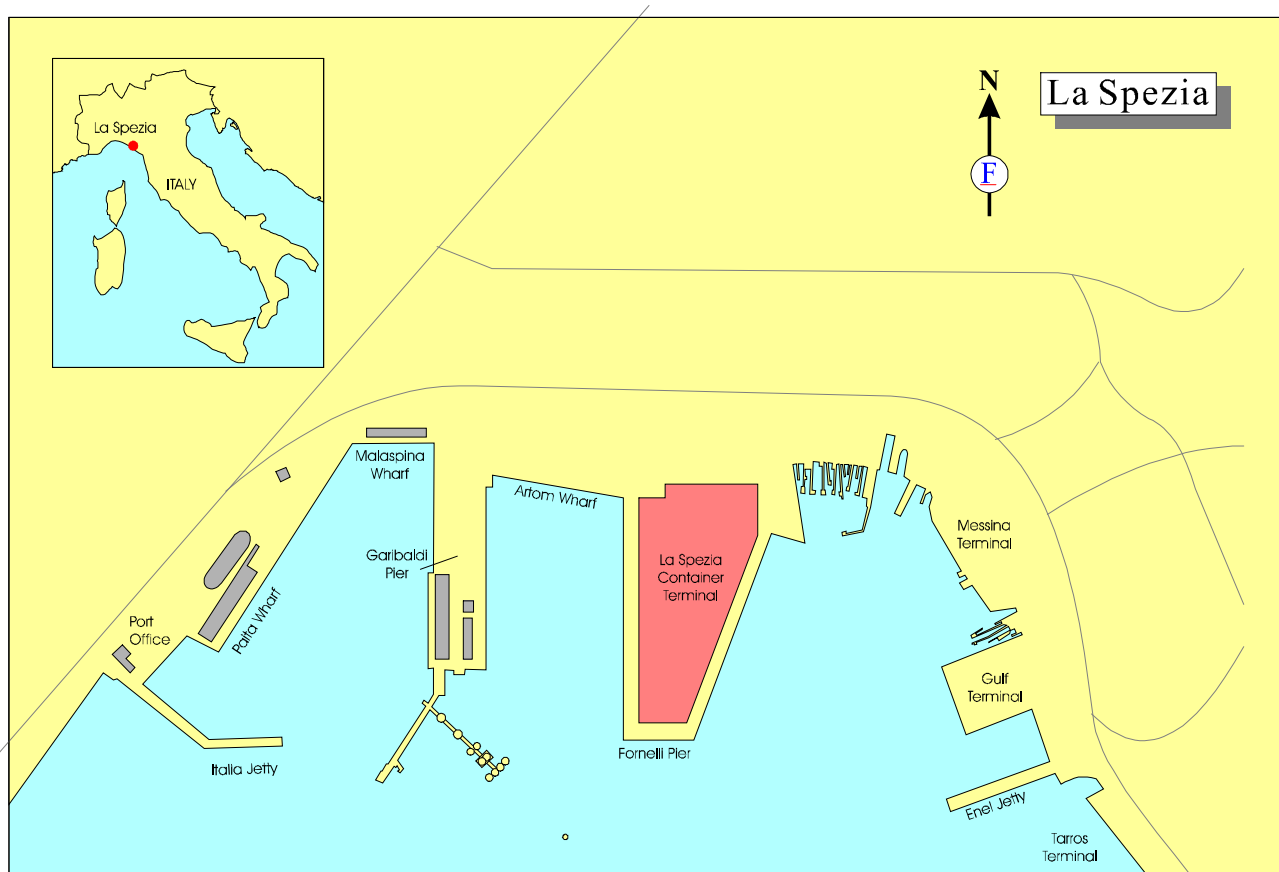
Буксири: є 10 буксирів до 4,500hp д. Доступні Понеділок- П'ятниця, 0700-2300hrs.

Швартовна інформація: є численні швартовні буї в межах Rada di La Spezia, більшість з них відмічена літерою і номером , зарезервовані для морського використання.

Документи необхідні для оформлення заходу:

Crew List	2
Passenger List	2
Stores list	4
Customs Declaration	2
Health Declaration	1
Cargo Documents	

План порту Ла Спеція зображен на Малюнку 2.2.



Малюнок 2.2 – План порту La Spezia.

2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1 Розрахунок ортодромії

Основними критеріями при виборі оптимального шляху є безпека, швидкість, метеоумови, економічність для підлягаючого зберіганню перевезення вантажу і досягнення економічного ефекту зрештою.

На океанських переходах найкоротшою відстанню між двома точками є ортодромія, оскільки земна куля-сфера.

Перш ніж приймати рішення про плавання по ортодромії необхідно розрахувати доцільність плавання саме таким способом. Для цього знаходять довжину локсодромії і ортодромії, а потім виконують порівняння їх.

Для даного переходу плавання ортодромією є недоцільним, тому для прикладу проведемо розрахунок довжини ортодромії і порівняємо її з довжиною локсодромії для випадкових точок.

Початок: Кінець:

$$\varphi_H = 08^\circ 30.0' \text{ S} \quad \varphi_K = 22^\circ 16.0' \text{ N}$$

$$\lambda_H = 050^\circ 40.0' \text{ E} \quad \lambda_K = 068^\circ 46.0' \text{ E}$$

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

$$\text{РШ} = 30^\circ 46' \text{ к N}$$

$$\text{РД} = 18^\circ 06' \text{ к E}$$

- 2) Розрахуємо довжину локсодромії S_L та локсодромічний курс:

$$K_L = \arctg(\text{РД}/\text{РМЧ}) = 30^\circ$$

$$S_L = \text{РШ} / \cos K_L;$$

$$S_L = 2130.8 \text{ миль.}$$

- 3) Розрахуємо довжину ортодромії D :

$$D = \arccos(\sin \varphi_H \cdot \sin \varphi_K + \cos \varphi_H \cdot \cos \varphi_K \cdot \cos \text{РД});$$

$$D = 2130.6 \text{ милі.}$$

- 4) Розрахуємо виграш у відстані Δ :

$$\Delta = S_L - D;$$

$$\Delta = 0.2 \text{ милі}$$

У процентному співвідношенні різниця дорівнює $(S-D)/S \cdot 100\% = 0.2/2130.8 \cdot 100\% = 0.01\%$. Виходячи з розрахунків можна зробити висновок, що плавання ДБК недоцільно

2.3.2 Складання маршрутних листів

Відповідно до рекомендацій ІМО, при плануванні рейсу необхідно скласти маршрутні листи, які повинні лежати на штурманському столі. Безумовно, протягом рейсу в маршрутні листи вносяться необхідні зміни. Приклад маршрутного листа наведено в Додатку А.

2.3.3 Графічний план переходу

Результати навігаційного планування переходу оформляють у вигляді графічного плану переходу. Графічний план з нанесеними курсами судна, назвами портів відходу та заходу, основними течіями, розами вітрів наведений в Додатку Б.

2.3.4 Розрахунок природної освітленості

Розрахунки освітленості виконують двома послідовними наближеннями:

1). За широтою φ і датою запланованого плавання виберемо з Nautical Almanac [13] без інтерполяції моменти місцевого середнього часу (LMT) сходу і заходу Сонця і Місяця.

2). По довготі λ передбачуваного місця на полудень кожної доби переводять моменти в судновий час (ZT) та на кожний такий момент знаходять прокладенням наперед координати φ і λ місця судна.

Далі розраховуються по [13] моменти (ZT) явищ, характеризуючих освітленість (користуючись для інтерполяції таблицями: "Conversion of ARC to Time" і "Tables for Interpolating Sunrise, Moonrise, etc". Результати вносять в табл. 2.9.

Таблиця 2.9 – Елементи освітленості

Дата	Поч. нав. сутін.	Сонце				Кін. нав. сутін.	Місяць		
		Схід		Захід			Схід, Т	Вік, Дні	Зах, Т
		Т	А	Т	А				
07/09	03.50	05.05	82.5	18.21	277.1	19.38	14.12	7	21.09
08/09	04.09	05.25	82.9	18.41	276.8	19.53	15.21	8	22.41
09/09	04.40	05.52	83.5	18.50	276.2	19.57	16.04	9	-
10/09	03.58	05.03	85.0	17.52	275.1	18.54	15.29	10	-
11/09	04.13	05.13	85.6	17.53	274.2	18.51	15.55	11	00.45
12/09	05.13	06.09	85.9	18.32	274.0	19.28	17.03	12	02.57
13/09	04.57	05.52	86.0	18.12	273.8	19.08	17.11	12	03.44
14/09	04.38	05.35	86.2	17.54	273.9	18.51	17.20	13	04.28
15/09	04.19	05.17	86.5	17.39	273.9	18.39	17.29	14	05.15
16/09	05.02	06.04	87.0	18.29	274.1	19.32	18.40	15	07.12

2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

Під приливними явищами у Світовому океані розуміють динамічні і фізико-хімічні процеси у водах морів і океанів, викликані приливоутворюючими силами. Приливами називають приливні коливання

рівня моря - висота поверхні моря, вільна від впливу вітрових хвиль і брижів і вимірюваною відносно умовного горизонту (нуль урівненого поста).

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

Розрахунки припливів виконується за допомогою АТТ [14]. Загальна характеристика приливних явищ для усього переходу описана вище. У цьому підпункті приведені дати і час висот повних і малих вод на дати і порти відходу і приходу. Нижче представлена таблиця повних і малих вод для вказаних портів на дати відходу і приходу. Приливні явища зображені на Рис. 2.3, 2.4 та зведені в табл. 2.10 та 2.11

Таблиця 2.10 – Приливні явища в порту Walsoorden

Standard Port	Antwerp									
Secondary Port	Walsoorden									
Standart Port	TIME		HEIGHT		RANGE	TIME		HEIGHT		RANGE
	HW	LW	HW	LW		HW	LW	HW	LW	
	3:51	10:8	1	5,2	-4,2	16:25	22:46	1,1	5,2	-4,1
Seasonal Change	Standart port		-0,1	-0,1		Standart port		-0,1	-0,1	
DIFFERENCES	0:0	0:0	0	0		0:0	0:0	0	0	
Seasonal Change	Secondary Port		0	0		Secondary Port		0	0	
SECONDARY PORT	03:51	10:08	0,9	5,1		16:25	22:46	1	5,1	
Duration	06:17					06:21				

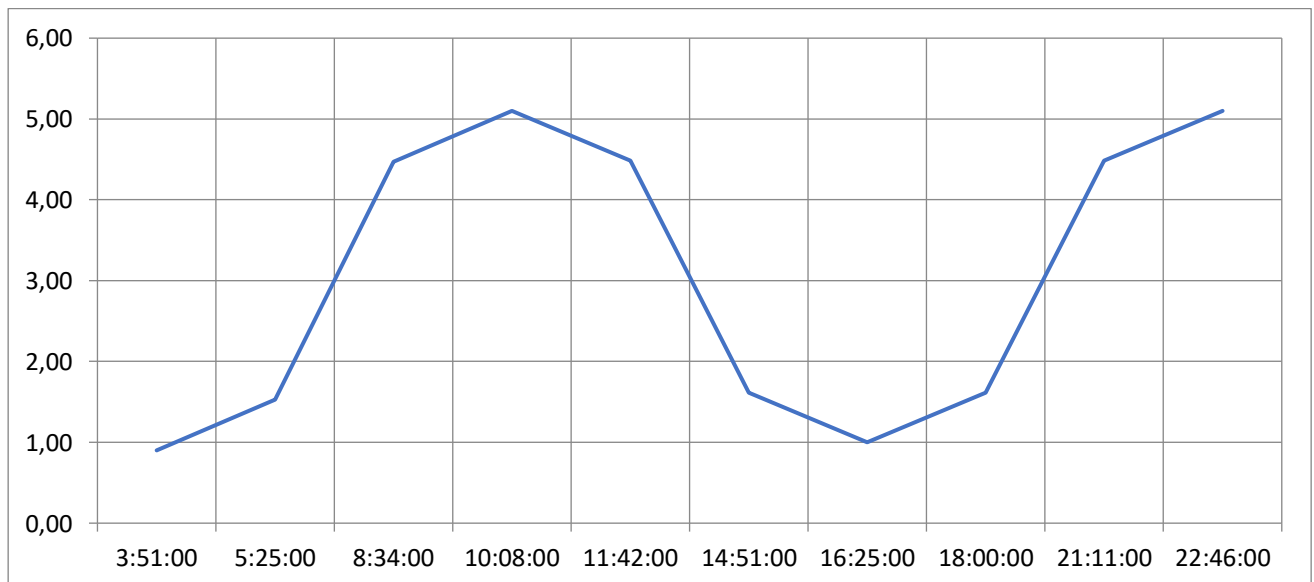


Рисунок 2.3- Графік приливів в порту Walsoorden

Таблиця 2.11 – Приливні явища в порту La Spezia

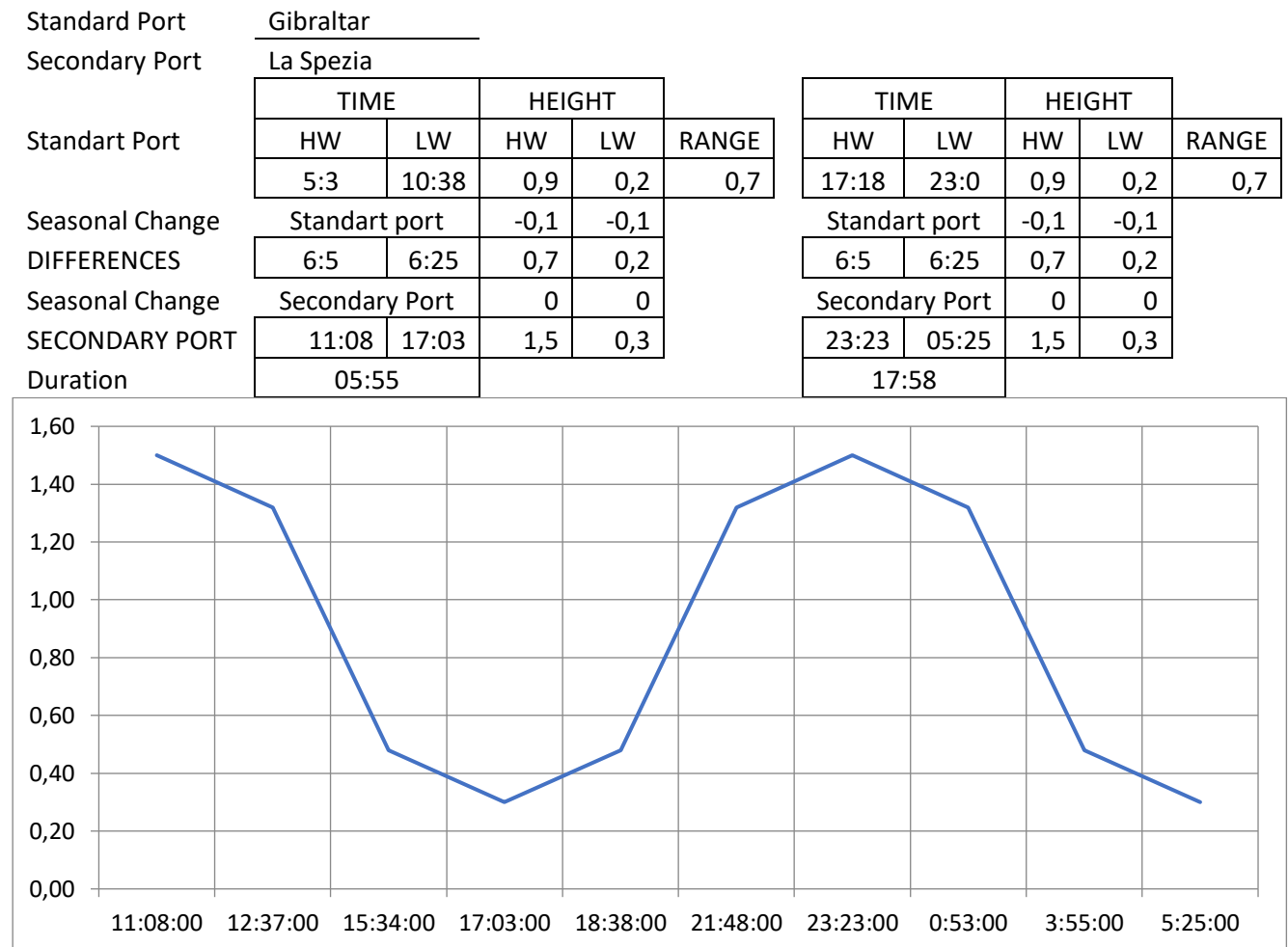


Рисунок 2.4 - Графік приливів в пору Ліворно

2.4 Висновки

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

В ході виконання розділу були обрані безпечні курси плавання згідно з порою року. Загальна довжина переходу складе 2130 миль. Вихід з порту Walsoorden планується 07 вересня. Розрахункова тривалість рейсу – 8 діб.

РОЗДІЛ 3

ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ

3.1 Транспортні характеристики вантажів

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

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

Для перевезення в даному рейсу було прийнято вантаж кам'яного вугілля.

Перевезення навалювальних вантажів морем регламентуються міжнародними документами:

- International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 74/78), Chapters VI, VII [15];
- International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78) [16];
- International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code) [17];
- International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code) [29];
- Code of Practice for the Safe Loading and Unloading of Bulk (BLU Code) [30];
- International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk (Grain Code) [31];
- Thomas Stowage: The Properties and Stowage of Cargoes [32].

До перевезення представлений вантаж Шлак (металургійний). Шлак це розплав(після затвердіння – каменеvidна чи склоподібна речовина), звичайно

покриваюча поверхня рідкого металу при металургійних процесах – плавці . Являє собою сплав окислів перемінного складу, головної компоненти шлак - кислотний окисел SiO_2 і основні окисли Ca, Fe, Mg, а також нейтральні Al_2O_3 і (рідше) Zn. У залежності від переваги тих чи інших окислів шлак називають кислим чи основним. Відіграють важливу роль у фізико-хімічних процесах металургійного виробництва: вони очищають метал від небажаних домішок, охороняють метал від шкідливого впливу газового середовища печі (тобто від окислювання і газонасичення). Шлак формується з порожньої породи руди (чи рудних матеріалів), флюсів, золи палива, продуктів окислювання оброблюваних матеріалів, футеровки плавильних агрегатів. У сталеплавильному виробництві шлак іноді готують у спец. Печі (т. зв. Синтетичні шлаки) і потім обробляють ними сталь у процесі випуску її з печі конвертора в ківш . Попередньо підготовлений шлак застосовується при електрошлаковому переплаву металів. У чорній металургії шлак є, як правило, побічною продукцією шлаку - вторинна сировина для одержання будівельних матеріалів (наприклад, шлакосплавів), вапняних і фосфорних добрив, а також оборотний продукт у металургії.

Особливу увагу варто приділити тому що вантаж при хитавиці не зміщується , тому розрахунок кута природного укусу опускається.

Таблиця 3.1 - Транспортні характеристики навалювальних вантажів

Назва вантажу	IMSBC Code			IMDG Code					Норми вантажних робіт, т/добу	
	Група	Питомий навантажувальний об'єм, м ³ /т	Кут природного укусу, °	Номер ООН	Клас	Знак маркування	Категорія розміщення і обробки	Аварійні дії (Аварійна Кат.)	Порт навантаження	Порт вивантаження
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
вугілля	A B	0,89	-	1023	2.3		D		6000	5000

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

Транспортні якості вантажів, характеристики вантажних приміщень та умови майбутнього рейсу визначають підготовку судна до завантаження. Підготовка ведеться в залежності від особливостей вантажу, що пред'являється до перевезення з врахуванням відповідних Кодексів та Правил перевезення: [17, 18, 29].

У порту завантаження повинні бути оформлені такі документи: Нотіс по радіо на адресу агента про час прибуття судна в порт, подається за 7,5,3,2 та 1 добу до приходу. З приходом агенту вручається письмовий нотіс про готовність судна до завантаження та попередній вантажний план. Обидва документи підписуються капітаном. Попередній вантажний план узгоджується з стивідорною компанією. До початку завантаження вантажовідправники можуть найняти сюрвейєра для огляду трюмів, про що складається сюрвеєрський акт про придатність вантажних приміщень до перевезення номінованих вантажів. Копія акту, підписана сюрвейєром, вручається капітану.

До початку завантаження капітану вручається список вантажів, дозволених до навантаження митницею, а також вантажні ордери з докладним описом вантажів, тари, упаковки, маркування і т. д. До початку навантаження капітан повинен вимагати сертифікат якості на вантаж, фумігаційні сертифікати, як на вантаж, так і на сепараційні матеріал. Під час завантаження вантажному помічникові після кожної зміни вручаються тальманські розписки портових тальманів (тальманів вантажовідправників) і тальманів судновласника, які він повинен перевіряти і контролювати навантаження з навантажувальним ордерами. По закінченні навантаження окремої коносаментної партії капітанові або вантажному помічникові вручається штурманська розписка, в яку він вносить застереження про стан вантажу і звіряє її з навантажувальним ордером і тальманськими. Надалі, застереження з штурманської розписки повинні бути перенесені в коносамент капітаном чи

агентом. Якщо коносамент не буде готовий до закінчення навантаження, про що агент заздалегідь сповіщає капітана, капітан повинен вручити агенту довіреність на підписання коносаментів. Забороняється підписувати штурманські розписки та коносаменти до закінчення навантаження кожної партії вантажу. Після закінчення навантаження коносаменти підписуються капітаном (або агентом за дорученням капітана після відходу судна), тальманською фірмою вручаються люкові записки, стивідорною компанією – виконавчий вантажний план, агентом - вантажні маніфести з відміткою митниці, а також таймшит про стоянку судна в порту. Як правило, пакет вантажних документів відправляється в порт призначення поштою.

В порту вивантаження також вручаються нотіс про готовність до вивантаження, виконавчий вантажний план, вантажні маніфести, люкові записки. Вивантаження вантажу повинне починатися тільки після вручення капітану оригіналу коносаментів з банківською відміткою про сплату фрахту або якщо є дозвіл комерційної служби судноплавної компанії на відвантаження вантажів. Рахунок вантажу провадиться тальманами порту (вантажовласника) і транс флоту від імені судновласника. У разі виявлення розбіжності у рахунку вантажу слід приймати заходи по виявленню помилок або розшуку вантажу. Судном і агентом також ведеться таймшит стоянки судна в порту. По закінченні розвантаження судну або комерційній службі пароплавства вручаються акти-повідомлення про результати вивантаження вантажів. Якщо в актах-повідомлення є претензії щодо нестачі/надлишку або псування вантажів, капітаном судна оформляється справа відомчого розслідування та надсилається в комерційну службу судноплавної компанії.

Початок сталійного часу: якщо нотіс про готовність судна до вантажних операцій подається до 12:00, рахунок сталії починається з 13:00 поточного дня, якщо після 12:00 – з 08:00 наступного дня.

Норми обробки обумовлюються умовами чартеру або спеціальними угодами. Якщо вантажні операції не можуть бути закінчені до закінчення сталійного часу, такий час називається контрсталією. У цьому випадку

судновласнику виплачується демерредж – неустойка, умови її оплати обумовлюється в чартері. В разі дострокового закінчення вантажних робіт порту покладається премія у вигляді діспача, який оплачують фрахтувальники або одержувачі вантажів.

Приведення трюмів у відповідний для даного вантажу починається з очищення залишків раніше перевезеного вантажу, видалення сепараційного та прокладного матеріалів, прибирання сміття. Далі підготовка ведеться в залежності від особливостей вантажу, що пред'являється до перевезення.

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

Перед початком вантажних операцій верхня палуба повинна бути звільнена від усяких сторонніх предметів, що перешкоджають вантажним роботам або розміщенню вантажу на палубі. Стріли, крани і лебідки повинні бути перевірені і приведені в робочий стан; вантажні люки відкривають, якщо немає атмосферних опадів; верхня палуба, трюму і місця вантажних робіт повинні бути добре освітлені палубними і переносними вогнями (люстрами).

Готовність судна до прийому вантажу перевіряють відповідні організації, а найчастіше сюрвейєра найняті вантажовідправником.

При підготовці до прийому насипних і навалювальних вантажів на судні виконують наступні роботи:

- очищають всі вантажні приміщення від залишків вантажу і сміття;
- оглядають і очищають льяла, сітки та приймальні труби осушувальної системи, перевіряють горловини другого дна, перевіряють в дії осушувальну систему;
- перевіряють справність металевих кришок, лючин.

У нашому випадку для прийому вугілля до перевезення, необхідно замити трюм від залишків попереднього вантажу. Для цієї мети на судні є спеціальна система для замивання трюмів забортною водою. Після замивання трюмів системою, проводиться перевірка старшим помічником капітана на

придатність до перевезення і в разі невідповідності чистоти трюмів, проводиться ретельна замивання силами екіпажу.

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

Міжнародна Конвенція про вантажну марку 1966 року [21] 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.

Розрахункова водотоннажність судна при повному завантаженні (Δ_p) слугує вихідною початковою величиною для визначення його чистої вантажопідйомності (Δ_c) на рейс та залежить від вантажних марок, що діють в порту навантаження, на трасі переходу та в порту вивантаження.

Величина Δ_p має забезпечувати постійну відповідність значення мінімальної висоти надводного борту судна, вантажній марці району плавання, з врахуванням витрати змінних запасів. Це означає, що на жодній ділянці переходу вантажна марка судна не має бути втопленою.

Для розрахунку Δ_p на рейс необхідно по Карті зон та сезонних районів визначити діючі вантажні марки у відповідності з часом виконання рейса.

Перехід Walsoorden – La Spezia проходить в зоні дії літньої вантажної марки. За розрахункову водотоннажність приймаємо, встановлену для зони дії літньої вантажної марки

Водотоннажність судна по літню вантажну марку (Δ_l) обирається з Техніко-експлуатаційних характеристик судна.

$$\Delta_p = \Delta_l = 8267,2 \text{ т.}$$

Повну вантажопідйомність (дедвейт) судна (Δ_w) можливо визначити, використовуючи отримане значення розрахункової водотоннажності судна на момент завантаження:

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

де: Δ_o – водотоннажність судна порожнем.

$$\Delta_w = 8267,2 - 1689,7 = 6577,5 \text{ т},$$

Чисту вантажопідйомність судна (Δ_c) знаходять шляхом віднімання від величини дедвейту судна маси рейсових запасів (P_{zan}), необхідної для забезпечення стоянки в портах навантаження/вивантаження та переходу судна морем, тобто тієї, що знаходиться на судні в момент відходу судна з порту навантаження:

$$\Delta_c = \Delta_w - \sum_{j=1}^m P_{zanj} - const, \quad (3.2)$$

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

Рейсові запаси знаходять як суму:

$$\sum_{j=1}^n P_{zanj} = P_x^{zan} + P_{cm}^{zan}, \quad (3.3)$$

де: P_x^{zan} – маса ходових запасів, т;

P_{cm}^{zan} – маса стоянкових запасів, т.

j – відповідна цистерна (танк).

Ходовий час визначається за формулою:

$$t_x = S/(V_s \cdot 24) + t_{зп}, \quad (3.4)$$

де V_s - швидкість судна;

S - довжина переходу, милі;

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

$$t_x = 2130 / 12 / 24 + 0,5 = 8 \text{ діб.}$$

Нормативна тривалість часу стоянки розраховується за формулою:

$$t_{ст} = \frac{Q}{M}, \quad (3.5)$$

де Q – кількість вантажу для перевезення;

M – валова норма вантажних робіт, т / доб.

До перевезення прийнято 6000 т вантажу.

Так як запаси необхідні для робіт в порту завантаження будуть використані перед виходом з порту, то стоянкові запаси визначаємо тільки для порту вивантаження:

$$t_{ст} = 6000 / 5000 = 1,2 \text{ діб.}$$

Кількість ходових запасів складає суму:

$$P_{зап\ x} = P_{п\ x} + P_{в\ x} + P_{м\ x}; \quad (3.6)$$

де $P_{п\ x}$, $P_{в\ x}$, $P_{м\ x}$ - відповідно кількість палива, води і мастила необхідне на перехід від порту навантаження до порту вивантаження з урахуванням коефіцієнта штормового запасу $k_{шт}$ 20% за вказівкою фрахтувальника.

$$P_{п\ x} = q_{п\ x} \cdot t_x \cdot k_{шт}; \quad (3.7)$$

$$P^B_x = q^B_x \cdot t_x \cdot k_{шт}; \quad (3.8)$$

$$P^M_x = q^M_x \cdot t_x \cdot k_{шт}; \quad (3.9)$$

де $q^П_x, q^B_x, q^M_x$ - добова норма витрачання палива, води і мастила на ходу судна відповідно, т / добу

$$P^П_x = 9,7 \cdot 8 \cdot 1,2 = 93,2 \text{ т}$$

$$P^B_x = 1,7 \cdot 8 \cdot 1,2 = 16,7 \text{ т}$$

$$P^M_x = 0,05 \cdot 93,2 = 4,7 \text{ т}$$

$$P^{зап}_x = 93,2 + 16,7 + 4,7 = 114,6 \text{ т.}$$

Аналогічно знаходять кількість стоянкових запасів:

$$P^{зап}_{ст} = P^П_{ст} + P^B_{ст} + P^M_{ст}; \quad (3.10)$$

$$P^П_{ст} = q^П_{ст} \cdot t_{ст}; \quad (3.11)$$

$$P^B_{ст} = q^B_{ст} \cdot t_{ст}; \quad (3.12)$$

$$P^M_{ст} = q^M_{ст} \cdot t_{ст}; \quad (3.13)$$

де $q^П_{ст}, q^B_{ст}, q^M_{ст}$ - добова норма витрачання палива, води і мастила на стоянці судна відповідно, т / добу.

$$P^П_{ст} = 0,4 \cdot 1,2 = 0,48 \text{ т}$$

$$P^B_{ст} = 1,6 \cdot 1,2 = 1,9 \text{ т}$$

$$P^M_{ст} = 0,05 \cdot 0,5 = 0,025 \text{ т}$$

$$P^{зап}_{ст} = 1,9 + 0,5 + 0,025 = 2,4 \text{ т}$$

$$P_{зап} = 114,6 + 2,4 = 117 \text{ т}$$

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

$$\Delta_{\text{ч}} = 6577,5 - (117 + 19,5) = 6441 \text{ т}$$

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

$$P_{\text{вант}} = 6000 < \Delta_{\text{ч}} = 6441 \text{ т}, \text{ вимога виконується.}$$

Оскільки дані отримані з реального рейсу, то кількість запасів прийнятих на судно відрізняється від розрахованого.

На судні на відхід: паливо - 198.10 т., мастило - 10.30 т., вода – 38.90 т.

Результати розрахунків по визначенню розмірів партій вантажу, що приймаються до перевезення, представляються в формі табл. 3.2.

Таблиця 3.2 - Маса та об'єм партій вантажів, що приймаються до перевезення

Найменування вантажу	Маса вантажу, Q_i (т)	Коеф-т витрати сепарації, $K_{\text{сеп}}$	Маса сепарації, $Q_{\text{сеп}}$ (т)	Маса вантажу з сепарацією, $Q_i + Q_{\text{сеп}}$	Питомий навантажувальний обсяг вантажу, U_i (м³/т)	Об'єм займаний вантажем з сепарацією V_i (м³)	Валові норми вантажних робіт (т/добу)	
							Порт Відходу	Порт Заходу
Вугілля	6000	-	-	6000	0,89	5340	6000	5000

Можна зробити висновок, що фактична маса вантажу ($Q_{\text{заг}}$) та його об'єм ($V_{\text{заг}}$) не перевищують значень $\Delta_{\text{ч}}$ та $W_{\text{с}}$ відповідно, тобто виконуються наступні умови:

$$Q_{\text{заг}} = \sum_{i=1}^n (Q + Q_{\text{сеп}})_i \leq \Delta_{\text{ч}} \quad , \quad (3.14)$$

$$V_{\text{заг}} = \sum_{i=1}^n V_i \leq W_{\text{с}} \quad , \quad (3.16)$$

3.4 Складання вантажного плану

Розміщення вантажів на судні повинно забезпечувати: збереження вантажів та судна; належні морехідні якості судна; максимальне використання вантажомісткості та вантажопідйомності судна; швидкісне і послідовне завантаження і розвантаження судна.

Збереження судна залежить від правильної підготовки його вантажних приміщень під перевезення вантажів і розподілу по вантажних приміщеннях з урахуванням їх фізико-хімічних і механічних властивостей.

Для збереження морехідних якостей судна повинні бути забезпечена його поздовжня і місцева міцність, необхідний диферент і остійність. Поздовжня міцність судна є одним з важливих факторів забезпечення безпеки плавання. Від розміщення вантажів залежить розподіл по довжині судна загальною навантаження. По-цьому при розміщенні вантажів прагнуть до того, щоб по можливості врівноважити сили підтримки і сили ваги на окремих ділянках по довжині судна. Одночасно судно завантажують з таким розрахунком, щоб не було крену і існував належний диферент. Це досягається шляхом відповідного розподілу вагового навантаження по вантажних приміщеннях судна. Найвигіднішою з експлуатаційної точки зору є така завантаженість судна, при якій досягається одночасно повне використання його вантажопідйомності, так і вантажомісткості. Це можливо тільки при наявності важких і легких вантажів і відповідного їх підбору. Крім того, розміщення вантажів по відсіках має виходити з необхідності скорочення часу обробки кожного трюму і рівномірності вантажних операцій на кожному люку.

Всі ці вимоги повинні бути враховані при складанні вантажного плану судна.

Розрахунок розподіленої маси вантажних приміщень представлений в табл 3.3.

Таблиця 3.3 – Розподіл вагового навантаження по вантажним приміщенням

Назва вантажного приміщення	Місткість вантажного приміщення, $W_i, \text{м}^3$	Коефіцієнт співвідношення, K_i	Допустиме максимальне вагове навантаження вантажного приміщення $Q_i, \text{т}$
Трюм №1	1885.0	0.23	1380
Трюм №2	6007.7	0.76	4560
Всього			5940

За результатами розподілу вантажів складаємо зведену таблицю з підсумковими результатами по кожному вантажному танку (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Розподіл вантажу по вантажним приміщенням

	Назва вантажів		Загалом	
Вантажний трюм	шлак			
	Маса, т	Об’єм, м³	Маса, т	Об’єм, м³
Трюм №1	1560,0	1388,4	1560,0	1388,4
Трюм №2	4440,0	3951,6	4440,0	3951,6
Всього	6000,0	5340,0	6000,0	5340,0

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

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

Відстань між портами : $S = 2130$ миль, місяць виконання рейсу - вересень.

Порт Вальсордин(Walsoorden) ($51^{\circ}23'N$, $4^{\circ}02'E$) розташований на території Нідерландів у провінції Зеландія, в муніципалітеті Хулст, на

південному березі річки Вестершельде (Західна Шельда). Порт знаходиться приблизно на відстані 22 км на південний захід від Берген-оп-Зом.

Підхід до порту розташований на фарватері річки Вестершельде, який є важливим судноплавним шляхом до портів Антверпена, Тернезена та Гента. Річка Вестершельде є естуарієм річки Шельда і характеризується складною гідрологічною обстановкою з сильними приливо-відливними течіями та звивистим фарватером.

Порт є відносно невеликим портом з обмеженою інфраструктурою. За даними портової статистики, порт має 1 причал і може приймати судна довжиною до 110 метрів. Основні типи суден, що заходять в порт: суховантажні судна (50% від загального трафіку), танкери та пасажирські судна.

Розташування: La Spezia розташовується на північно-західному березі Рада ді La Spezia в північно-західній Італії.

Загальний короткий огляд: важливий порт в північно-західній Італії, La Spezia має засоби для мокрих і сухих вантажів також як і контейнерного руху, яким управляє La Spezia Термінал Контейнера, Artom і Термінальний del Golfo. Є також Військово-морська база в порту.

Порт захищає центральний хвилелом з доступом через E і проходження W.

Головний імпорт обвуглюється лісоматеріал, основний шлак, сирий джут, мінеральні олії і залізо бійки. Експорт включає мінеральні олії, мармур, піщаник, свиня приводять, сталеві труби, кокс ливарного заводу, залізні бари і вибухові речовини.

Приблизно 1,970 суден, 18,600,000t вантажу і 1,246,000TEU, керований портом щорічно.

Вантажна марка: Літо.

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

Розподіл прийнятих у Розділі 3 рейсових запасів та необхідного баласту на судні на відхід і прихід представляється у вигляді табл. 4.1 та табл. 4.2.

Таблиця 4.1- Розподіл запасів та баласту на відхід

Призначення цистерн	Місткість, т	Маса, т	Плече X_m	Плече Z_m	$Mx, тм$	$Mz, тм$
Важке паливо 0.99 т/м ³						
121 HFO daytank SB fr 15-20	12.57	12.57	10.50	4.85	132.03	60.98
413 HFO bunker fr 27-41, SB	57.51	57.51	21.31	4.00	1225.45	229.97
414 HFO bunker fr 27-41, PS	57.51	57.51	21.31	4.00	1225.45	229.97
506 HFO bunker fr 142-152 PS	107.58	70.51	99.50	4.10	7016.14	289.11
Всього важкого пал.		198.10	48.46	4.09	9599.08	810.02
Дизельне паливо 0.85 т/м ³						
133 GO-daytank 2 CL fr 2-7	7.50	5.40	2.88	5.60	15.55	30.23
Всього дизельного палива		5.40	2.88	5.60	15.55	30.23
Змашувальне мастило 0.90 т/м ³						
104 Dirty oil SB fr 24-27	3.11	2.36	15.30	2.23	36.12	5.25
120 LO tank 1, ME PS fr 2-7	7.94	7.94	2.88	5.60	22.86	44.44
Всього змашувального масла		10.30	5.73	4.82	58.98	49.69
Прісна вода 1.0 т/м ³						
111 FW SB fr 15-20	21.05	17.85	10.63	2.55	189.68	45.59
112 FW PS fr 15-20	21.05	21.05	10.63	2.55	223.68	53.77
Всього прісної води		38.90	10.63	2.55	413.36	99.36
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:		252.70	39.92	3.91	10086.96	989.30

Таблиця 4.2– Розподіл запасів та баласту на прихід

Призначення цистерн	Місткість, т	Маса, т	Плече X_m	Плече Z_m	M_x , тм	M_z , тм
Важке паливо 0.99 т/м ³						
121 HFO daytank SB fr 15-20	12.57	0.00	10.50	4.85	0.00	0.00
413 HFO bunker fr 27-41, SB	57.51	47.40	21.31	4.00	1010.09	189.55
414 HFO bunker fr 27-41, PS	57.51	57.51	21.31	4.00	1225.45	229.97
506 HFO bunker fr 142-152 PS	107.58	0.00	99.50	4.10	0.00	0.00
Всього важкого пал.		104.91	21.31	4.00	2235.55	419.52
Дизельне паливо 0.85 т/м ³						
133 GO-daytank 2 CL fr 2-7	7.50	5.40	2.88	5.60	15.55	30.22
Всього дизельного палива		5.40	2.88	5.60	15.55	30.22
Змащувальне мастило 0.90 т/м ³						
104 Dirty oil SB fr 24-27	3.11	2.36	15.30	2.23	36.12	5.25
120 LO tank 1, ME PS fr 2-7	7.94	3.24	2.88	5.60	9.33	18.14
Всього змащувального масла		5.60	8.12	4.18	45.45	23.39
Прісна вода 1.0 т/м ³						
111 FW SB fr 15-20	21.05	17.85	10.63	2.55	189.68	45.59
112 FW PS fr 15-20	21.05	4.35	10.63	2.55	46.22	11.11
Всього прісної води		22.20	10.63	2.55	235.90	56.70
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:		138.11	18.34	3.84	2532.44	529.83

Розподіл вантажів по вантажних приміщеннях представляється у табл.4.3.

За даними розподілу вантажу складається вантажний план судна рис. 4.1.

Таблиця 4.3– Розподіл вантажу

Найменування приміщення	Об'єм приміщ., м ³	Об'єм вант., м ³	Маса вант., т	Плечі, м		Моменти, тм	
				x	z	M_x	M_z
Трюм №1	1885,0	1388,4	1560,0	86,70	3,00	135252	4680
Трюм №2	6007,7	3951,6	4440,0	46,20	2,50	205128	11100
		5340,0	6000,0	56,73	2,63	340380,00	15780,00

4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності

Розрахунок посадки судна на відхід і прихід виконується по вантажній шкалі й гідростатичних кривих у табличній формі. Виконаний розрахунок повинен засвідчити, що осадка судна не перевищує допустиму вантажною маркою або обмежену умовами порту й плавання. Диферент судна повинен бути таким, щоб не виникали заливаємість і слемінг (рекомендується осадка носом не менше 2,5% довжини судна) і щоб було забезпечено достатнє занурення гребного гвинта. Кут крену не повинен перевищувати $0,5^\circ$.

Результат розрахунку посадки судна наведено у табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Розрахунки посадки судна на відхід і на прихід

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	7961,90	7847,31
Абсциса центра ваги судна, м	x_g	54,78	54,62
Густина води, т/м ³	$\rho_{\text{и}}$	1,025	1,025
Водотоннажність об'ємна, м ³	$V = D / \rho_{\text{и}}$	7767,70	7655,91
Осадка судна, м	T (з вантажної шкали)	5,80	5,73
Момент диферентуючий на 1 см, тм/см	$M_{\text{см}}$ (з вантажної шкали)	125,0	123,4
Абсциса центра плавучості судна, м	x_c (з гідростатичних кривих)	55,41	55,43
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	x_f (з гідростатичних кривих)	53,95	54,07
Апліката поперечного метacentра, м	z_m (з гідростатичних кривих)	5,00	4,97
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,832	0,830
Диферент судна, м	$d = \Delta(x_g - x_c) / (100M_{\text{см}})$	-0,40	-0,52
Осадка судна носом, м	$T_{\text{н}} = T + (L/2 - x_f) d/L$	5,60	5,46
Осадка судна кормою, м	$T_{\text{к}} = T_{\text{н}} - d$	6,00	5,98

Для виконання розрахунків і контролю остійності судна необхідно визначити виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів (запасів і баласту) до метацентричної висоти й плечей статичної остійності.

Поправочні моменти або моменти інерції вільної поверхні i_x вибираються з таблиці даних по судових цистернах, що приводиться в Інформації.

Таблиця 4.7 – Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Назва цистерн	Δm_h , тм
506 HFO bunker fr 142-152 PS	9,653
133 GO-daytank 2 CL fr 2-7	2,879
104 Dirty oil SB fr 24-27	0,068
112 FW PS fr 15-20	18,545
Сума Δm_h	31,145

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний у вигляді табл.4.8.

Таблиця 4.8 – Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	7961,90	7847,31
Невиправлена апліката центра ваги судна, м	z_{g0}	3,29	3,28
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	5,00	4,97
Невиправлена метацентрична висота, м	$h_0 = z_m - z_{g0}$	1,71	1,69
Виправлення на вільні поверхні, м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / D$	0,00	0,00
Виправлена апліката центра ваги судна, м	$z_g = z_{g0} + \Delta h$	3,29	3,28
Виправлена метацентрична висота, м	$h = h_0 - \Delta h$	1,71	1,69

4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації

Перевірка остійності за допомогою Інформації про остійність судна може бути виконана по граничних статичних моментах (табл. 4.9) та по мінімальній допустимій метацентричній висоті. Допустима метацентрична висота - $h_{\min} = 0,15$ м.

Таблиця 4.9 – Перевірка остійності по допустимій метацентричній висоті

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	7961,90	7847,31
Виправлена метацентрична висота, м	h	1,71	1,69
Мінімально допустима метацентрична висота,	$h_{\min}$	0,15	0,15

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

4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності

Плечі статичної остійності розраховані з використанням таблиці плечей остійності форми (Cross-Curves of Stability). При розрахунку з використанням плечей остійності форми (пантокарен) необхідно знати, відносно якої точки вони відлічуються, і використовувати відповідні плечі остійності ваги.

Плечі остійності форми l_{ϕ} вибираються по об'ємній водотоннажності для тих кутів крену, які приведені в таблиці.

Розрахунок плечей діаграми статичної остійності виконується в табличній формі (табл. 4.10 і табл.4.11).

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

Таблиця 4.11 – Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність D, т	7847,31
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м	3,28
Апліката умовного центра мас z_m , м (поліус – точка «O»)	0,00
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м	3,28
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$	

Продовження табл. 4.11

Кут крену θ°	Плече форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \cdot \sin \theta^\circ$	Плече статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \theta^\circ$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	0,869	0,174	0,571	0,298	4	1,192	3	0,894
20	1,754	0,342	1,122	0,632	2	1,264	3	1,896
30	2,670	0,500	1,640	1,030	4	4,120	1	1,030
40	3,539	0,643	2,109	1,430	1	1,430	$\sum_{30}$	3,820
50	4,247	0,766	2,512	1,735	$\sum_{40}$	8,006	$a_{0-30} = 3 \times 0,1745 \times 3,820 / 8 = 0,250$ $a_{30-40} = 0,466 - 0,250 = 0,216$	
60	4,635	0,866	2,840	1,795	$a_{0-40} = 0,1745 \times 8,006 / 3 = 0,466$			
70	4,714	0,940	3,083	1,631				

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

4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності

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

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

Розрахунок нормованих параметрів наведено у табл. 4.12.

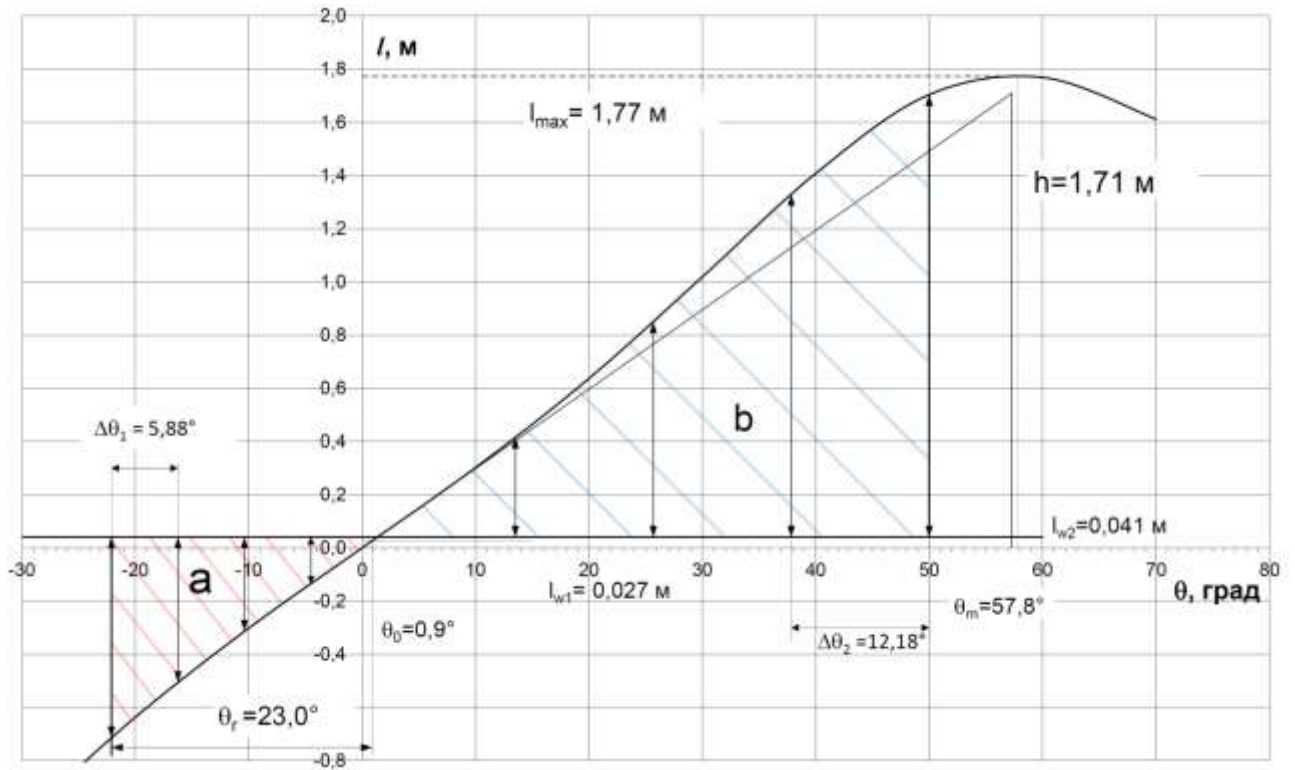


Рисунок 4.2– Діаграма статичної остійності на відхід і визначення критерію погоди

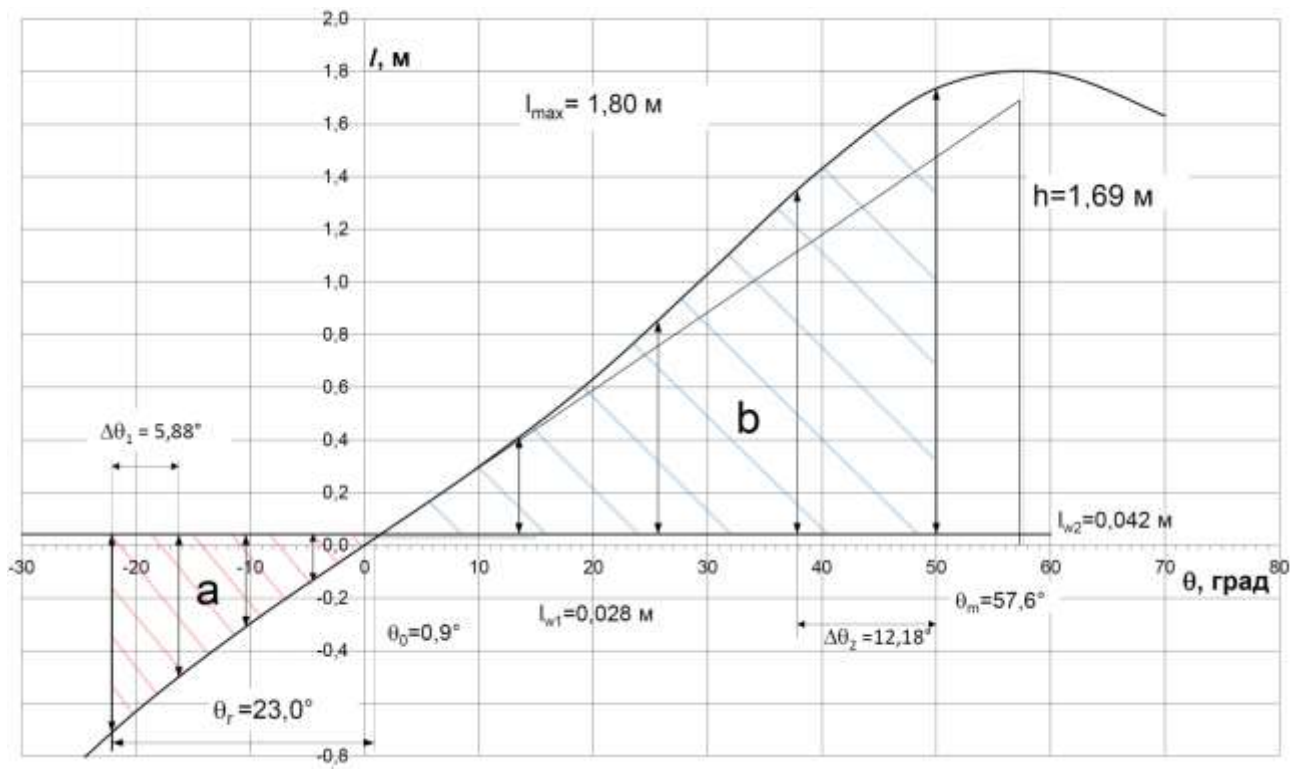


Рисунок 4.3– Діаграма статичної остійності на прихід і визначення критерію погоди

Таблиця 4.12– Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	7961,90	7847,31
Осадка судна, м	T	5,80	5,73
Виправлена метацентрична висота, м	h	1,71	1,69
Площа парусності, м ²	A _v (з Інформації)	632,5	649
Апліката центра парусності (ЦП), м	z _s (з Інформації)	9,42	9,38
Плече парусності при постійному вітрі, м	z _v = z _s – T/2	6,52	6,52
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	l _{w1} = 0,504 A _v z _v / (g D)	0,027	0,028
Плече кренувального моменту від пориву вітру, м	l _{w2} = 1,5 l _{w1}	0,041	0,042
Відносна площа скулових кілів, %	100 A _к / (L B)	0	
Коефіцієнт	k (з табл. ISC)	1	
Відносна ширина	B/T	2,30	2,33
Безрозмірний множник	X ₁ (з табл. ISC)	1	1
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,832	0,830
Безрозмірний множник	X ₂ (з табл. ISC)	1	1
Інерційний коефіцієнт	c = 0,373 + 0,023B/T - 0,043L/100	0,378	0,379
Період хитавиці, с	T _θ = 2 c B / √h	7,7	7,8
Коефіцієнт	s (з табл. ISC)	0,0945	0,0940
Коефіцієнт	r = 0,73 + 0,6 (z _g - T) / T	0,470	0,473
Амплітуда хитавиці, °	θ _r = 109 k X ₁ X ₂ √r s	23,0	23,0
Кут заливання, °	θ _f (з Інформації)	>60	>60
Кут входу палуби у воду, °	θ _d = arctg(2 (H - T) / B)	26,3	26,8
Кут крену від постійного вітру, °	θ ₀ ≈ 57,3 l _{w1} / h (або з ДСО)	0,9	0,9
Кут крену при хитавиці назустріч вітру, °	θ ₁ = θ _r - θ ₀	22,1	22,1
Границя площі “b” ДСО праворуч, °	θ _b	50	50
Площа “a” ДСО, м-рад	a	0,148	0,148
Площа “b” ДСО, м-рад	b	0,704	0,710
Критерій погоди	K = b / a	4,76	4,80

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

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

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

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (22,1 + 1,5 \cdot 0,9)/4 = 5,88^\circ$			$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 5,88^\circ/57,3 = 0,1025 \text{ рад}$		
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 0,9)/4 = 12,18$			$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 12,18^\circ/57,3 = 0,2125 \text{ рад}$		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0,754$	1	0,754	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,546$	4	2,184	$b_2 = 0,375$	4	1,500
$a_3 = 0,354$	2	0,708	$b_3 = 0,809$	2	1,618
$a_4 = 0,175$	4	0,700	$b_4 = 1,288$	4	5,152
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 1,663$	1	1,663
		$\Sigma_a = 4,346$			$\Sigma_b = 9,933$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 4,346 \times 0,1025 = 0,148$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 9,933 \times 0,2125 = 0,704$		

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

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (22,1 + 1,5 \cdot 0,9)/4 = 5,88^\circ$			$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 5,88^\circ/57,3 = 0,1025 \text{ рад}$		
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 0,9)/4 = 12,18$			$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 12,18^\circ/57,3 = 0,2125 \text{ рад}$		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0,754$	1	0,754	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,545$	4	2,180	$b_2 = 0,370$	4	1,480
$a_3 = 0,354$	2	0,708	$b_3 = 0,810$	2	1,620
$a_4 = 0,176$	4	0,704	$b_4 = 1,306$	4	5,224
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 1,693$	1	1,693
		$\Sigma_a = 4,346$			$\Sigma_b = 10,017$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 4,346 \times 0,1025 = 0,148$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 10,017 \times 0,2125 = 0,710$		

4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

Перевірка виконання рекомендацій ІМО з остійності морських транспортних суден може бути виконана за зразком табл.4.15.

Таблиця 4.15 – Перевірка виконання рекомендацій ІМО

Найменування величин	Позначення	Значення величин			Викон. (YES/NO)
		нормативні	відхід	прихід	
Площа під ДСО до кута крену 30^0 , м·рад	A_{30}	$\geq 0,055$	0,251	0,250	YES
Площа під ДСО до кута крену 40^0 , м·рад	A_{40}	$\geq 0,09$	0,463	0,466	YES
Площа під ДСО між кутами крену 30^0 і 40^0 , м·рад	A_{30-40}	$\geq 0,03$	0,212	0,216	YES
Плече ДСО при максимальному куті крену, м	$l_{\max}$	$\geq 0,20$	1,77	1,80	YES
Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, °	θ_m	≥ 25	57,8	57,6	YES
Виправлена метацентрична висота, м	h	$> 0,15$	1,71	1,69	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	4,76	4,80	YES
Кут крену від постійного вітру, °	θ_0	≤ 16	0,9	0,9	YES

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

4.7 Контроль загальної поздовжньої міцності судна

Перевірка загальної міцності повинна виконуватися відповідно до суднової Інструкції по завантаженню (або Інструкції з міцності судна) у формі розрахункових таблиць, що рекомендуються нею, зазвичай по силах, що перерізають, і згинальним моментам у декількох розрахункових поперечних перерізах судна. У роботі наведено такі розрахунки на відхід, одержані за даними комп'ютерної вантажної програми LOCOPIAS(затверджена Ллойдівським реєстром судноплавства 22.01.2003р.), у вигляді табл.4.16 та рис. 4.4.

Таблиця 4.16– Розрахунок і перевірка загальної міцності на відхід

X, м	Перерізуюча сила, т		Згинаючий момент, тм	
	Значення	% від припустимого	Значення	% від припустимого
1	2	3	4	5
0	-7,1		-30,1	1,16
3,0	-5,6		-51,9	1,45
6,0	-11		-61,6	1,35
9,0	-81,2		-183,8	3,33
12,0	-159,3		-544,5	8,38
15,0	-317,8		-1250,1	16,72
16,2	-386,2	19,31	-1673,3	21,28
18,0	-342,6		-2319,8	27,45
21,5	-284,0		-3416,8	35,64
25,0	-221,1		-4302,7	40,12
28,5	-194,6	6,49	-5016,2	42,28
32,0	-177,3		-5667,3	43,59
32,35	-175,5		-5729,1	44,07
32,7	-173,7		-5850,7	44,54
33,05	-171,9		-5910,5	45,01
33,4	-170,1		-5969,7	45,47
33,75	-168,3		-6028,3	45,92
34,1	-166,4		-6086,2	46,37
34,45	-164,6		-6143,5	46,82
34,8	-162,7		-6200,1	47,26
35,15	-160,8		-6256,1	47,69
35,5	-158,9		-6778,5	48,12
39,0	-139,4		-7230,7	52,14
42,5	-118,8		-7608,8	55,62
46,0	-97,1		-7908,8	58,53
49,5	-74,2		-8126,7	60,84
53,0	-50,2		-8223,3	62,51
55,3	-33,8	0,85	-8258,6	63,26
56,5	-25,1		-8300,4	63,53
60,0	1,3		-8248,0	63,85
63,5	28,7		-8043,8	63,45
67,0	91,8		-7602,6	61,88
70,5	160,3		-6919,3	58,48
74,0	230,1		-6116,5	53,23
77,5	152,1		-5546,1	47,05
81,0	176,4		-4877,9	46,65
84,5	205,2	6,84	-4107,4	45,25
88,0	235,3		-3226,9	42,47
91,5	268,5		-2216,2	37,69
95,0	311,5		-1830,9	29,74
96,2	326,7	16,33	-1652,3	25,90
98,0	259,9		-1304,0	20,06
101,0	169,8		-666,2	12,01
104,0	97,2		-261,5	5,69
107,0	38,4		-66,5	1,82

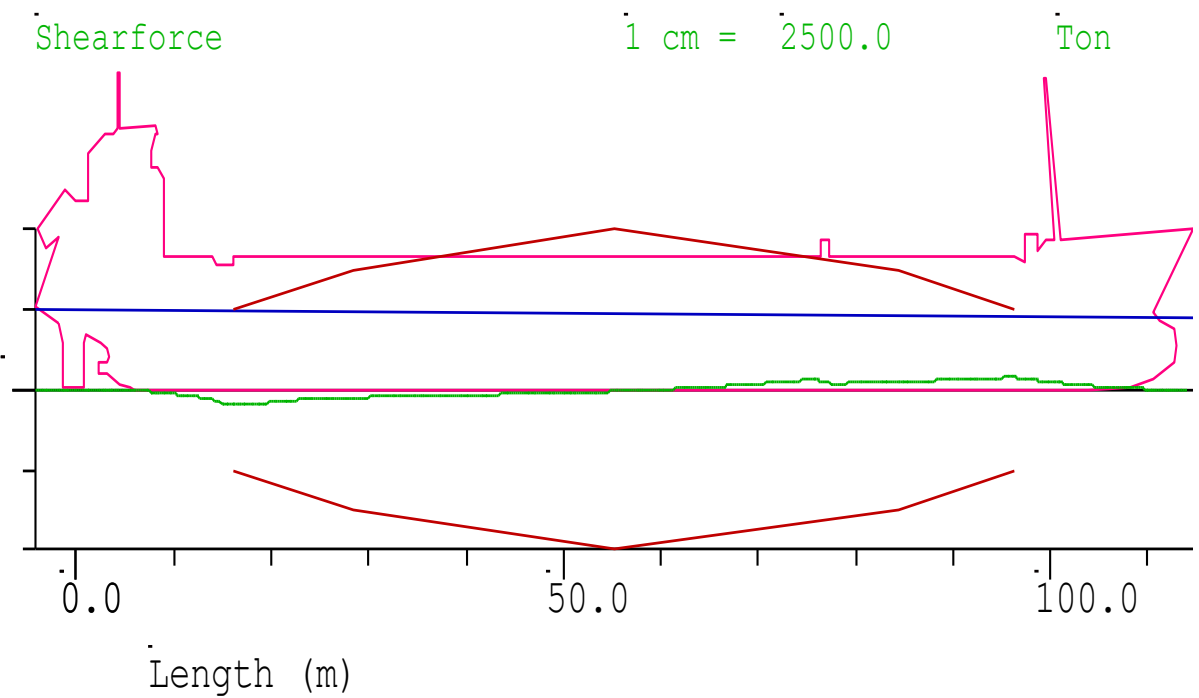


Рисунок 4.4 - Перевірка загальної міцності корпусу судна на відхід

Висновок

Виконані в даному розділі розрахунки за своїми результатами свідчать про те, що в запланованому рейсі посадка, остійність та загальна міцність судна задовольняє усім вимогам .

РОЗДІЛ 5

ОСОБЛИВОСТІ СУДНОВОДІННЯ У ЛЬОДОВІЙ ОБСТАНОВЦІ

5.1 Постановка проблеми в загальному вигляді

Навігаційні умови плавання у високих широтах визначаються географічними факторами. Для високоширотних районів характерна наявність полярного дня та полярної ночі тривалістю до півроку. Малі висоти Сонця та тривала його відсутність над горизонтом визначають суворість клімату, постійні від'ємні температури повітря та води в поверхневому шарі і, як результат, наявність потужного льодового покриву. Багаторічний паковий лід може досягати товщини 3-5 метрів, а плаваючі айсберги можуть мати осадку до 300 метрів. Льодовий покрив та плаваючі айсберги перебувають у постійному русі під впливом вітрів та течій.

Наявність потужного льодового покриву визначає сезонність навігації в даному районі, обмежує мореплавання суден. Проведені геолого-гідрографічні дослідження материкової суші та шельфу морського дна даних районів передбачають наявність у їхніх надрах корисних копалин та багатих запасів енергоресурсів.

До недавнього часу важкі пакові льоди вважалися непрохідними, однак поява потужного атомного криголамного флоту та будівництво спеціалізованих суден льодового класу роблять можливими навігацію та перспективу освоєння цих районів. При плаванні в льодах необхідно знати та враховувати особливості умов, в яких здійснюється судноводіння, та способи забезпечення в них навігаційної безпеки.

5.2 Аналіз міжнародно-правового регулювання

5.2.1 Конвенція ООН з морського права

Конвенція ООН з морського права (стаття 234 «Покриті льодом райони») надає право прибережним державам приймати та забезпечувати дотримання недискримінаційних законів та правил з контролю, збереження та запобігання забрудненню морського середовища з суден у покритих льодом районах у межах виключної економічної зони, де особливо суворі кліматичні умови та наявність льодів протягом більшої частини року створюють перешкоди та підвищену небезпеку для судноплавства.

Цією конвенцією не тільки надаються особливі права, але й покладається особлива відповідальність за збереження морського середовища та навігаційно-гідрографічне забезпечення судноплавства (НГО) у даних районах. Цілком природно, що приарктичні держави, використовуючи свої права над прилеглими полярними водами на акваторії виключної економічної зони, здійснюють державне регулювання судноплавства за межами територіального моря в межах районів, покритих льодами більшу частину року (більше 6 місяців).

5.2.2 Регулювання судноплавства в арктичних водах Канади

Канада оголосила всі морські води, що примикають до її північного узбережжя, розташовані на північ від паралелі 60° північної широти та до меж виключної економічної зони, канадськими арктичними водами.

Прийнято та введено в дію закон «Про запобігання забрудненню арктичних вод».

Весь район канадських арктичних вод поділено на 16 зон, які називаються зонами контролю за безпекою судноплавства. При плаванні в цих зонах судна знаходяться під контролем канадських посадових осіб

(офіцерів), відповідальних за запобігання забрудненню. Для кожної зони вказані періоди, коли до неї можуть заходити судна певних льодових класів. На основі закону видані Правила про запобігання забрудненню арктичних вод із суден та Правила запобігання забрудненню арктичних вод.

Зазначені вище посадові особи мають широкі повноваження з контролю за судноплавством. Вони можуть піднятися на борт практично будь-якого судна (незалежно від його прапора), обстежити його для встановлення відповідності висунутим вимогам за конструкцією, навігаційному обладнанню, оснащеності, кваліфікації екіпажу тощо, заборонити плавання судна, вивести його із зони, поставити на якір.

За порушення закону та правил, насамперед за скидання забруднюючих речовин або неповідомлення про такий скидання чи загрозу забруднення, судно карається штрафом у розмірі до 100 тис. канадських доларів. Штрафу до 25 тис. канадських доларів можуть бути піддані судновласник та власник вантажу, які не надали докази своєї платоспроможності.

5.2.3 Полярний кодекс ІМО

З 1 січня 2017 року набув чинності Міжнародний кодекс для суден, що експлуатуються в полярних водах (Полярний кодекс), прийнятий Міжнародною морською організацією (ІМО). Резолюція 11 Манільської Дипломатичної конференції 2010 року про нові поправки до Конвенції та Кодексу ПДНВ рекомендувала урядам затвердити заходи, що забезпечують проходження такої підготовки капітанами та особами командного складу суден, які плавають у цих водах.

Кодекс встановлює обов'язкові заходи, що охоплюють безпеку (частина I-A) та запобігання забрудненню (частина II-A), а також рекомендаційні положення для обох (частини I-B та II-B). Кодекс вимагає від суден, що мають намір працювати у визначених водах Антарктики та Арктики,

подавати заявку на отримання Сертифіката полярного судна, який класифікує судно за категоріями:

- Категорія А – судна, спроектовані для експлуатації в полярних водах щонайменше в середньому однорічному льоду, який може включати включення старого льоду;
- Категорія В – судна, спроектовані для експлуатації в полярних водах щонайменше в тонкому однорічному льоді, який може включати включення старого льоду;
- Категорія С – судна, спроектовані для експлуатації в чистій воді або в льодових умовах менш суворих, ніж категорії А і В.

Судна повинні мати на борту Керівництво з експлуатації в полярних водах (Polar Water Operational Manual, PWOM), щоб надати власнику, оператору, капітану та екіпажу достатню інформацію про експлуатаційні можливості та обмеження судна для підтримки їхнього процесу прийняття рішень.

5.2.4 Вимоги до підготовки екіпажу

Розділ 12 Полярного кодексу про укомплектування екіпажем та підготовку вказує, що компанії повинні забезпечити, щоб капітани, старші помічники та офіцери, відповідальні за навігаційну вахту на суднах, що працюють у полярних водах, мали спеціальну підготовку.

Обов'язкові мінімальні вимоги до підготовки та кваліфікації капітанів та палубних офіцерів на суднах, що працюють у полярних водах, були прийняті Комітетом з безпеки на морі ІМО в листопаді 2016 року. Вони стали обов'язковими відповідно до Конвенції ПДНВ та Кодексу ПДНВ з 1 липня 2018 року.

5.2 Умови та фактори, що впливають на судноводіння в льодах

Судноводіння в льодах є найбільш складним та напруженим видом навігації. Льоди становлять перешкоду для вільного плавання. Можливість проходження через льоди залежить від характеру льоду - його товщини, форми, міцності та згуртованості (відносної площі видимого простору, покритої льодом), а також від потужності двигунів та міцності корпусу судна.

Характер льоду визначається географічними факторами (головним чином широтою району плавання) та часом року. У зимовий період лід утворюється практично у всіх морях, розташованих у широтах понад 45°. Моря Арктичного та Антарктичного басейнів мають льодові утворення протягом усього року. Можливість плавання в льодах обумовлюється його прохідністю, зумовленою його товщиною, міцністю та згуртованістю.

Згуртованість льоду - загальна площа, зайнята льодом у межах видимого простору, оцінюється в балах від 0 до 10. Прийнята класифікація льодів наведена в таблиці 5.1.

Таблиця 6.1 - Класифікація льодів

Вид льоду	Згуртованість, %	Бали
Рідкий лід	30	1-3
Розріджений лід	50	4-6
Згуртований лід	80	7-9
Суцільний або дуже згуртований лід	100	10

Найбільшу міцність лід має в період його утворення, тобто в осінньо-зимовий період. Цей лід має чистий зеленуватий відтінок. Навесні, в період танення, лід стає брудно-сірим, і міцність його мінімальна.

Фактори, що ускладнюють судноводіння в льодах:

- Часта та незакономірна зміна курсів та швидкості, зумовлена ударами льоду об корпус судна та навмисним маневруванням з метою обходу найбільш важких льодових перешкод;

- Фактична швидкість судна при плаванні в льодах не відповідає числу обертів рушіїв, визначеному на чистій воді;
- Велика ймовірність пошкодження льодами пристроїв, що висуюються під днище судна, виключає можливість використання лагів із приймальними трубками; використання лагів зі штевневим приймальним пристроєм ускладнюється внаслідок забивання приймального отвору дрібнобитим льодом;
- Відсутність плавучих засобів огороження навігаційних небезпек;
- Наявність льоду, як правило, супроводжується малою видимістю;
- Береговий припай ускладнює опізнавання берегової лінії на екрані радіолокатора.

5.2.1 Види плавання в льодах

Залежно від конкретних умов плавання в льодах може здійснюватися самотійно або під проводкою криголамів.

До самотійного плавання в льодах, лише протягом короткого строку, як правило, допускаються: малі судна з порівняно слабким корпусом - тільки в молодому льоду (сало, шуга, блінчастий лід, ніляс) товщиною менше 10 см; судна середнього водотоннажності - у суцільному льоду товщиною 10-15 см та в розрідженому льоду більшої товщини.

Норми згуртованості льоду та форми льодових утворень, що допускають самотійне плавання суден різних класів, встановлюються офіційними документами. Відповідно до Полярного кодексу ІМО (2017) та класифікації ІАКС (Міжнародної асоціації класифікаційних товариств), судна льодового класу поділяються на категорії від РС1 (найвищий клас для плавання в багаторічному арктичному льоду) до РС7 (для плавання в тонкому однорічному льоду). Судна категорії А за Полярним кодексом можуть працювати в середньому однорічному льоду, категорії В - в тонкому

однорічному льоду, категорії С - в льодових умовах, менш суворих за попередні.

Плавання в суцільному льоду товщиною понад 10-15 см можливе тільки під проводкою криголамів.

5.2.2 Льодова розвідка та прогнозування

Незалежно від плавання, що здійснюється самостійно або під проводкою криголамів, воно повинно бути забезпечене льодовою розвідкою та льодовим прогнозом. Вона проводиться, як правило, за допомогою авіації та супутників дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). З 2020-х років широко використовуються супутники із синтезованою апертурою радара (SAR), такі як Sentinel-1 (ЄС), RADARSAT (Канада), які забезпечують високоточні дані про товщину льоду, його дрейф та згуртованість навіть в умовах полярної ночі та поганої видимості.

Інформація про характер льоду може надходити також із суден, що знаходяться в районах моря, які цікавлять. У результаті льодової розвідки складаються відомості про характер льоду на різних ділянках запланованого маршруту переходу, визначаються межі льоду, місця ополонки та розводів (ополонька - стійкий простір чистої води серед льоду; розводдя - ділянка розрідженого льоду або чистої води серед згуртованих дрейфуючих льодів), виявляється наявність та положення айсбергів - льодових дрейфуючих гір, стамух - нагромаджень льоду на ґрунті.

Достовірно відомо, що підводна частина айсберга становить пропорцію з надводною один до п'яти, а іноді один до шести. Знаючи це правило, можна легко визначити за глибиною під кілем та висотою надводної частини айсберга, сидить він на міліні чи дрейфує. Плавання в районі скупчення айсбергів в умовах зниженої видимості (менше 0,5 милі або 926 метрів) є небезпечним.

5.2.3 Сучасні технології моніторингу та обробки даних

Система POLARIS (Polar Operational Limit Assessment Risk Indexing System), розроблена ІАКС у 2016 році, надає операторам суден інформацію для оцінки ризиків та визначення операційних обмежень у полярних водах. Система враховує льодовий клас судна, товщину та тип льоду, концентрацію льоду та інші фактори для визначення безпечних умов експлуатації.

Міжнародна служба льодового патруля (International Ice Patrol), що працює під егідою Берегової охорони США з 1914 року, відстежує та прогнозує траєкторії айсбергів у Північній Атлантиці, забезпечуючи судноплавство критично важливою інформацією про льодову обстановку.

Автоматична ідентифікаційна система (AIS) у поєднанні з супутниковим моніторингом дозволяє відстежувати рух суден у полярних регіонах у режимі реального часу, що значно підвищує безпеку навігації.

У результаті аналізу цих даних визначається рекомендований шлях подолання льоду. Дані льодової розвідки, нанесені на карту, передаються на судно через сучасні системи зв'язку, включаючи супутниковий інтернет та системи електронних навігаційних карт (ЕКНІС).

Швидкість зміни льодової обстановки, викликана дрейфом льоду, зумовлює необхідність проведення безперервної льодової розвідки протягом усього періоду переходу судна через ділянки з льодовим покривом.

Прогноз льодової обстановки складається гідрометеорологічною службою на основі аналізу гідрометеоеlementів та фізичних процесів, що відбуваються в повітрі та у воді. Сучасні чисельні моделі, такі як TOPAZ (Арктика) та HYCOM (глобальна), використовують дані супутників, буїв та автоматичних метеостанцій для прогнозування льодової обстановки з точністю до 7-10 днів. У прогнозі повідомляється очікуваний характер льоду, його можливі межі, передбачуваний рух льоду, видимість над льодом.

У необхідних випадках збір та обробка льодової інформації здійснюються спеціальними центрами. Такі центри функціонують у всіх

приарктичних державах: Національний центр льоду США (National Ice Center), Канадська служба льоду (Canadian Ice Service), Норвезька метеорологічна служба (MET Norway), які надають інформацію через портали NAVAREA (навігаційні райони) та спеціалізовані додатки для смартфонів. Ці центри безпосередньо керують проходженням суден; проводку криголамами організовують у найбільш важкопрохідних районах.

На всіх суднах, що знаходяться в льодах, повинні вестися систематичні спостереження за станом льодового покриву відповідно до вимог Polar Water Operational Manual (PWOM), обов'язкового за Полярним кодексом ІМО. Результати спостережень передаються в центри збору та обробки льодової інформації та використовуються для уточнення відомостей, що характеризують район плавання.

5.3 Вибір шляху при плаванні в льодах

Під час попередньої прокладки, що проводиться з урахуванням льодової інформації та льодових прогнозів, на карти наносять зручні для входу в лід ділянки. Крім того, на карти наносять лінії загального напрямку руху судна, оскільки заздалегідь намітити всі часткові курси неможливо.

Часткові курси повинні уточнюватися в процесі переходу за безпосередніми спостереженнями льодової обстановки, а також відповідно до вказівок центру, що керує переходом суден. При цьому замість найкоротшого шляху вибирається більш легкий шлях, який за тривалістю переходу виявляється найбільш вигідним, хоча й розташовується по ламаній лінії.

Сучасні системи планування маршруту:

Електронні картографічні навігаційні інформаційні системи (ЕКНІС), обов'язкові за Конвенцією СОЛАС з 2018 року для суден валовою місткістю понад 500 тонн, дозволяють інтегрувати дані льодової розвідки

в режимі реального часу. Спеціалізоване програмне забезпечення, таке як SPOS (Ship Performance Optimization System) та Bon Voyage System, враховує льодові умови, споживання палива та метеорологічні дані для оптимізації маршруту.

Система автоматичного планування маршруту (Automatic Route Planning) на основі штучного інтелекту аналізує супутникові дані про льодову обстановку та пропонує оптимальні варіанти проходу з урахуванням льодового класу судна та вимог Полярного кодексу.

Плавання по розводдях

Плавання без криголамів здійснюється, як правило, по розводдях. Загальний напрямок розводів повинен збігатися з лінією генерального курсу, і розводдя повинні сполучатися одне з одним або, в крайньому разі, розділятися слабкими перемичками.

Для забезпечення вибору таких розводів повинно бути організоване спостереження за станом льодів із найбільш піднесеного над рівнем моря місця судна. Сучасні судна обладнуються системами комп'ютерного зору та інфрачервоними камерами, які дозволяють виявляти розводдя та оцінювати товщину льоду навіть у умовах обмеженої видимості та полярної ночі.

Плавання в районі айсбергів

При плаванні в безпосередній близькості або між айсбергами обов'язково необхідні: відмінне знання маневрених можливостей свого судна, вибір безпечної швидкості та надійне кермове керування.

При сильному вітрі та відносно великій вітрильності судна айсберги слід обходити з підвітряного боку, оскільки через співвідношення розмірів своєї надводної та підводної частини вони в основному піддаються зносу течією та практично не піддаються вітровому дрейфу.

Сучасні засоби виявлення айсбергів:

Радіолокаційні системи X-band та S-band з функцією автоматичного виявлення та супроводження айсбергів (ARPA - Automatic Radar Plotting

Aid) дозволяють відстежувати до 100 об'єктів одночасно на відстані до 12 морських миль.

Системи інфрачервоного бачення (FLIR - Forward Looking Infrared) виявляють айсберги за різницею температур між льодом та водою навіть у повній темряві та тумані на відстані до 5-7 миль.

Міжнародна служба льодового патруля (IP) з 2015 року використовує супутники, літаки з радаром бокового огляду та автономні підводні апарати для відстеження айсбергів. Дані передаються через систему SafetyNET (частина GMDSS) безпосередньо на судна в режимі реального часу.

Безпечні відстані та форми айсбергів

Слід контролювати безпечну дистанцію, що залежить від висоти, форми та наявності підводної виступаючої частини айсберга, досить добре що спостерігається при наближенні до нього у вигляді світло-блакитної смуги води, що відступає на відстань до 100 метрів від надводної частини. Форма надводної частини айсберга є важливим фактором, оскільки існує небезпека її відшарування або відламування:

- Пірамідальний айсберг має гостроверху неправильну форму, його можна проходити на досить близькій відстані (рекомендована мінімальна відстань - 0,5 морської милі).
- Столоподібний (табулярний) айсберг має досить відвісні краї з можливими вертикальними тріщинами. Обходити такий айсберг слід на достатній відстані (рекомендована мінімальна відстань - 1 морська миля). За статистикою IP, табулярні айсберги становлять до 40% всіх айсбергів в Антарктиці та можуть досягати розмірів до 300 км у довжину.

Існує також небезпека перевертання айсбергів, особливо тих, що дрейфують. Дослідження 2020-2024 років показують, що приблизно 5-7% айсбергів перевертаються протягом свого життєвого циклу, при цьому створюються хвилі висотою до 10 метрів у радіусі 500 метрів.

Використання берегової ополонки

Нерідко вздовж берегів проток або вузькостей спостерігається берегова ополонька завдяки наявності торосистих утворень льоду або уламків айсбергів, що сидять на мілині, вздовж 10-20 метрової ізобати, які утворюють бар'єр та приймають на себе напір маси льоду з боку. Берегова ополонька може забезпечити можливість успішного плавання в обхід несприятливої льодової обстановки в протоці або у відкритому морі.

Однак слід уважно контролювати глибину, і якщо на карті відсутній достатній промірвання глибин, то від проходу слід утриматися, щоб уникнути посадки на мілину або тарану корпусу об підводну скелю. Сучасні багатопроменеві ехолоти (Multi-beam Echo Sounder) дозволяють сканувати дно в смузї шириною до 7 глибин, створюючи детальну 3D-карту рельєфу в режимі реального часу.

5.3.1 Ознаки наближення до кромки льодів

Основні ознаки наближення судна до кромки льодів з боку моря, вільного від льоду, такі:

1. Льодове небо (Ice Blink)

При наявності хмарності в напрямку льодів з'являється білуватий відблиск льоду на хмарах, що називається льодовим небом. У міру наближення до кромки льоду цей відблиск поступово збільшується як за висотою, так і за горизонтом. Якщо небо безхмарне, забарвлення небосхилу з боку льоду стає білуватим.

Сучасна інтерпретація: Це явище найкраще спостерігається при висоті хмар 500-2000 метрів та може вказувати на наявність льоду на відстані до 40-50 км. **Інфрачервоні супутникові знімки (MODIS, VIIRS)** дозволяють виявити льодове небо з космосу, допомагаючи уточнити положення кромки льоду.

2. Земна рефракція

З наближенням до кромки льоду земна рефракція значно зростає, що може бути виявлено вимірюванням нахилення видимого горизонту нахиломіром. Крім того, рефракція, що збільшується, дозволяє бачити льоди над горизонтом у вигляді блискучої білої смуги на фоні неба. Таке явище спостерігається при безхмарному небі та вітрі з боку льоду.

Сучасні додатки: Радіолокаційні системи з синтезованою апертурою (SAR) не залежать від рефракції та можуть виявити кромку льоду на відстані до 200-300 км незалежно від погодних умов.

3. Туман над льодом (Ice Fog)

Якщо теплий вітер дме в напрямку до кромки льодів та небо безхмарне, то на горизонті над льодом з'являється смуга туману, оскільки тепле повітря, проходячи над більш холодною підстильною поверхнею, насичується вологою. Якщо при ясному небі дме відносно холодний вітер, то це свідчить про наявність льоду в тому напрямку, звідки дме вітер.

4. Розподілений туман

Туман, що піднімається з усіх боків, свідчить про те, що якщо попереду по курсу - лід, то він не суцільний, а зі значними розводдями.

5. Зменшення хвилювання

Зменшення брижів із навітряного боку при наявності сильного вітру свідчить про появу льоду в напрямку, звідки дме вітер, оскільки лід заважає хвилеутворенню. Якщо ж вітер дме з моря, то в районі, близькому до кромки льоду, з'являється толокуша внаслідок накладання на вітрове хвилювання відбитих хвиль.

Сучасна оцінка: Супутникові альтиметри (наприклад, Sentinel-3) вимірюють висоту хвиль та можуть виявити зміни в хвилюванні, що вказують на присутність льоду на відстані до 100 км від кромки.

6. Зниження температури води

Понижение температури води. Цей признак справедливий тільки в тих випадках, коли лід був тривалий час нерухомий або переміщався в бік від спостерігача.

Сучасні датчики: Автоматичні системи моніторингу температури поверхні моря (SST - Sea Surface Temperature) з точністю до 0,1°C можуть виявити зміну температури, що вказує на наближення до льоду. **Інфрачервоні супутникові сенсори** надають карти температури поверхні моря з роздільною здатністю до 1 км.

7. Поява дрібних крижин

Поява дрібних крижин, коли вітер дме з боку льоду.

Важливе зауваження: Наведені ознаки слід мати на увазі та при роботі суднової РЛС, оскільки за її допомогою впевнено виявляються тільки торосисті льоди та уламки айсбергів. **Сучасні РЛС X-band (9-10 ГГц) краще виявляють дрібний лід, тоді як S-band (2-4 ГГц) ефективніші для виявлення великих льодових полів на великих відстанях.**

Ознаки при виході із зони льоду:

- Наявність «водяного» неба, тобто темних плям на хмарах у напрямку чистої від льоду води;
- Поява брижів;
- Поява дрібнобитого льоду, зламаного близьким хвилюванням.

Спостереження за станом льодів ведеться з найбільш піднесеного над рівнем моря місця на судні. **Сучасні судна обладнуються "вороняче гніздо" (crow's nest) на висоті 20-30 метрів над рівнем моря з опаленням та захистом від вітру, що дозволяє спостерігати льодову обстановку на відстані до 15-20 км візуально.**

Інтегровані системи спостереження:

Інтегровані навігаційні системи (INS - Integrated Navigation System) об'єднують дані від РЛС, ЕКНІС, супутникових систем, камер візуального спостереження та інфрачервоних сенсорів на одному екрані, надаючи капітану повну картину льодової обстановки в режимі реального часу.

Системи підтримки прийняття рішень (DSS - Decision Support System) аналізують всі доступні дані та надають рекомендації щодо

оптимального курсу, швидкості та стратегії проходження крізь льоди відповідно до льодового класу судна та вимог PWOM.

5.4 Підготовка судна до плавання в льодах

При підготовці судна до плавання в льодах повинні бути проведені такі заходи, що підвищують його живучість, а також живучість технічних засобів судноводіння:

- Додаткове кріплення набору корпусу в носовій частині судна аварійними брусами;
- Поповнення запасів аварійно-рятувального майна в місцях найбільшого тиску льоду, тобто в носовій та кормовій частинах судна, а також у районі мідель-шпангоута;
- Складання розкладу для членів екіпажу з боротьби з обледенінням механізмів, палуби, озброєння та надбудов судна;
- Встановлення постів у нижніх приміщеннях для виявлення можливого надходження води;
- Прибирання обладнання, що виступає за межі корпусу;
- Додатковий обігрів приміщень для забезпечення нормального режиму роботи засобів технічних систем судна;
- Збільшення диференту на корму для захисту від льоду гвинтів та рулів;
- Закріплення браги або іншого пристрою для кріплення буксирів.

Сучасні вимоги Полярного кодексу:

Керівництво з експлуатації в полярних водах (PWOM) повинно містити детальні інструкції щодо:

- Процедур перевірки корпусу перед входом у льоди;
- Управління баластом для оптимального диференту;
- Моніторингу систем опалення та вентиляції;

- Процедур екстреної евакуації в умовах низьких температур.

Додаткове обладнання для тривалого плавання

При підготовці до тривалого плавання в льодах корпус судна оглядається в доці, а виявлені дефекти усуваються. Крім того, бронзові гвинти замінюються сталевими; створюється необхідний запас знімних лопатей на самому судні.

Судно додатково повинно бути обладнане надійними галогенними або світлодіодними прожекторами (бажано три прожектори в носовій частині судна), що дають надійне освітлення носового сектора по курсу судна на відстані не менше 1,5 кабельтових (278 метрів). Сучасні LED-прожектори потужністю 150-300 Вт забезпечують освітленість до 20 000 люменів при споживанні енергії на 80% меншому порівняно з галогенними, та мають термін служби до 50 000 годин.

Це дуже важливо при плаванні в сутінках та вночі. У районах дрейфуючого льоду, коли малі шматки льоду (у поперечнику 2-3 метри) досить овальної форми практично не виявляються на екранах РЛС та при відносно великій швидкості судна 8-10 вузлів можуть пошкодити його корпус.

Системи виявлення дрібного льоду:

Лазерні сканери (LIDAR - Light Detection and Ranging) з дальністю дії до 500 метрів виявляють льодові об'єкти розміром від 0,5 метра з точністю до 2 см, працюючи цілодобово незалежно від освітлення.

Акустичні системи виявлення льоду (Acoustic Ice Detection System) встановлюються на носу судна та виявляють лід під водою на відстані до 100 метрів, попереджаючи екіпаж про небезпеку.

Судна з недостатньо міцними корпусами при підготовці до тривалого плавання в льодах можуть забезпечуватися спеціальними зміцнюючими поясами у вигляді додаткової металевої або дерев'яної обшивки («шуби»). Сучасні судна льодового класу будуються відповідно до вимог IACS

Unified Requirements for Polar Ships (URI) з товщиною обшивки корпусу до 40-60 мм у льодовому поясі.

Навігаційне обладнання

Гідрографічна служба розгортає додаткову мережу засобів навігаційного обладнання з метою забезпечення можливо більш частих визначень місця суден, що знаходяться в льодах. З 2010-х років активно розгортається мережа диференціальних GPS-станцій (DGPS) в Арктиці, що забезпечує точність позиціонування до 1-3 метрів.

Вибір навігаційних карт

Слід приділити особливу увагу підбору використовуваних путьових карт. Райони Антарктиди в гідрографічному відношенні недостатньо вивчені. На картах Британського Адміралтейства та особливо на картах США багато неточностей, недосліджених місць з відсутністю належних промірів глибин, обриси берегів на деяких із них не відповідають реальному відображенню на екрані РЛС.

Електронні навігаційні карти (ENC - Electronic Navigational Charts) для полярних регіонів постійно оновлюються. Проєкт IBCAO (International Bathymetric Chart of the Arctic Ocean) створює детальні батиметричні карти Арктики з роздільною здатністю до 100 метрів. Проєкт IBCSO (International Bathymetric Chart of the Southern Ocean) виконує аналогічну роботу для вод Антарктики.

Супутникові системи Copernicus (ЄС) та Landsat (США) надають актуалізовані дані про берегову лінію та льодову обстановку, які інтегруються в ЕКНІС з періодичністю оновлення 3-7 днів.

5.5 Проводка суден криголами

Коли льодова обстановка виключає самостійне плавання суден, переходи здійснюються під проводкою криголамів у складі каравану. Невеликі каравани (одне, два судна, що проводяться) формуються

зазвичай у важкій льодовій обстановці, а також при малопотужних криголамах. Караван називають простим, якщо в його проводці бере участь один криголам; якщо між суднами, що проводяться, йде ще один або кілька криголамів, то караван називається складним.

Сучасна організація караванів:

Цифрова координація караванів здійснюється через спеціалізовані системи управління рухом суден у льодах. Система **e-Navigation** для **полярних вод** інтегрує AIS (Автоматичну ідентифікаційну систему), ECDIS (Електронну картографічну систему) та супутниковий зв'язок для координації руху каравану в режимі реального часу.

Міжнародні стандарти проводки встановлені **Циркуляром ІМО MSC.1/Circ.1519 "Guidance on voyage planning for passenger ships operating in remote areas"** та національними правилами приарктичних держав.

Формування каравану

Загальна довжина каравану залежить від довжини та ширини каналу, що залишається доступним для плавання. Заповнення льодом каналу, що пробивається криголамами, відбувається тим швидше, чим важчий лід і чим більше його дрейф.

Сучасні фактори, що впливають на формування каравану:

- **Льодовий клас суден:** Судна категорій А, В та С за Полярним кодексом групуються окремо для оптимізації швидкості каравану;
- **Розмір каналу:** Сучасні потужні криголами створюють канал шириною 40-50 метрів, що дозволяє проходження суден шириною до 35 метрів;
- **Швидкість затягування каналу:** Моделювання показує, що при температурі повітря -20°C канал у молодому льоду починає затягуватися через 20-30 хвилин, у багаторічному льоду - через 10-15 хвилин;

- **Дрейф льоду:** При швидкості дрейфу понад 0,5 вузла канал може зміщуватися на 10-15 метрів за годину.

Рух суден у каравані

Судна, що проводяться, йдуть у каналі, що прокладається криголамами, як правило, своїм ходом, дотримуючись призначених дистанцій. Ці дистанції повинні бути мінімальними, але водночас достатніми для погашення інерції при раптовій зупинці судна або криголама, що йде попереду.

Сучасні системи підтримки руху:

Системи динамічного позиціонування у льодах (Ice Dynamic Positioning) використовують дані GPS/GLONASS з точністю до 1 метра, дані від РЛС про положення країв каналу та автоматичне керування двигунами для утримання судна в центрі каналу.

Системи попередження зіткнень у каравані (Convoy Collision Avoidance System, CCAS):

- Моніторинг дистанції до судна попереду через РЛС та AIS з точністю ± 5 метрів;
- Автоматичний розрахунок гальмівного шляху з урахуванням типу льоду та стану каналу;
- Візуальна та звукова сигналізація при наближенні до мінімальної безпечної дистанції;
- Можливість автоматичного зниження швидкості при критичному зближенні.

Буксирування та аварійні ситуації

Потреба у буксируванні виникає при проводці в згуртованих льодах, під час стискання льодів, а також при пошкодженнях гвинтів або рулів суден, що проводяться.

Сучасне буксирне обладнання:

Синтетичні буксирні троси (Synthetic Towing Lines) з волокон HMPE (High Modulus PolyEthylene) витримують навантаження до 500 тонн при

вазі на 80% меншій порівняно зі сталевими тросами, та залишаються гнучкими при температурі до -60°C .

Системи швидкого розчеплення буксира (Quick Release Systems) дозволяють екіпажу розчепити буксирний трос за 10-15 секунд дистанційно з містка без виходу на палубу у надзвичайній ситуації.

Навігація та зв'язок

Вибір курсів проводиться на головному криголамі, де ведеться основна прокладка шляху каравану. Крім того, обчислення шляху повинно вестися на всіх судах, що проводяться. З метою взаємного контролю організовується періодична інформація про місця суден на призначені моменти часу.

Зв'язок криголамів із суднами, що проводяться, здійснюється по радіо або за допомогою гудків (сирен) за умовними сигналами.

Сучасні системи зв'язку та координації:

VHF радіозв'язок на виділених каналах:

- Канал роботи каравану (зазвичай VHF 67-73);
- Резервний канал для аварійного зв'язку;
- Канал для координації з льодовими центрами.

Супутниковий зв'язок Inmarsat FleetBroadband забезпечує:

- Передачу даних зі швидкістю до 432 кбіт/с для обміну картами льодової обстановки;
- Відеозв'язок між містками суден для координації складних маневрів;
- Інтернет-зв'язок для отримання метеорологічних та льодових прогнозів.

Система цифрового селективного виклику (DSC - Digital Selective Calling) дозволяє автоматично надсилати попередження всім суднам каравану одночасно.

Обмін даними через AIS:

- Точне позиціонування кожного судна в каравані;
- Швидкість та курс у режимі реального часу;

- Спеціальні повідомлення про маневри (Application Specific Messages).

VDES (VHF Data Exchange System) - нова система, що розгортається з 2024 року, забезпечує швидкість обміну даними до 300 кбіт/с для передачі детальної інформації про льодову обстановку між суднами каравану.

5.6 Стоянка на якорі в льодових умовах

Стоянка на якорі в льодових умовах можлива лише в тих випадках, коли місце стоянки захищене берегами або бар'єром із крижин, що стоять на міліні, або незламаним припаєм льоду.

Сучасні критерії вибору місця стоянки:

Відповідно до **Polar Water Operational Manual (PWOM)**, обов'язкового за Полярним кодексом ІМО, вибір місця стоянки на якорі повинен враховувати:

- Захищеність від дрейфуючого льоду;
- Глибину та характер ґрунту;
- Прогноз зміни льодової обстановки на найближчі 12-24 години;
- Можливість швидкої евакуації;
- Доступність для надання допомоги.

Системи моніторингу льодової обстановки під час стоянки:

Радіолокаційна система автоматичного спостереження (Ice Watch Radar System):

- Безперервне сканування акваторії в радіусі 3-5 морських миль;
- Автоматичне виявлення та відстеження дрейфуючих льодових полів;
- Розрахунок траєкторії та швидкості наближення льоду;
- Звукова та візуальна сигналізація при наближенні небезпечних льодових утворень на відстань менше 500 метрів;
- Запис і архівування даних про льодову обстановку.

Супутниковий моніторинг: Системи **Sentinel-1 SAR** надають оновлення льодової обстановки кожні 6-12 годин з роздільною здатністю до 10 метрів, що дозволяє відстежувати рух великих льодових полів.

Короткочасна стоянка серед дрейфуючого льоду

Короткочасна стоянка можлива й серед дрейфуючих рідких полів льоду. Але в цьому випадку має бути виявлена велика уважність, і все має бути готове до негайного знімання з якоря. Найменше зволікання може викликати втрату якоря та ланцюга внаслідок наваду великого поля льоду, яке судно не зможе зсунути в бажаному напрямку, а якір не повзе по ґрунту. Вимога швидкого знімання з якоря змушує мати мінімальну кількість якірного ланцюга за бортом, що, своєю чергою, робить стоянку на якорі ненадійною.

Сучасні процедури екстреної зйомки з якоря:

Система швидкого відлучення якоря (Quick Release Anchor System):

- Гідравлічний або пневматичний механізм відлучення якірного ланцюга за 30-60 секунд;
- Дистанційне керування з містка без необхідності виходу екіпажу на носову частину;
- Буй-маркер з GPS-передавачем автоматично прикріплюється до якоря при екстреному відлученні для можливості подальшого пошуку;
- Система працює при температурі до -40°C.

Процедура готовності до екстреної зйомки:

1. Головний двигун у режимі stand-by (готовність 15 хвилин);
2. Вахтовий помічник на містку веде безперервне спостереження;
3. Радіолокаційна вахта з відстеженням дрейфуючого льоду;
4. Якірна лебідка в режимі готовності до негайного підйому;
5. Екіпаж проінформований про можливість екстреної зйомки.

Рекомендована довжина якірного ланцюга у льодах:

- Замість стандартного співвідношення 5-7 глибин використовується 2-3 глибини;
- Мінімальна довжина: 40-50 метрів у захищених місцях;

- Максимальна тримальна сила зменшується на 60-70% порівняно зі стоянкою на чистій воді.

Альтернативні методи стоянки

Якщо є можливість, то краще не ставати на якір, а використовувати велике торосисте поле, що стоїть на мілині (такі поля на дрібних ділянках моря зазвичай є), розташувавшись з підвітру біля нього на одному з наявних на борту льодових якорів.

Льодовий якір:

Льодовий якір є однолапим якорем, що являє собою гак, який вставляється в лунку в льоду або зачіпляється за виступаючу крижину (рисунок 5.1).

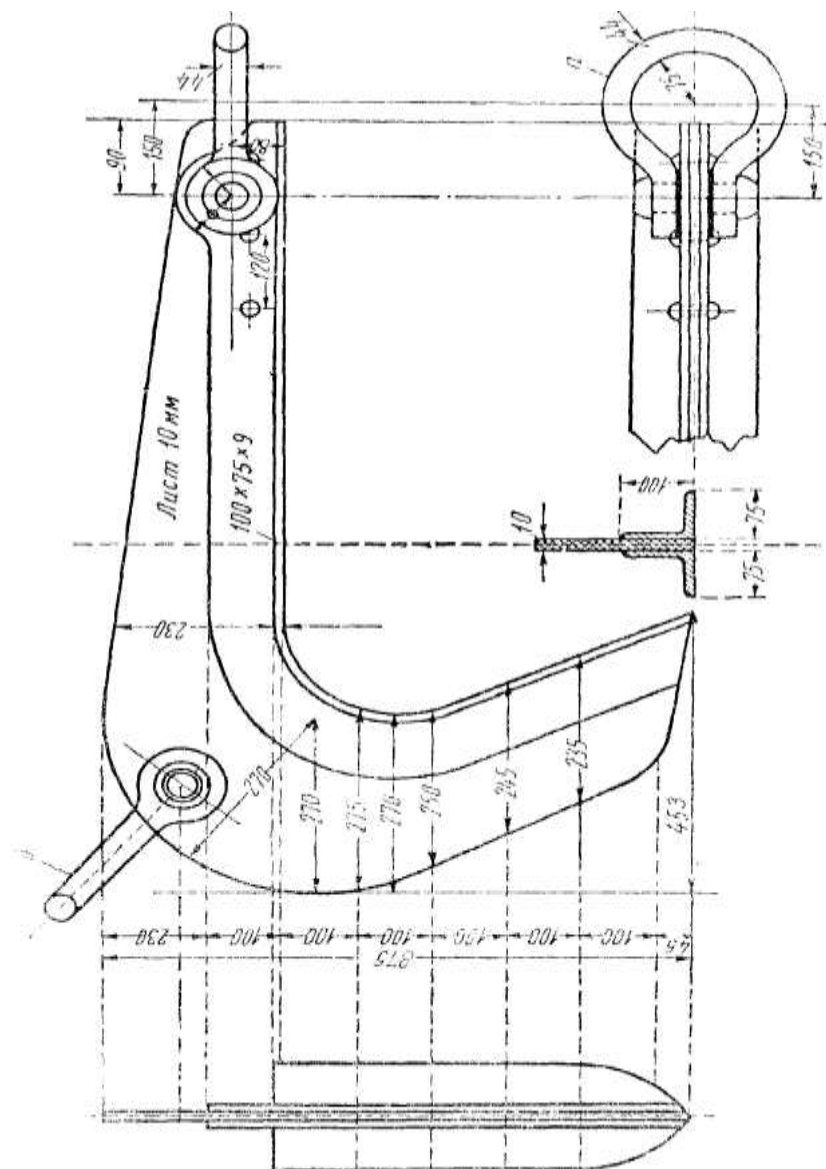


Рисунок 5.1 – Льодовий якір

Тримальна сила якоря залежить тільки від міцності льоду.

Сучасні конструкції льодових якорів:

Механічні льодові якорі:

- **Тип "Ice Hook":** Вага 50-150 кг, тримальна сила до 20 тонн у міцному льоду товщиною понад 1 метр;
- **Тип "Ice Screw":** Гвинтовий якір, що вкручується в лід на глибину до 1,5 метра, тримальна сила до 30 тонн;
- **Багатоточкові системи:** Використання 2-3 льодових якорів одночасно для збільшення надійності.

Вимоги Полярного кодексу до льодових якорів:

- Мінімум 2 льодових якорі на борту для суден категорій А та В;
- Синтетичні троси довжиною не менше 100 метрів, стійкі до температури до -50°C;
- Маркування та регулярна перевірка стану (кожні 6 місяців);
- Процедури використання описані в PWOM.

Контроль міцності льоду:

Портативні прилади для вимірювання товщини та міцності льоду:

- **Ультразвукові товщиноміри** визначають товщину льоду з точністю ± 2 см;
- **Бурові комплекти** для відбору кернів льоду та визначення його структури;
- **Термозонди** для вимірювання температурного профілю льоду, що впливає на його міцність.

Розрахунок тримальної сили льодового якоря:

$$F_{\text{holding}} = \sigma \times A \times k$$

де:

- F_{holding} - тримальна сила (кН);
- σ - міцність льоду на зсув (для морського льоду при -10°C: 400-600 кПа);
- A - площа контакту якоря з льодом (м²);

- k - коефіцієнт безпеки (зазвичай 0,5-0,7).

Приклад: Льодовий якір з площею контакту $0,2 \text{ м}^2$ у льоду міцністю 500 кПа: $F_{\text{holding}} = 500 \times 0,2 \times 0,6 = 60 \text{ кН}$ (≈ 6 тонн)

Стандартна процедура стоянки на якорі в льодах

Якщо все ж необхідно ставати на якір, то потрібно витратити мінімальну кількість якірного ланцюга, встановити ретельне спостереження за льодовою обстановкою та мати машину в повній готовності.

Чек-лист підготовки до стоянки на якорі в льодових умовах:

Перед постановкою на якір:

- Оцінка льодової обстановки на найближчі 12-24 години;
- Вибір захищеного місця з глибиною не менше 20 метрів;
- Визначення характеру ґрунту (пісок, мул, камінь);
- Оцінка швидкості та напрямку дрейфу льоду;
- Розрахунок безпечної відстані від берега та інших суден;
- Повідомлення про намір стати на якір у льодовий центр та інші судна в районі.

Під час стоянки:

- Безперервне радіолокаційне спостереження за льодовою обстановкою;
- Посилена вахта на містку (не менше 2 осіб);
- Головний двигун у готовності (warm stand-by);
- Моніторинг натягу якірного ланцюга;
- Контроль позиції судна через GPS кожні 15 хвилин;
- Регулярна оцінка стану льоду навколо судна;
- Готовність до екстреної зйомки з якоря.

При погіршенні умов:

- Запуск головного двигуна;
- Виклик усього екіпажу на станції;
- Підготовка до маневрування;
- Повідомлення в льодовий центр про зміну обстановки.

5.6.1 Альтернативні методи утримання позиції в льодах

1. Динамічне позиціонування (Dynamic Positioning in Ice):

Для суден, обладнаних системами DP, можливе утримання позиції в рідкому льоду (згуртованість до 3 балів) без якоря. **DP-системи класу Ice** враховують:

- Силу тиску льоду на корпус;
- Дрейф льодових полів;
- Вітрове навантаження;
- Течії під льодом.

Переваги: Можливість швидкого відходу, відсутність ризику втрати якоря.

Обмеження: Високе споживання палива (до 5 тонн на добу), вимагає льодовий клас не нижче РС6.

2. Метод упору "на укол" до айсберга:

Судно обережно підходить до айсберга з підвітряного боку та утримує позицію, працюючи малим ходом вперед. **Критично важливо:**

- Вибір стабільного айсберга (відсутність ознак перевертання);
- М'яке місце контакту без льодового тарану;
- Кут упору близько 90° до поверхні айсберга;
- Безперервний моніторинг стану айсберга;
- Готовність до негайного відходу.

Сучасні сенсори: Акустичні датчики на носу судна відстежують тріщини та зміни в структурі айсберга, попереджаючи про можливе відламування.

3. Метод "вклинювання в припай":

Судно на малій швидкості (не більше 1 вузла) входить у край припаю, руль перекладається для створення простору чистої води з одного боку.

Ефективно для:

- Висадки/посадки людей та вантажів;
- Короткочасних зупинок (до 6-8 годин);
- Захищених від хвилювання місць.

Вимоги безпеки: Товщина припаю не менше 50 см, відсутність тріщин, температура повітря не вище -5°C (інакше лід може танути).



Рисунок 5.2- Метод упору "на укол" до айсберга

Документування стоянки в льодах

Обов'язковий запис у судновому журналі:

- Час та координати постановки на якір;
- Льодові умови (тип, товщина, згуртованість льоду);
- Довжина витравленого якірного ланцюга;

- Глибина та характер ґрунту;
- Метеорологічні умови;
- Особливі обставини та заходи безпеки;
- Час зйомки з якоря та причини.

Звітування відповідно до PWOM:

- Усі стоянки в льодових умовах документуються як частина операційного запису;
- Відхилення від рекомендованих процедур мають бути обґрунтовані;
- Дані використовуються для аналізу безпеки та планування майбутніх операцій.

Навчання екіпажу:

Спеціалізовані курси згідно з STCW V/4:

- Процедури постановки на якор у льодах;
- Використання льодових якорів;
- Екстрена зйомка з якоря;
- Оцінка міцності льоду;
- Альтернативні методи утримання позиції.

Симуляторні тренування: Практика різних сценаріїв стоянки в льодових умовах, включаючи екстрені ситуації (підхід великого льодового поля, обрив якорного ланцюга, перекидання айсберга).

Статистика інцидентів (дані 2015-2024 рр.):

- 12% інцидентів під час стоянки на якорі в льодах пов'язані з втратою якоря;
- 8% - з пошкодженням корпусу дрейфуючим льодом;
- 3% - з непередбаченим рухом айсберга;
- Застосування сучасних систем моніторингу знизило кількість інцидентів на 65% за останні 10 років.

5.7 Висновки

Плавання в льодах є найскладнішим видом судноводіння, що вимагає досконалого поєднання професійної підготовки, сучасних технологій та суворого дотримання міжнародних стандартів безпеки.

Глобальне потепління робить полярні води доступнішими (цілорічна навігація можлива до 2065 року), але створює нові ризики через мінливість умов. Майбутнє за автономними суднами з AI, екологічним паливом, цифровими технологіями планування, але фундаментальні принципи залишаються незмінними: пріоритет безпеки, постійна увага до льодової обстановки, готовність до екстремальних ситуацій.

Ключові фактори успіху:

- **Регуляторна база:** Полярний кодекс ІМО та STCW V/4 створили єдину систему вимог, що знизилася кількість інцидентів на 60%;
- **Технології:** Супутниковий моніторинг, AI-системи, інерціальна навігація забезпечують точність та безперервність навігації незалежно від умов;
- **Льодова розвідка:** Національні центри та Міжнародна служба льодового патруля надають дані в режимі реального часу;
- **Підготовка екіпажу:** Спеціалізована освіта та симуляторні тренування мінімізують людський фактор;
- **Міжнародна співпраця:** Обмін даними, координація операцій, гармонізація стандартів.

Виклики та обмеження:

- Екстремальні метеоумови (тумани 30-40% днів, обмежена видимість, полярна ніч);
- Геомагнітні бурі (50-100 днів на рік створюють перешкоди навігації та зв'язку);
- Недостатня вивченість (50-65% вод без детальних карт);
- Непередбачуваність льодової обстановки через кліматичні зміни;

- Ризики зіткнення з айсбергами та пошкодження корпусу.

Безпечна навігація в льодах можлива лише за умови комплексного підходу - належна конструкція судна, кваліфікований екіпаж, використання всіх доступних технологій, систематична льодова розвідка, координація з льодовими центрами та консервативна оцінка ризиків. Жодна технологія не може повністю усунути загрози полярного середовища, тому професіоналізм, уважність та відповідальність кожного члена екіпажу залишаються вирішальними факторами безпеки судноплавства у високих широтах.

РОЗДІЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ

6.1 Розрахунок кількісних показників роботи судна в рейсі

Розрахунок виконаний на підставі завдання і даних, отриманих у попередніх розділах цієї дипломної роботи, взятих із суднової документації при роботі на переддипломної практиці, з довідкових матеріалів кафедри менеджменту і економіки морського транспорту, прейскурантів, тарифів та ін. Вихідні дані рейсу т/х «KARIN» з порту Walsoorden в порт La Spezia зведені в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 -Початкові дані для розрахунку рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Дедвейт т/х «KARIN»	D_w	тон	6577,5
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	247,3
3	Відстань між портами	L	милі	2332
4	Кількість навантаженого вантажу Вугілля	ΣQ_m	т	6000
5	Фрахтова ставка за 1т вантажу	f	\$/т	30
6	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	т/ доб.	6000
7	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	т/ доб.	5000
8	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	12,0
9	Швидкість в каналах, вузостях	v	кан. вуз.	8
10	Добова витрата палива на ходу: важке	q^6_x	тон/доб	9,0 0,2

Продовження табл.6.1

1	2	3	4	5
	Добова витрата палива на стоянці: легке	$q_{ст}$	тон/доб	0,4
11	Ціна 1 тони палива: важке легке	$C_{\text{в}}$ $C_{\text{л}}$	\$/т \$/т	550 700
12	Балансова вартість судна	$C_{бал}$	\$	810000
13	Річна норма амортизації	Ha	%	10
14	Позаексплуатаційний час	$T_{зе}$	діб.	15
15	Чисельність екіпажу	$Ч_{ек}$	чол.	14
16	Час затримки в дорозі	$t_{зат}$	год.	20
17	Додатковий час в портах стоянки	$t_{доод}$	год.	-
18	Заробітна платня	$R_{зн}$	\$/доб	1500
19	Витрати на технічне постачання	$R_{т.пос}$	\$/доб	170
20	Навігаційні витрати	$R_{нав}$	\$/доб	100
21	Портові збори	$R_{порт}$	\$	10200
22	Агентування суден	$R_{аг}$	\$/доб	100
23	Витрати на страхування судна	$R_{стр}$	\$/доб	120
24	Витрати на ремонт	$C_{рем}$	\$/мр.п.	300000
25	Вартість одного доковання	$C_{док}$	\$	5000

При розрахунку кількісних показників роботи судна в рейсі використовуємо дані рейсового завдання [70, 72].

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

$$D_q = D_w - G_{зан}, \quad (6.1)$$

$$D_q = 6577,5 - 247,3 = 6330,2 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

$$T_{екс} = T_{\kappa} - T_{\text{вз}}, \quad (6.2)$$

де T_{κ} - календарний період, приймаємо 365 діб;

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

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

$$t_x = 2332 / (12,0 \times 24) + 20 / 24 = 9,0 \text{ діб}$$

- стоянковий час:

$$t_{cm} = t_{cm}^n + t_{cm}^6 = \left(\frac{Q_1}{M_{n1}} \right) + \left(\frac{Q_1}{M_{e1}} \right) + t_{\text{дон}} \quad (6.4)$$

$$t_{cm} = 6000 / 6000 + 6000 / 5000 = 2,2 \text{ діб.}$$

- час рейсу складе:

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

$$t_p = 9,0 + 2,2 = 11,2 \text{ діб}$$

4. Розрахуємо провізну спроможність судна:

- зроблено тонно-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 6000 \times 2332 = 13992000 \text{ тонно-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_{\text{ч}} L = 6330,2 \times 2332 = 14762026 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

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

$$\Sigma F_{рейс} = 6000 \times 30 = 180000 \text{ $/рейс}$$

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

Постійні експлуатаційні витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

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

- витрати на заробітну плату ($R_{зн}$) 1400 \$/добу;

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

$$R_{хар} = Ч_{ек} \cdot n_{хар} \quad (6.8)$$

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

$$R_{хар} = 14 \times 12 = 168 \text{ $/добу};$$

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

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

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

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

$$R_{рем} = ((5000 + 300000) / 5) / 350 = 174 \text{ $/добу}$$

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

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

$$R_{ам} = (810000 \times 0,1) / 350 = 231 \text{ \$/добу};$$

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

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

де $H_{сн}$ - норма постачання;

$$R_{сн} = (810000 \times 0,02) / 350 = 46 \text{ \$/добу};$$

- витрати на технічне постачання ($R_{т.нос.}$) 170 \\$/добу;
- навігаційні витрати, \\$/добу ($R_{нав}$) 100 \\$/добу;
- портові збори ($R_{порт}$) 10200 \\$/рейс;
- витрати з агентування ($R_{аг}$) 100 \\$/добу;
- витрати на страхування ($R_{стр}$) 120 \\$/добу.

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

$$R_{екс} = 1400 + 168 + 174 + 231 + 46 + 170 + 100 + 10200 / 11,2 + \\ + 100 + 120 = 3420 \text{ \$/ добу}$$

7. Розрахуємо непрямі (адміністративно-управлінські)

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

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

$$R_{кос.} = 3420 \times 0,02 = 68 \text{ \$/добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{заг} = 3420 + 68 = 3488 \text{ \$/добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{заг.екс} = 3488 \times 11,2 = 39066 \text{ \$/рейс}$$

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

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

$$R^m_x = k_{см} \cdot q_x \cdot U_m \quad (6.15)$$

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

$$R^m_x = 1,1 \times 9,0 \times 550 = 5445 \text{ \$/ добу}$$

$$R^l_x = 1,1 \times 0,2 \times 700 = 154 \text{ \$/ добу}$$

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

$$R^l_{см} = k_{см} \cdot q_{см} \cdot U_{л} \quad (6.16)$$

$$R^l_{см} = 1,1 \times 0,4 \times 700 = 308 \text{ \$/ добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

$$\Sigma R_{неп} = (R^m_x \cdot t_x) + (R^l_{см} \cdot t_{см}) \quad (6.17)$$

$$\Sigma R_{неп} = (5445 + 154) \times 9,0 + 308 \times 2,2 = 51069 \text{ \$/рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{рейс} = 39066 + 51069 = 90135 \text{ \$/рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

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

$$\Sigma \Pi_{рейс} = 180000 - 90135 = 89865 \text{ \$/рейс}$$

Прибуток судна т/х «KARIN» з порту Walsoorden в порт La Spezia з вантажем за рейс склав 89865 \$/рейс.

6.2 Розрахунок якісних показників роботи судна в рейсі

Якісні показники роботи судна в рейсі розраховуємо за методикою: [72].

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

$$K_e = \frac{T_{екс}}{T_k}, \quad (6.20)$$

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

2. Коефіцієнт завантаження судна:

$$\alpha_z = \frac{\Sigma Q}{\Sigma D_{ч}}, \quad (6.21)$$

$$\alpha_z = 6000 / 6330,2 = 0,748$$

3. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

$$V_{cp.} = \frac{L}{t_x}, \quad (6.22)$$

$$V_{cp} = 2332 / 9,0 = 259$$

4. Коефіцієнт ходового часу:

$$\varepsilon_x = \frac{t_x}{t_p}; \quad (6.23)$$

$$\varepsilon_x = 9,0 / 11,2 = 0,804$$

5. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

$$\mu_6 = \alpha_3 \cdot V_{cp.} \cdot \varepsilon_x, \quad (6.24)$$

$$\mu_6 = 0,748 \times 259 \times 0,804 = 155,760528$$

6. Валова прибутковість одних судно-днів:

$$\mu = \Sigma F_{рейс} / t_p, \quad (6.25)$$

$$\mu = 180000 / 11,2 = 16071 \text{ \$}/\text{доба}$$

7. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

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

$$S_m = 90135 / 6000 = 15,02 \text{ \$}/\text{т}$$

8. Собівартість 1 тонно-милі в рейсі:

$$S_{m-m} = \Sigma R_{рейс.} / \Sigma Ql, \quad (6.27)$$

$$S_{m-m} = 90135 / 13992000 = 0,0064419 \text{ \$ / т-м}$$

9. Собівартість утримання судна в добу експлуатації:

$$S_{c-c} = \Sigma R_{рейс} / t_p \quad (6.28)$$

$$S_{c-c} = 90135 / 11,2 = 8048 \text{ \$ / доба.екс}$$

10. Рівень дохідності являє відношення доходів до витрат:

$$PF = \Sigma F_{рейс} / \Sigma R_{рейс} \quad (6.29)$$

$$PF = 180000 / 90135 = 2,0$$

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

6.3 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$Ч_p = T_{екс} / t_p \quad (6.30)$$

$$Ч_p = 350 / 11,2 = 31,25$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

$$\Sigma Q_{екс} = \Sigma Q Ч_p \quad (6.31)$$

$$\Sigma Q_{екс} = 6000 \times 31,25 = 187500 \text{ т / рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

$$\Sigma Ql_{екс} = \Sigma Ql \chi_p \quad (6.32)$$

$$\Sigma Ql_{екс} = 13992000 \times 31,25 = 437250000 \text{ т-миль} / \text{рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

$$\Sigma F_{екс} = \Sigma F_{рейс} \cdot \chi_p \quad (6.33)$$

$$\Sigma F_{екс} = 180000 \times 31,25 = 5625000 \text{ \$} / \text{рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma R_{екс} = R_{рейс} \cdot \chi_p \quad (6.34)$$

$$\Sigma R_{екс} = 90135 \times 31,25 = 2816719 \text{ \$} / \text{рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma \Pi = \Pi_p \chi_p \quad (6.35)$$

$$\Sigma \Pi = 89865 \times 31,25 = 2808281 \text{ \$} / \text{рік}$$

7. Рівень дохідності роботи судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma PF = \Sigma F_{екс} / \Sigma R_{екс} \quad (6.36)$$

$$PF = 5625000 / 2816719 = 2,0$$

Для оцінка ефективності виконаного рейсу і роботи судна за експлуатаційний період зведем розрахункові дані в таблицю 6.2.

Таблиця 6.2 - Кількісні і якісні показники виконаного рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Валовий дохід	F	\$	180000
2	Затрати загальні	R	\$	90135
3	Прибуток	Π	\$	89865
4	Коефіцієнт ходового часу	ε_x		0,804
5	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	милі/доб	247
6	Дохідність судна	μ	\$/ доб	16071
7	Рівень дохідності	PF		2,0
8	Собівартість перевезення 1 т вантажу	S_T	\$/т	15,02
9	Собівартість 1 т-милі	S_{T-M}	\$/т-м	0,0064419
10	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	S_{C-C}	\$/доб.	8048

В результаті проведених розрахунків, наведених у таблиці 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень дохідності 2,0, прибуток 89865 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 2808281 \$. Судно «KARIN» 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)

Вантажне судно стоїть на якорі в районі зовнішнього рейду порту. Отримано повідомлення про вибух на території перевантажувального комплексу для контейнерів. Передбачувана причина вибуху - терористичний акт. В результаті інциденту сталося руйнування контейнера-цистерни і розлив 8 т зрідженого хлору, що є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). Характер розливу - «вільно». На території порту оголошено сигнал терористичної загрози.

Метеорологічні умови на момент аварії: час доби - день, 15.00, температура повітря 0°, швидкість вітру 6 м / с, вітер - зустрічний, суцільна хмарність. Відстань від судна до місця аварії - 4 км. Місцевість відкрита, характер - водна поверхня.

Виконати оперативний прогноз хімічної обстановки на час через 1 годину після аварії. Запропонувати заходи щодо зменшення можливих втрат серед екіпажу судна. Визначити заходи зі спостереження за обстановкою на борту судна і за територіями, прилеглими до судна, що забезпечують охорону 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 «Охоронні заходи і цивільна оборона на судні» дипломних робіт).

1) Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря

За заданими метеорологічними умовами (час доби - день, швидкість вітру 6 м/с, суцільна хмарність) за допомогою таблиці 7.1 визначаємо: на момент виникнення надзвичайної ситуації ступінь вертикальної стійкості повітря. 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.

Еквівалентна кількість $Q_{\text{э1}}$ (т) речовини у первинній хмарі дорівнює

$$Q_{\text{э1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0 = 0,18 \cdot 1,0 \cdot 0,23 \cdot 0,6 \cdot 8 = 0,1987 \text{ т}$$

де: $K_1 = 0,18$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання аміаку (табл. 7.2); $K_3 = 1,0$ – коефіцієнт, рівний відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодозе аміаку (табл. 7.2); $K_5 = 0,23$ – коефіцієнт, що враховує

ступінь вертикальної стійкості повітря для ізотермія (для інверсії приймається рівним 1, для ізотермії – 0,23, для конвекції – 0,08); $K_7^1 = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря на швидкість утворення первинної хмари (табл. 7.2); $Q_0 = 8$ т – кількість вилитого при аварії хлору.

Таблиця 7.2 - Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Назв а СДОР	Щільність СДОР, т/ м³		Температура кипіння, °С	Порогова токсодоза, мг•хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів							
	Ізотермічне зберігання				К1	К2	К 3	К7 для температури повітря (°С)				
								- 40	- 20	0	2 0	40
Хлор	0,006 2	1,558	-34,1	0,6	0,1 8	0,05 2	1, 0	<u>0</u> 0, 9	<u>0</u> 3 1	<u>0</u> 6 1	<u>1</u> 1	<u>1</u> 4 1

Примітка:

1. У таблиці наведені значення K7 у чисельнику - K_7^I (для первинної хмари), в знаменнику - K_7^{II} (для вторинної хмари).

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

Площа розливу S_p (м²) хлору дорівнює:

$$S_p = \frac{V_p}{h} = \frac{Q_0 / \rho}{h} = \frac{8 / 1,558}{0,05} = 102,7 \text{ м}^2,$$

де: V_p – об'єм хлору, що розлився, м^3 ; $Q_o = 8 \text{ т}$ – кількість хлору, що розлився при аварії; $\rho = 1,558 \text{ т/м}^3$ – щільність хлору (табл. 7.2); $h = 0,05 \text{ м}$ – товщина шару хлору (для характеру розливу – «вільно»).

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.) хлору.

$$T = \frac{h \cdot \rho}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{II}} + \frac{1}{K_m \cdot v_{\pi}} = \frac{0,05 \cdot 1,558}{0,052 \cdot 2,67 \cdot 1} + \frac{1}{1 \cdot 35} = 0,59 \text{ год.} = 0 \text{ год. } 35 \text{ хв.,}$$

де: $K_2 = 0,052$ – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей хлору (табл. 7.2); $K_4 = 2,67$ – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (табл. 7.3); $K_7^{II} = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення вторинної хмари (табл. 7.2); $K_m = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари хлору (табл. 7.4); $v_{\pi} = 35 \text{ км/год}$ – швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря (табл. 7.5).

Таблиця 7.3 - Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

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

Таблиця 7.4 - Значення коефіцієнту K_m залежно від впливу характеру місцевості

Рельєф місцевості, вид рослинності і забудови	Вертикальна стійкість повітря		
	конвекція	ізотермія	інверсія
Водна поверхня, відкрита місцевість	1	1	1
Міська (промислова) забудова	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 вертикальної стійкості повітря	Швидкість вітру (u), м/с									
	$1 \leq$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Інверсія	5	10	16	21	-	-	-	-	-	-
Ізотермія	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59
Конвекція	7	14	21	28						

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

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

$$Q_{32} = (1-0,18) \cdot 0,052 \cdot 0,013 \cdot 2,67 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 8 / (0,05 \cdot 1,558) = 0,035 \text{ т}$$

де: $K_1 = 0,18$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (табл. 7.2); $K_3 = 0,013$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози даного СДОР (табл. 7.2); $K_5 = 0,23$ – коефіцієнт, який враховує ступень вертикальної стійкості повітря для ізотермії (для інверсії приймається рівним 1, для ізотермії – 0,23, для конвекції – 0,08); $K_6 = N^{0,8} = 1^{0,8} = 1$ – 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.

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 и 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
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,20

Для первинної хмари $Q_{\text{в1}} = 0,1987$ т та швидкості вітру $u = 6$ м/с глибина зони зараження буде дорівнювати: $\Gamma_1 = 0,64$ км.

Для $Q_{\text{в2}} = 0,035$ т та швидкості вітру $u = 6$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою хлору: $\Gamma_2 = 0,27$ км.

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 0,64 + 0,5 \cdot 0,27 = 0,775 \text{ км,}$$

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

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

$$\Gamma_{\Pi} = N \cdot v_{\Pi} = 1 \cdot 35 = 35 \text{ км.}$$

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

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{matrix} \right\} = 0,775 \text{ км.}$$

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

$$S_v = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^\circ = 3,14 \cdot 0,775^2 \cdot 45^\circ / 360^\circ = 0,236 \text{ км}^2,$$

де: $\Gamma = 0,775$ км – розрахункова глибина зони зараження; $\varphi = 45^\circ$ - кутовий розмір зони зараження (табл. 7.7).

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

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

Визначаємо площу зони фактичного зараження S_f (км²):

$$S_f = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 0,775^2 \cdot 1^{0,2} = 0,08 \text{ км}^2,$$

де: $K_8 = 0,133$ – коефіцієнт, що залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря – ізотермії (при інверсії приймається 0,081; при ізотермії – 0,133; при конвекції – 0,235).

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

Територія можливого хімічного зараження представляє собою сектор, що має кутовий розмір $\varphi = 45^\circ$ (табл. 7.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 0,775$ км. Центр сектора співпадає з джерелом зараження – місцем розливу хлору. Бісектриса сектора співпадає з віссю сліду хмари та орієнтована по напрямку вітру.

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

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ_1 (км):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_1} \right)^\Psi = 1,20 \cdot 1 \cdot \left(\frac{0,2337}{6} \right)^{0,537} = 0,21 \text{ км},$$

де: $\lambda = 1,20$; $\Psi = 0,537$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (табл. 7.8); $Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0,1987 + 0,035 = 0,2337 \text{ т}$ – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару; $D_1 = 6 \text{ мг.хв/л}$ – летальна токсодоза для хлору.

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

Коефіцієнти	Швидкість вітру (u), м/с							
	1 и 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):

$$\Gamma_{0,41} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,41}} \right)^\Psi = 1,20 \cdot 1 \cdot \left(\frac{0,2337}{2,4} \right)^{0,580} = 0,31 \text{ км},$$

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

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

$$\Gamma_{0,21} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,21}} \right)^\Psi = 1,20 \cdot 1 \cdot \left(\frac{0,2337}{1,2} \right)^{0,580} = 0,465 \text{ км},$$

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

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 0,775$ км.

б) 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:

$$t = \frac{x}{K_M \cdot v_{\Pi}} = \frac{4}{1 \cdot 35} = 0,11 \text{ год} = 7 \text{ хв}$$

де: $x = 4$ км – відстань від джерела зараження до заданого об'єкту.

7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження території в результаті аварійного розливу хлору з контейнера-цистерни показала, що хмара зараженого повітря досягне межі житлової надбудови судна, де укритися екіпаж, через 7 хв. В результаті утворення зони хімічного зараженого приміщення надбудови судна, де знаходиться екіпаж судна, потрапляють поза зони легких уражень, що у свою чергу не утворює загрози для життя моряків. Це не ускладнює можливість проведення ефективних заходів по ліквідації наслідків розливу хлору.

При досить швидкому підході зараженого повітря до житлової надбудови дія вражаючих концентрацій хмари може тривати майже 35 хвилин. Сила вітру (6 м/с) забезпечує збереження вражаючих концентрацій на глибині до 0,775 км.

Для зменшення людських втрат пропонується виконати наступні заходи:

- якнайскоріше прибрати усіх людей з палуби всередину надбудови судна;

- по можливості максимально герметизувати усі приміщення в надбудові судна, в яких укритися екіпаж;
- використати наявні на судні дихальні апарати, при цьому забезпечити контроль часу знаходження людей в апаратах (захисна дія дихальних апаратів обмежена часом у 30 хв.);
- по можливості розгорнути судно за вітром, щоб хмара зараженого повітря рухалася в бік від надбудови судна;
- встановити контроль концентрації СДОР на відкритому повітрі і в повітрі приміщень судна;
- підготувати екіпаж до можливої евакуації.

7.2 Розподіл обов'язків та відповідальності щодо забезпечення охорони судна

Розподіл обов'язків і відповідальності членів екіпажу, залучених до охорони судна, визначається наказом капітана. Перш за все, це відноситься до вахтового помічника капітана та персоналу палубної вахти, до вахтового механіка та персоналу машинної вахти, до персоналу, відповідального за своїм завідуванням.

Основним видом виконання судновим екіпажем службових обов'язків по забезпеченню охорони судна є суднова вахтова служба. Вахтовий помічник капітана є головним судновим вахтовим начальником, який очолює суднову вахтову службу. Він підкоряється тільки капітану і несе відповідальність за безпечну експлуатацію судна. З питань охорони судна вахтовий помічник капітана також підпорядковується особі командного складу, відповідальній за охорону судна, і виконує покладені на вахтового помічника обов'язки з охорони.

Зобов'язання та відповідальність вахтового помічника капітана:

- забезпечує постійне несення радіовахти, проводить регулярні перевірки зв'язку;
- при отриманні вказівки Адміністрації про зміну рівня охорони доповідає про це капітану та особі командного складу, відповідальній за охорону судна;
- спільно з особою командного складу, що відповідальна за охорону судна, організовує виконання вахтовим персоналом заходів з охорони для відповідного рівня охорони; при необхідності виділяє і залучає додатковий персонал;
- здійснює контроль ефективного виконання заходів з охорони, передбачених планом охорони судна; при наявності невідповідностей та недоліків вживає заходи щодо їх усунення, доповідає капітану та особі командного складу, відповідальній за охорону;
- організовує дії, спрямовані на підготовку судна до швидкого реагування на зміну рівня охорони (при встановленні рівня 2 або 3);
- проводить інструктаж вахтового персоналу з питань охорони і керує його діями.

Вахтовий механік очолює машинну вахтову службу. Він підпорядковується вахтовому помічникові капітана і несе відповідальність за контроль та управління судновою енергетичною установкою і технічними засобами. З питань охорони судна вахтовий механік підпорядковується також особі командного складу, відповідальній за охорону судна, і виконує покладені на вахтового механіка обов'язки з охорони.

Зобов'язання і відповідальність вахтового механіка:

- виконує вказівки вахтового помічника капітана та особи командного складу, відповідальній за охорону судна, які стосуються підтримки відповідного рівня охорони або переходу на новий рівень охорони;
- організовує та забезпечує виконання заходів з охорони, передбачених планом охорони судна, із залученням персоналу машинної вахти.

- доповідає вахтовому помічнику та особі командного складу, відповідальній за охорону судна, про всі недоліки або невідповідності та вживає заходів щодо їх усунення;

- проводить інструктаж персоналу машинної вахти з питань охорони і керує його діями.

Загальне керівництво з вирішення всіх питань, пов'язаних із забезпеченням охорони, здійснює особа командного складу, відповідальна за охорону судна (офіцер з охорони судна). Особа командного складу, відповідальна за охорону судна, підзвітна капітану.

Обов'язки з охорони судна додатково включені в коло вже існуючих прямих обов'язків суднового екіпажу.

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 плавання в льодах є найскладнішим видом судноводіння, що вимагає досконалого поєднання професійної підготовки, сучасних технологій та суворого дотримання міжнародних стандартів безпеки. Впровадження Полярного кодексу ІМО та STCW V/4 створило єдину систему вимог, що знизилася кількість інцидентів на 60%. Успіх забезпечується інтеграцією супутникового моніторингу, AI-систем, інерціальної навігації, даних національних льодових центрів та Міжнародної служби льодового патруля в режимі реального часу, а також спеціалізованою підготовкою екіпажів через симуляторні тренування. Однак екстремальні виклики залишаються значними: тумани 30-40% днів, геомагнітні бурі 50-100 днів на рік, недостатня картографованість 50-65% полярних вод, непередбачуваність льодової обстановки через кліматичні зміни та постійний ризик зіткнення з айсбергами.

Безпечна навігація в льодах можлива лише за умови комплексного підходу - належна конструкція судна відповідного льодового класу, кваліфікований екіпаж з сертифікатами STCW V/4, використання всіх доступних технологій, систематична льодова розвідка, координація з льодовими центрами та консервативна оцінка ризиків. Жодна технологія не може повністю усунути загрози полярного середовища, тому професіоналізм, уважність та відповідальність кожного члена екіпажу залишаються вирішальними факторами безпеки судноплавства у високих широтах.

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. International convention on Load Lines, 1966/1988 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896_007
21. Николаева Л. Л. Коммерческая эксплуатация судна: учебн. [для студ. высш. учебн. зав.] / Л. Л. Николаева. – Одесса: Феникс, 2006. – 754 с.
22. Савчук В. Д. Технологія перевезення вантажів : підруч. / В. Д. Савчук. – Одеса : ВидавІнформ, 2008. – 335 с.
23. Adoption of the International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code), Resolution MSC.267(85).
24. International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk (International Grain Code). – London: International Maritime Organization, 1991. – 35 p.
25. Правила класифікації та побудови морських суден. В 5-ти т. Том 2. – Київ: Регістр судноплавства України, 2014.
26. Справочник по теории корабля: В трех томах. Том 2. Статика судов. Качка судов/Под ред. Я. И. Войткунского. – Л.: Судостроение, 1985. – 440 с.
27. Сизов В.Г. Теория корабля: Учебник. Издание 4-е., переработанное и дополненное. – Одесса: Фенікс, 2008. – 464 с.
28. Максимаджи А.И. Капитану о прочности судна: Справочник. – Л.: Судостроение, 1988. – 224 с.
29. International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code)
30. Code of Practice for the Safe Loading and Unloading of Bulk (BLU Code)
31. International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk (Grain Code)
32. Thomas Stowage: The Properties and Stowage of Cargoes

- 33.Винников В.В. Экономика предприятия морского транспорта (экономика морских перевозок): - 3 изд., перераб. доп. – О.: Феникс, 2011. – 944 с.
- 34.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.
- 35.Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи. Одеса: НУ «ОМА», 2017, с. 20.
- 36.United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS), 1982. Article 234 - Ice-covered areas.
- 37.International Maritime Organization. International Code for Ships Operating in Polar Waters (Polar Code). Resolution MSC.385(94), adopted 21 November 2014. Entry into force: 1 January 2017.
- 38.International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW), 1978, as amended. Regulation V/4 - Mandatory minimum requirements for the training and qualifications of masters and deck officers on ships operating in polar waters. Manila Amendments, 2010. Entry into force: 1 July 2018.
- 39.International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), 1974, as amended. Chapter XIV - Safety measures for ships operating in polar waters.
- 40.International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78). Annex I - Regulations for the Prevention of Pollution by Oil. Special requirements for ships operating in polar waters.
- 41.International Association of Classification Societies (IACS). Unified Requirements concerning Polar Class (URI). Latest edition, 2024.
- 42.DNV GL. Rules for Classification of Ships. Part 5 Chapter 1 - Ships for Navigation in Ice. January 2024.
- 43.Lloyd's Register. Rules and Regulations for the Classification of Ships. Part 6 Chapter 1 - Additional Class Notations. Polar Class Requirements, 2024.

- 44.American Bureau of Shipping (ABS). Guide for Vessels Operating in Low Temperature Environments. Updated 2023.
- 45.Russian Maritime Register of Shipping. Rules for the Classification and Construction of Sea-Going Ships. Part XIII - Materials and Welding. Ice Class Requirements, 2023.
- 46.IMO. Guidance on Methodologies for Assessing Operational Capabilities and Limitations in Ice. MSC.1/Circ.1519, 6 June 2015.
- 47.IMO. Guidelines for Ships Operating in Polar Waters. Resolution A.1024(26), adopted 2 December 2009.
- 48.IMO. Guidance on the Preparation of a Polar Water Operational Manual (PWOM). MEPC.1/Circ.852, 13 July 2015.
- 49.IMO. Enhanced Contingency Planning Guidance for Passenger Ships Operating in Areas Remote from SAR Facilities. MSC.1/Circ.1184, 31 May 2006.
- 50.IMO. Revised Guidelines for Formal Safety Assessment (FSA) for use in the IMO Rule-Making Process. MSC-MEPC.
- 51.United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS), 1982. Article 234 - Ice-covered areas.
- 52.International Maritime Organization. International Code for Ships Operating in Polar Waters (Polar Code). Resolution MSC.385(94), adopted 21 November 2014. Entry into force: 1 January 2017.
- 53.International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW), 1978, as amended. Regulation V/4 - Mandatory minimum requirements for the training and qualifications of masters and deck officers on ships operating in polar waters. Manila Amendments, 2010. Entry into force: 1 July 2018.
- 54.International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), 1974, as amended. Chapter XIV - Safety measures for ships operating in polar waters.

55. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78). Annex I - Regulations for the Prevention of Pollution by Oil. Special requirements for ships operating in polar waters.
56. International Association of Classification Societies (IACS). Unified Requirements concerning Polar Class (URI). Latest edition, 2024.
57. DNV GL. Rules for Classification of Ships. Part 5 Chapter 1 - Ships for Navigation in Ice. January 2024.
58. Lloyd's Register. Rules and Regulations for the Classification of Ships. Part 6 Chapter 1 - Additional Class Notations. Polar Class Requirements, 2024.
59. American Bureau of Shipping (ABS). Guide for Vessels Operating in Low Temperature Environments. Updated 2023.
60. IMO. Guidance on Methodologies for Assessing Operational Capabilities and Limitations in Ice. MSC.1/Circ.1519, 6 June 2015.
61. IMO. Guidelines for Ships Operating in Polar Waters. Resolution A.1024(26), adopted 2 December 2009.
62. IMO. Guidance on the Preparation of a Polar Water Operational Manual (PWOM). MEPC.1/Circ.852, 13 July 2015.
63. IMO. Enhanced Contingency Planning Guidance for Passenger Ships Operating in Areas Remote from SAR Facilities. MSC.1/Circ.1184, 31 May 2006.
64. IMO. Revised Guidelines for Formal Safety Assessment (FSA) for use in the IMO Rule-Making Process. MSC-MEPC.2/Circ.12/Rev.2, 9 April 2018.

ДОДАТОК А

VOYAGE PLAN

FROM: Walsoordeen

TO: La Spezia

VOY No

DATE: 13.09.2025

DISTANCE FROM BERTH TO BERTH

2336,4 n.m.

MAX DRAFT

DISTANCE FROM PILOT TU PILOT

W. P. CROSS OUT WHEN PASSED	TIME	DATE	REFERENCE/NAME	LAT	LOn	ALTER COURSE TO:	D.T.W	D.T.D	REMARKS
0	XXXX	XXXX	Berth	51° 14.385' N	004° 23.363' E	301,4°	19,1	2336,4	
1	14:43	07-09	Hoedekenskerke	51° 24.330' N	003° 57.406' E	228,6°	5,7	2317,3	
2	15:17	07-09	Light	51° 20.563' N	003° 50.590' E	301,5°	10,4	2311,6	
3	16:20	07-09	Schone Waardin	51° 25.980' N	003° 36.440' E	267,1°	36,4	2301,2	
4	19:58	07-09	WESTHINDER.MOW 7	51° 24.172' N	002° 38.396' E	253,4°	13,9	2264,8	
5	21:14	07-09	WESTHINDER.MOW 7	51° 20.213' N	002° 17.124' E	290,1°	14,9	2250,9	
6	22:35	07-09	F 3 Lt F	51° 25.332' N	001° 54.807' E	204,4°	13,5	2236,0	
7	23:49	07-09	SANDETTIE LT V	51° 13.038' N	001° 45.900' E	229,4°	34,4	2222,5	
8	02:56	08-09	DUNGENESS	50° 50.660' N	001° 04.518' E	246,2°	291,7	2188,1	
9	05:27	09-09	LA JUMENT	48° 53.007' N	005° 47.974' W	207,9°	348,5	1896,4	
10	12:08	10-09	GPS	43° 45.184' N	009° 43.530' W	181,4°	299,1	1548,0	
11	15:19	11-09	GPS	38° 46.049' N	009° 53.336' W	172,8°	128,3	1248,9	
12	02:59	12-09	C.DE SAN VICENTE	36° 38.633' N	009° 32.951' W	104,4°	163,8	1120,6	
13	18:53	12-09	Light	35° 57.882' N	006° 16.638' W	89,1°	189,9	956,8	
14	12:08	13-09	GPS	36° 00.818' N	002° 22.701' W	59,7°	432,3	766,9	
15	03:26	15-09	GPS	39° 39.059' N	005° 28.627' E	37°	329,2	334,7	
16	10:22	16-09	S.VENERIO	44° 02.134' N	009° 53.848' E	307,8°	1,9	5,5	
17	10:32	16-09	S.VENERIO	44° 03.268' N	009° 51.821' E	335,9°	1,0	3,6	
18	10:37	16-09	IALA	44° 04.180' N	009° 51.255' E	333,6°	1,6	2,6	
19	10:47	16-09	IALA	44° 05.630' N	009° 50.258' E	355,1°	1,0	1,0	
20	10:55	16-09	Berth	44° 06.609' N	009° 50.142' E	0°	0,0	0,0	
21									
TOTAL N.M.								2336,4	

CHARTS&PUBLICATIONS

BA: _____

TIDE TABLE: 203

ALRS: 281(1), 283(1), 286(1), 286(2), 286(3)

SAILING DIR: 55, 28, 27, 22, 67

OTHERS: GIDETOPIORT ENTRY

CHECKS MADE

DEPTH&NAV HAZARD

S

Pub. Charts up to date

Check List Correct

ZONE&TIME

DEP. +1

ARR. +1

DIFF. 0

VOYAGE STEAMING TIME

KNTS	DAY	HR	MIN
25,0	3	21	27
24,0	4	1	21
22,0	4	10	12
20,0	4	20	49
17,0	5	17	26
15,0	6	11	46

SIGNATURE

MASTER _____

CH.OFF _____

2ND.OFF _____

3RD.OFF _____

ДОДАТОК Б

