

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

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра Управління судном

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА

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

Троян Микита Геннадійович

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна
«Sigyn W» за маршрутом Амстердам – Пірей

Підпис магістранта Микита ТРОЯН

Завідувач кафедри _____

Керівник __доцент, к.ю.н. В.Ю. ШЕМОНАЄВ

Рецензент _____

Нормоконтроль _____

м. Одеса
2025 рік

Магістерська робота містить 132 с., 17 рис., 53 таб., 43 використаних джерел.

Перехід з порту Амстердам до порту Пірей проходить вздовж Піренейського півострова по Атлантичному океану, потім по всій південній частині Середземного моря. Загальна протяжність переходу склала 2964 милі.

Запропонований шлях судна є економічним і безпечним з точки зору навігації маршрутом для даного переходу.

У 5 розділі висвітлено ключові аспекти забезпечення навігаційної безпеки за допомогою суднових радіолокаційних станцій (РЛС) та засобів автоматичної радіолокаційної прокладки (САПП/ARPA). Проаналізовано суб'єктивні та технічні чинники аварійності, включно з недостатньою кваліфікацією екіпажу, перевтомою, зниженням чисельності вахтового персоналу та обмеженнями бортових систем. Детально розглянуто технічні характеристики РЛС, їхню точність, вплив погодних умов, конструктивних особливостей судна та явищ рефракції на результати радіолокаційних спостережень. Особливу увагу приділено радіолокаційній девіації як одному з головних джерел похибок у пеленгуванні. Наведено оцінку можливостей ARPA у виявленні небезпечних зближень, визначенні параметрів руху цілей та формуванні безпечної навігаційної стратегії. Розділ підкреслює важливість високого рівня підготовки судноводіїв, інтеграції РЛС з іншими навігаційними системами та впровадження сучасних методів автоматизації для підвищення точності та надійності навігаційної інформації.

The master's thesis contains 132 pages, 17 figures, 59 tables, and 43 used sources.

The crossing from the port of Amsterdam to the port of Piraeus runs along the Iberian Peninsula across the Atlantic Ocean, then across the entire southern part of the Mediterranean Sea. The total length of the crossing was 2,964 miles.

The proposed ship route is economical and safe from the point of view of navigating the route for this crossing.

The chapter examines key aspects of maritime navigation safety ensured by shipborne radar systems (RADAR) and Automatic Radar Plotting Aids (ARPA). It analyses both subjective and technical factors contributing to marine accidents, including insufficient crew qualification, fatigue, reduced manning levels, and limitations of onboard systems. Technical characteristics of marine radar, their accuracy, and the influence of weather conditions, ship construction features, and atmospheric refraction on radar observations are thoroughly considered. Particular attention is devoted to radar deviation as a major source of bearing errors. The chapter evaluates ARPA capabilities in detecting dangerous encounters, determining target motion parameters, and supporting safe navigational decision-making. It emphasizes the importance of high-level professional training, integration of RADAR with other navigational systems, and the implementation of advanced automation techniques to improve the accuracy and reliability of navigational information.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА	9
Загальні відомості і головні розміри судна	9
1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики	10
1.3 Маневрені характеристики.....	12
1.4 Навігаційне обладнання.....	15
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ	17
2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу.....	17
2.2 Оцінка запланованого переходу	18
2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході	23
2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації	26
2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні	28
2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання.....	39
2.3.1 Розрахунок ортодромії.....	39
2.3.2 Складання маршрутних листів	40
2.3.3 Графічний план переходу.....	40
2.3.4 Розрахунок природної освітленості	42
2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів	43
2.3.6 Контроль запасу води під кілем та вибір безпечної швидкості на мілководді	44
2.4 Висновки	45
РОЗДІЛ 3 ОРОБКА І РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖУ	47
3.1 Транспортні характеристики вантажів	47

3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та документальне оформлення морського перевезення	49
3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна.....	54
3.4 Складання вантажного плану.....	57
3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу	58
РОЗДІЛ 4 ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА.....	60
4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна.....	60
4.2. Розрахунки посадки і початкової остійності.....	63
4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації	65
4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності.....	66
4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності	67
4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності	73
4.7 Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу	74
РОЗДІЛ 5 ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СУДНОВИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ СУДНОВОДІННЯ.....	76
5.1 Суб'єктивні причини аварій	81
5.2 Основні експлуатаційні дані суднової РЛС	88
5.3 Використання засобів автоматичної радіолокаційної прокладки в навігації	99
РОЗДІЛ 6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ.....	107
6.1 Підвищення економічної ефективності діяльності судноплавної компанії	107
6.2 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі	108
6.3 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу	114
РОЗДІЛ 7 ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ	119
7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту.....	119

Висновок	127
Список використаних джерел	129

ВСТУП

Питання навігаційної безпеки суден традиційно належать до ключових аспектів морської галузі, оскільки надійність навігаційних систем безпосередньо впливає на рівень аварійності та загальну ефективність морських перевезень. Особливе місце в забезпеченні безпеки займають суднові радіолокаційні станції (РЛС), які забезпечують постійний контроль навколишньої обстановки, надійне визначення параметрів руху об'єктів, а також суттєво знижують вплив людського чинника на процес ухвалення рішень.

Радіолокація - засіб для виявлення і визначення положення різних об'єктів за допомогою радіохвиль. Суднові радіолокаційні станції (РЛС) працюють на сантиметрових хвилях, які, подібно до світлових променів, поширюються прямолінійно і мають властивості рефракції, дифракції та інтерференції. Дифракція дозволяє радіохвилям рухатися по вигнутому шляху, слідуючи кривизни земної поверхні; рефракція збільшує дальність радіолокаційного горизонту до $2,2 \sqrt{h_m}$, де h_m -висота антени радіолокатора в метрах.

У представленому розділі розглядаються суб'єктивні чинники аварійності, технічні можливості та обмеження РЛС, питання точності радіолокаційних спостережень, вплив погодних умов і конструктивних особливостей судна на формування радіолокаційної девіації. Окрему увагу приділено використанню засобів автоматичної радіолокаційної прокладки (САПП/ARPA), їхньому впливу на оцінку ризиків та формування безпечної навігаційної стратегії.

РАЗДЕЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

1.	Назва судна	SIGYN W
2.	Тип судна	General cargo
3.	Позивний сигнал судна	5BAP5
4.	ІМО	9754446
5.	MMSI	209318000
6.	Рік і місце побудови	2018 ROYAL NIESTERN SANDER - DELFZIJL, NETHERLANDS
7.	Клас Регістру	LLOYDS+100A1+LMC+UMC, SCM, NSI
8.	Порт приписки	DELFZIJL
9.	Судновласник	Beheer Maatschappij C-Schepen BV, NL
10.	Менеджмент	Wijnne Barends' BV, NL
11.	Довжина найбільша L (м)	131,32
12.	Довжина між перпендикулярами L _{PP}	120.38
13.	Ширина найбільша B (м)	18,00
14.	Висота борту до верхньої палуби H (м)	9.70
15.	Найбільша осідання T (м)	7,83 м
16.	Осадка T (м) в повному вантажу и порожньому	7.62 2.6
17.	Водотоннажність (т) в повному вантажу Δ порожньому Δ_0	13532 3125
18.	Повна вантажопідйомність Δ_w (т)	10407
19.	Головний двигун: тип: потужність: частота обертання:	Diesel Internal Combustion Eng. 6PC2-5L, Pilstick 3897 вhp / 2868 Kwt 1500 об хв

20.	Режим роботи головного двигуна	Full Ahead 105 Half Ahead 75 Slow Ahead 50 Dead Slow Ahead/ Astern 23/23
21.	Швидкість судна	13
22.	Гребний гвинт: Кількість лопастей: Діаметр та крок гвинта (м) Дискове відношення: Напрямок обертання:	4 5000/3952 мм 135об / хв, напрямок праве
23.	Тип руля і площа його пера (м ²)	балансирний; 19,8 м ²
24.	Тип стернової машини: Підрулюючий пристрій:	електрогідравлічна
25.	Суднова радіостанція: Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району А3 та включає в себе:	Sailor. включає: VHF RT2048, VHF DSC RM2042, SART (2), NAVTEX RECEIVER NT-900, EPIRB, VHF Portable (3), HF SSB RE 2100, HF SSB DSC WATCHRECEIVER RM 2150, Inmarsat - 3
26.	Валова реєстрова місткість (GRT)	6619
27.	Чиста реєстрова місткість (NRT)	3901
28.	Добова витрата палива: На ходу: важке паливо (HFO) На стоянці: дизельне паливо (DO)	10 0.5
29.	Координати центру мас порожнього судна	Z=7.63 X=-5.45

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики

Схематичне зображення судна зверху з розташуванням приміщень для вантажів і запасів на рисунку. 1.1.

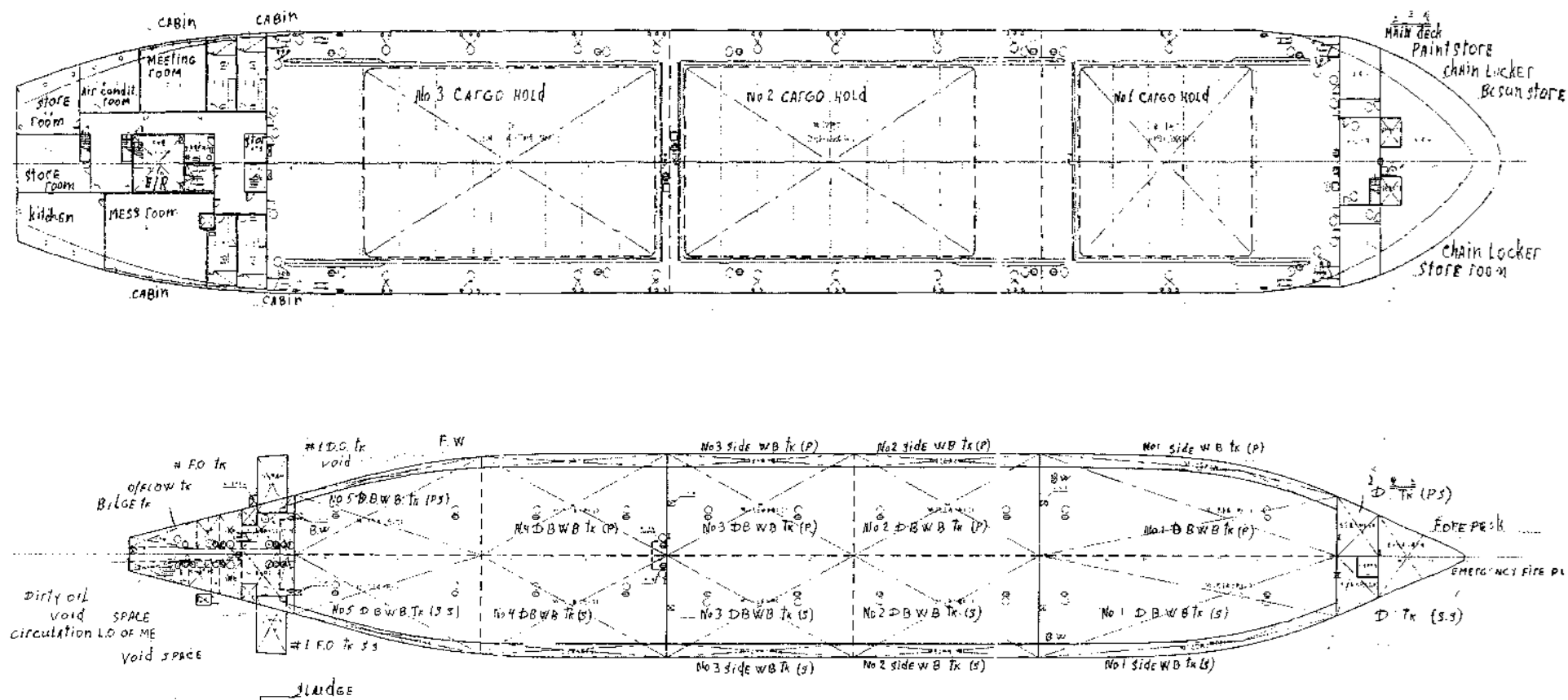


Рисунок 1.1- Схематичне зображення судна зверху з розташування приміщень для вантажів і запасів

Вантажна шкала наведена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Вантажна шкала судна

Осадка Т, м	V, м ³	D, т	q, т/см	M, тм/см
2,00	3124	3202	17,91	126,0
2,50	4003	4103	18,14	129,9
3,00	4894	5016	18,37	133,8
3,50	5794	5939	18,53	136,7
4,00	6701	6869	18,69	139,6
4,50	7617	7807	18,83	142,2
5,00	8539	8752	18,97	144,9
5,50	9467	9704	19,10	147,3
6,00	10403	10663	19,28	151,3
6,50	11349	11633	19,49	155,9
7,00	12307	12615	19,80	163,8
7.50	13282	13614	20,60	170,3
7.70	13674	14016	21,67	173,0

1.3 Маневрені характеристики

Дані про маневрені характеристики, дані по якірного ланцюга, по роботі рульового пристрою, збільшення просідання, дані про діаметрі повороту і так далі представлені на малюнку 1.2 "Wheelhouse poster", лоцманська картка даного судна приведено малюнку 1.3.

PILOT CARD SHEET 1 OF 2			
SHIP'S NAME <u>SIGYN W</u>		DATE _____	
CALL SIGN <u>5BAP5</u>		DEADWEIGHT <u>10407</u> Tonnes	
BUILT <u>2018</u>			
DRAUGHT Fore _____ m		Aft _____ m	
DISPLACEMENT _____ Tonnes			

SHIP'S PARTICULARS			
L.O.A. <u>131,32</u> m		ANCHOR CHAIN: Port <u>11</u> shackles	
BREADTH <u>18,00</u> m		Starboard <u>11</u> shackles	
BULBOUS BOW Yes/No (1 shackle= <u>25</u> m / <u>45,7</u> fathoms)			

26.15 m 105.17 m

Manifold

Loaded Ballast

m m

Air Draught _____ m

51.9/49.9 m

Type of Engine <u>Pilstick 6PC2</u>		Maximum Power <u>2868</u> kw (<u>3897</u> HP)	
Manoeuvring Engine Order	Rpm/Pitch	Speed (knots)	
		Loaded	Ballast
Full Ahead - Sea	135	12,00	12,50
Full Ahead - Man	105	10,00	10,30
Half Ahead	75	8,00	8,50
Slow Ahead	50	6,00	6,30
Dead Slow Ahead	23	4,00	4,20
Dead Slow Astern	23	Time Limit Astern <u>5</u> sec	
Slow Astern	35	Full Ahead to Full Astern <u>25</u> sec	
Half Astern	45	Max. no. of Consec. Starts <u>-</u>	
Full Astern	70	Minimum RPM <u>23</u> <u>4</u> kts	
		Astern Power <u>70</u> % ahead	

Рисунок 1.3 - Лоцманська картка

1.4 Навігаційне обладнання

Дані всіх ТСН судна наведені в таблиці 1.3

Таблиця 1.3 - Технічні засоби судноводіння

Прилад, система	Тип, марка	Кількість	Рік випуску	Місце встановлення
Магнітний компас	Sperry	2	2003	Пеленгат. місток
Гірокомпас	Sperry	1	2004	Гірокомпасна
Радар	Sperry Marine, Furuno	2	2003	місток
Ехолот	Simrad	1	2005	місток
Лар	Dopler Log 5	1	2004	місток
Авторулевий	RUMB autopilot	1	2002	місток
GPS	FURUNO GP 31	1	2003	місток

Схема розташування ТСН представлена на рис. 1.5.

Точнісні характеристики ТСН представлені в таб. 1.4.

Таблиця 1.4 - Точнісні характеристики суднових ТСН

Тип, марка ТСН	Умови	Вимірювані нав. параметри	СКП	модуль градієнта
МК Sperry	рухомий об'єкт	Пеленг	0,5°-1,5°	57,3°/D
ГК Sperry	рухомий об'єкт	Пеленг	0,3°-0,5°	57,3°/D
Радар САРП "Sperry Marine"	Електрон. визир Шкала до 2-х миль Шкала 2-4 милі Др. шкала	пеленг відстань	1,0°-1,5° 0,1 кбт 1% от D 0,6% от D	57,3°/D 1 1 1
Ехолот "Simrad"	Глибина 0-20 м Глибина 20-2000м	Глибина	0,2 м 1-1,5% от Н	-
Лар "Dopler Log"	Швидкість не менше ніж 1,0 уз.	швидкість	0,1 уз	-

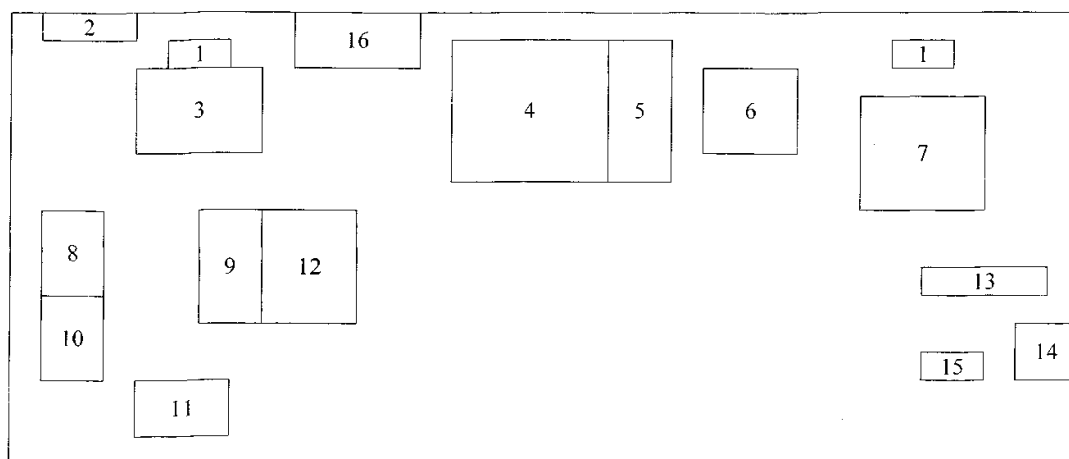


Рисунок 1.5 - Схема розташування ТЗН і пультів на ходовому містку

1. VHF RT2048
2. VHF DSC RM2042
3. - РЛС «Furuno»
4. - Пульт управління
5. - Авторульовий
6. - Магнітний компас- РЛС «Sperry Marine»
7. -HF SSB RE2100, HF SSB DSC RM2150
8. Самопісец эхолота
9. Inmarsat - C
10. Navtex receiver NT-900
11. - Пульт індикації
12. - Пульт сигналізації
13. - Курсограф
14. - Furuno GPS navigator GP-31
15. - Эхолот «Simrad»

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

Розробка плану рейсу або переходу, а також безпосередній і безперервний контроль за просуванням судна і його розташування при виконанні такого плану мають важливе значення для забезпечення охорони людського життя на морі, безпечного і ефективного плавання і захисту морського середовища.

Необхідність планувати рейс і перехід існує для усіх судів. Існують наявні фактори, які можуть ускладнювати безпечне плавання всіх суден, а також додаткові фактори, які можуть ускладнювати плавання великотоннажних суден або суден, що перевозять небезпечні вантажі. Ці фактори необхідно враховувати при складанні плану і при подальшому контролі його виконання.

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

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

Існують чотири стадії планування безпечного переходу:

I. Appraisal (Оцінка).

II. Planning (Планування).

III. Execution (Виконання).

IV. Monitoring (Контроль).

Ці стадії повинні виконуватись одна за одною у порядку, викладеному вище. Подробиці плану рейсу або переходу повинні бути чітко зазначені і зафіксовані, в залежності від випадку, на картах і в рейсовому плані або на комп'ютерному диску.

Кожний план рейсу або переходу, а також подробиці цього плану повинні бути схвалені капітаном до початку рейсу або переходу.

По завершенні підготовки плану рейсу або переходу і коли можна буде з достатньою точністю визначити час відходу і розрахунковий час прибуття, рейс або перехід повинні виконуватися відповідно до плану або будь-якими внесеними до нього змінами.

Фактори, які необхідно брати до уваги при виконанні плану або прийнятті рішення щодо відхилення від нього, включають:

- 1) надійність і стан суднового навігаційного обладнання;
- 2) розрахунковий час прибуття в критичні точки в тому, що стосується висоти припливу і течії;
- 3) метеорологічні умови (особливо в районах, відомих частими періодами поганої видимості), а також використання інформації, що надається службами для вибору маршруту в залежності від погодних умов;
- 4) проходження небезпечних точок днем в порівнянні з нічним часом і як це може впливати на точність визначення місця розташування;
- 5) умови руху суден, особливо в точках сходження.

2.2 Оцінка запланованого переходу

У даному параграфі наводимо конкретну інформацію, що відноситься до переходу, що проробляється, що відповідає етапу «Passage plan Appraisal». Для цього проводиться підбір навігаційних карт, посібників та публікацій на

заданий перехід по Каталогі Адміралтейських карт та публікацій (Catalogue of Admiralty Charts and Publications)

Відомості про підібрані карти і книги зведені в таблиці 2.1 і 2.2.

Таблиця 2.1 – Перелік карт на перехід

Тип карти	Cell No.	Назва карти	Дата випуску
Генеральні карти	4014	North Atlantic Ocean Eastern Part	Dec. 2011
	4103	English Channel to the Strait of Gibraltar and the arquipelago dos Acores	Feb. 2014
	1104	Bay of Biscay	May 2014
	87	Cabo Finisterre to the Strait of Gibraltar	Apr. 2011
	4300	Mediterranean and Black Seas	Nov. 2013
	4301	Mediterranean Sea Western Part	Mar. 2002
	4302	Mediterranean Sea Eastern Part	Oct. 2011
Шляхові, приватні карти та плани	124	Part A Noordzeekanaal including Ijmuiden, Zaandam and Amsterdam	Mar. 2010
	125	Approaches to Scheveningen and Ijmuiden	Dec 2010
	122	Approaches to Hugli River	Mar. 2013
	1630	West Hinder & Outer Gabbard to Vlissingen & Scheveningen	Nov. 2011
	1873	Dunkerque to Oostende	Feb. 2018
	323	Dover strait-Eastern part	May 2011
	1892	Dover Strait Western Part	Mar. 2015
	2451	Newhaven to Dover and Cap D'Antifer to Cap Gris-Nez	Mar. 2014

Продовження табл. 2.1

Шляхові, приватні карти та плани	2450	Anvil Point to Beachy Head	Feb. 2014
	2669	Channel Islands and adjacent Coast of France	Dec. 2016
	2656	English Channel-Central Part	Dec 2009
	2655	English Channel Western Entrance	Mar.2012
	3636	Cabo Espichel to Cabo de Sao Vicente	Nov. 2013
	91	Cabo de Sao Vicente to the Strait of Gibraltar	May 2011
	142	Strait of Gibraltar	Aug. 2015
	3578	Eastern Approaches to the Strait of Gibraltar	June 2005
	773	Strait of Gibraltar to Isla de Alboran	Nov. 2013
	774	Motril to Cartagena Including Isla de Alboran	June 2005
	1909	Ile Plane to Cherchell	May2017
	1910	Cherchell to Bejaia	Dec. 2011
	252	Cap Corbelin to Cap Takouch	Apr. 2012
	2121	Ras el Hadid (Cap de Fer)to Iles Cani	Dec. 2013
	2122	Bizerte to Capo San Marco	Dec. 2011
	2123	Capo Granrtola to Capo Passero	May 2010
	1030	South-west entrance Channels to The Aegean Sea	June 2015
	1031	Akra Yerakas to Nisos Kea	Mar. 2018
	1657	Saronikos Kolpos	Mar.2017
	1513	Kolpos Elevsinas	Nov. 2011
	1596	Peiraias	May 2015

Продовження табл. 2.1

Допоміжні карти	5006	The World Time Zone Chart	2005
	5500	Mariners Routeing Guide – English Channel and Southern North Sea	1998
	5308	The World Sailing Ship Routes	2011
	5309	World General Surface Current Distribution	2016
	5375	Magnetic variation. 2015 and Annual rates of Change - North Atlantic Ocean and Mediterranean Sea	2015
	D6083	The World Load Line Regulations	1995

Таблиця 2.2 – Перелік публікацій на перехід

NP No	TITLE
SAILING DIRECTIONS	
1	2
28	Dover Strait Pilot
27	Channel Pilot
67	West Coast of Spain & Portugal Pilot
1	Africa Pilot, Vol. 1
45	Mediterranean Pilot, Vol. 1
49	Mediterranean Pilot, Vol. 5
ADMIRALTY LIST OF LIGHTS AND FOG SIGNALS	
74	Volume A, British Isles and North Coast of France
77	Volume D, South Europe – Atlantic Coast and Africa
78	Volume E, Mediterranean, Black and Red Seas
ADMIRALTY LIST OF RADIO SIGNALS	
281(1)	Part 1, Maritime Radio Stations: Europe, Africa and Asia
282	Radio Navigational Aids, Electronic Position Fixing Systems and Radio Time Signals
283(1)	Part 1, Maritime Safety Information Services: Europe, Africa and Asia
284	List of Meteorological Observation Stations
285	GMDSS

Продовження табл. 2.2

1	2
---	---

286(1)	Part1,Pilot Service, Vessel Traffic services and Port Operations: United Kingdom and Ireland (including European channel ports)
286(2)	Part 2. Pilot Services. Vessel Traffic Services and Port Operations (Europe excluding UK, Ireland, Channel Ports and the Mediterranean)
286(3)	Part 3. Pilot Services. Vessel Traffic Services and Port Operations (Mediterranean and Africa - including Persian Gulf)
288	Satellite Navigation Systems
ADMIRALTY TIDE TABLES	
201	Volume 1 – European waters (including Mediterranean)
202	Volume 2 – Atlantic and Indian Ocean
ADMIRALTY DISTANCE TABLES	
350	Part 1 – Atlantic Ocean, NW Europe, Mediterranean Sea, Caribbean Sea and Gulf of Mexico
ASTRONOMICAL PUBLICATIONS	
314-00	Nautical Almanac
303 (4)	Sight Reduction Forms (H.494)
323	Star Finder and Identifier
401 (2)	Sight Reduction Tables for Marine Navigator – Vol. II Lat 30° - 45°
MISCELLANEOUS PUBLICATIONS	
100	The Mariners Handbook
136	Ocean Passages for the World (4 th Edition,1987)
131	Catalogue of Admiralty Charts and Publication
294	How to Correct your charts the Admiralty Way
735	IALA Maritime Buoyage System, Edition 5 1994
5011	Symbols and Abbreviations used on Admiralty Charts, Edition 2 1998
Guide to Port Entry	
Fairplay	

2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

В даний час всі завдання отримання, передачі інформації на судах вирішуються штурманським складом в процедурах і з використанням апаратних засобів GMDSS. Однією з функцій GMDSS є передача на судна в море інформації з безпеки мореплавства (ІБМ). Збором, координацією і передачею ІБМ займається служба безпеки SafetyNET, що є складовою частиною GMDSS. Структура SafetyNET і завдання, які вирішуються службою, викладені в керівництві IMO International SafetyNET Manual.

Інформація з безпеки на морі (ІБМ, Maritime Safety Information - MSI) включає навігаційні і метеорологічні попередження, метеорологічні прогнози і інші термінові повідомлення, які стосуються безпеки. Ця інформація є важливою для всіх судів, тому вона є обов'язковою для прийому на всіх судах незалежно від району плавання.

У GMDSS інформація з безпеки включає:

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

Збір і поширення інформації через навігаційні попереджень забезпечується Всесвітньою службою навігаційних попереджень (ВЗНП), (WWNWS - World Wide Navigational Service) на основі функціонального керівництва Міжнародної гідрографічної організації (ІНО - International Hydrographic Organization).

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

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

Таблиця 2.3 - Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

N п/п	Радіо / станція	Позначення та межі картки.	Зміст передачі	Час передачі
----------	--------------------	-------------------------------	-------------------	-----------------

1	Northwood	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	Athinai (Greece)	A. 1: 15 000 000 49°N 23°W 45°N 42°E 23°N 7°W 21°N 35°E B. 1: 15 000 000 54°N 3°W 40°N 44°E 33°N 3°W 25°N 31°E C. 1: 15 000 000 42°N 23°W 38°N 32°E 36°N 20°W 32°N 28°E	A. Asurface Analysis 24 hour Surface Prognosis 48 hour Surface Prognosis B. 30, 36, 42, 48 hour Wave Height Prognosis (Mediterranean Sea) C. 30, 36, 42, 48 hour Wave Height Prognosis (Aegean Sea)	0845(06) 0857(06) 0909(06) 0921(12) 1009(12)

За допомогою посібника ALRS 285 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	East Atlantic and North Sea	I	Oostende [T] Corsen [A]	UK
2	Atlantic Ocean (Portugal Coast)	II	Monsanto [R]	France
3	South Coast of Spain	III	Tarifa [G]	Spain
4	Mediterranean Sea	III	Roma [R] Alexandria [N] Limnos [L]	Spain

За допомогою посібника ALRS 286 визначаємо наявність по маршруту контрольних постів, районів, де здійснюється управління рухом суден постами СУРС (Reporting Areas), вирішуємо питання про зв'язок з контрольними станціями і постами - терміни, форми і способи подачі інформації. З'ясовуємо деталі зв'язку з лоцманськими станціями і операторами терміналів в портах. Отримані відомості зводимо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Зв'язок на переході

№	Станція	Спосіб зв'язку	Канали, частоти	Примітка
1	Amsterdam Pilots and Port	VHF	18; 74; 62 63	Approach, berthing, unberthing. VTS Cargo Operations
2	Dover Strait Dover Coastguard	VHF	11	Dover strait Reporting system area
3	Marsala VTS	VHF	16; 12;14	Call sign, name of ship, IMO number, Last/Next Port of Call, Cargo
4	Piraeus Pilots and Port	VHF	16; 12; 13; 09	Call sign, name of ship, IMO number, Next port of Call, ETA, LOA,Draught

Таблиця 2.6 – СУРС по маршруту переходу

№	Traffic separation scheme	Station	VHF	Reporting point description
	Amsterdam	Amsterdam VTS	74	Reporting system area
	Dover Strait	Dover Strait VTS	79	Reporting system area
	Gibraltar Strait	Tarifa VTS	16, 10	Reporting system area

З аналізу підібраних і відкоригованих матеріалів робимо висновок у тому, що інформаційного забезпечення для безпечного плавання на переході достатньо.

2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

Аналіз гідрометеорологічних умов по маршруту плавання виконується за період (місяць) переходу, що проробляється. Для цього використовуються середні багаторічні дані, які наведені в Атласах океанів, кліматологічних, гідрографічних і океанографічних посібниках, Pilot Chart (Інтернет-сайт www.passageweather.com). Для опису гідрометеорологічних умов необхідно перехід розбити на ділянки (три і більше) в залежності від відстані між портами.

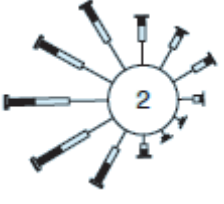
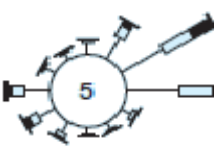
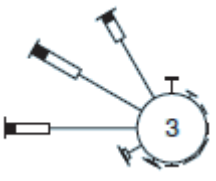
Вивчення, аналіз та короткий опис гідрометеорологічних по маршруту на період (місяць) плавання включають такі елементи:

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

Необхідні данні вносимо в таблиці 2.7, 2.8.

Таблиця 2.7. - Атмосферний тиск і розшифровка «роз вітрів»

Характеристики за ділянками	Атлантичне узбережжя	Західна частина Середземного моря	Східна частина Середземного моря
1	2	3	4
Атмосферний тиск, гПа	1018	1016	1010

Вітер			
-------	---	--	---

Продовження табл. 2.7

1	2			3			4		
Направлення вітру	Повторюваність вітру, %			Повторюваність вітру, %			Повторюваність вітру, %		
	Сумарна	11-15 м/с	>16 м/с	Сумарна	11-15 м/с	>16 м/с	Сумарна	11-15 м/с	>16 м/с
N	8	-	-	2	-	-	21	4	-
NE	4	-	2	1	-	-	2	-	-
E	6	-	-	-	-	-	1	-	-
SE	6	-	-	2	-	-	3	-	-
S	8	-	-	2	-	-	3	-	-
SW	23	2	-	-	1	-	3	-	-
W	23	2	-	16	1	1	16	5	-
NW	21	1	-	56	1	-	52	8	-
Результуючий вітер	направлення, у румбах		WS W	направлення, у румбах		ENE	направлення, у румбах		WN W
	швидкість, м/с		8	швидкість, м/с		6	швидкість, м/с		7
Максимальна швидкість вітру, м/с	спостережена		10	спостережена		12	спостережена		10
	розрахункова		10	розрахункова		11	розрахункова		11
Повторюваність штилів, %	20			60			80		

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

Характеристики за ділянками	Атлантичне узбережжя	Західна частина Середземного моря	Східна частина Середземного моря
-----------------------------	----------------------	-----------------------------------	----------------------------------

1	2	3	4
Температура повітря, °С	23	30	33
Температура води, °С	19-20	24	28
Відносна вологість, %	82	72	71
Повторюваність туманів, %	30	5	-

Продовження табл. 2.8

1		2	3	4
Видимість менше 2 міль		5	1	-
Хмарність, бали		6	2	2
Солоність води, ‰		63	57	72
Щільність води, г/см ³ (або кг/м ³)		1.026	1.025	1,025
Постійні течії	назва	Гольфстрім	Туніське	Середземне
	термодинамічна характеристика	тепле	тепле	тепле
	направлення	ENE	ENE	ENE
	швидкість, вузл.	1-2	1-2	1-2
	стійкість	50-75	50-75	50-75
Швидкість припливних течій, вузл.		1-3	0,5	0,5
Висота хвиль, м	середня	3	1	1
	максимальна	6	3	3
Період хвиль, с		7	5	5

2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні

При плаванні з лоцманом, знання останнім місцевих умов плавання, а капітаном маневрених характеристик і можливостей судна створює передумови узгодженості дій, при яких забезпечується безпечне плавання в складних умовах. Відповідно до резолюції ІМО А-285 (VIII), присутність лоцмана на борту не звільняє капітана і вахтового помічника від його прав і обов'язків, пов'язаних із забезпеченням безпеки судна. У планований перехід двічі виникає

необхідність скористатися послугами лоцмана, при виході з порту Амстердам, а також при приході в порт Пірей.

Амстердам: ЕТА належить передавати через "Scheveningen Radio" (позивний "РСН") або по УКХ на 14 каналі або через контору капітана порту по краен міру за 6 годин до часу прибуття до місця прийому лоцмана. При відході або перешвартування лоцман замовляється за 4 години.

Повідомлення повинно містити наступну інформацію

1. Назва судна і позивний.
2. Національність
3. Тоннаж і осадку
4. Характер і кількість небезпечних вантажів, а для вантажів класу 1 ІМО

тип упаковки

5. Перший порт заходу і причал (для заходять судів), гавань і причал - для відходять

6. ЕТА до точки прийому лоцмана або ETD при відході

7. Ім'я місцевого агента

Документи:

Passenger List⁶

Crew List³

Stores List³

Personal Effects List (Crew) ³

Personal Effects List (Passenger) ³

Health Declaration ¹

Ship's Customs Declaration ¹

Зв'язок: Радіо: Нідерландська берегова радіостанція "Scheveningen Radio".

Радіотелефон на середніх хвилях

Channel		Ship	
Designator	Status	Frequency	Station
(kHz)	(kHz)		
A	Calling		

24 hours	2,520	2,824	
B	Working	2,060	1,716
C	Working	1,995	2,600
D	Working	2,099	1,674
F	Working	2,138	1,713
		2,045	
		2,048	
Working	2,051	1,890	
		2,054	
		2,057	

Штормові і навігаційні попередження передаються на частотах 1,890 kHz і 1,713 kHz після оголошення Netherlands Coastguard на частоті 2,182 kHz.

Бюлетені погоди передаються на частотах 1,890kHz and 1,713kHz в 03.40, 09.40, 15.40 и 21.40 UTC.

Traffic lists передаються кожну годину + 05 хвилин UTC на частотах 1,713 kHz and 1,890 kHz.

Радіотелеграф на середніх хвилях:

Ship	Station	Service
(kHz)	(kHz)	hours
484.5	444.5	H 17.5

Вахта на 4, 8, 12, 16 каналах і на частоті 22 MHz в залежності від сезону і часу доби; може бути отримано CQ.

Радіотелефон на коротких хвилях:

Channel	Station	Ship	Station	Status
Number	Channel	Frequency	Frequency	
(kHz)	(kHz)			
82	PCG4	8.27	8.	Calling.
1.	PCG5	12.2	13	Calling.
1.	PCG6	16.4	17	Calling.
2.	PCG7	22.0	22	Calling.

Час роботи (UTC):

8MHz	0700-0 100hrs
------	---------------

12, 16 MHz 0700-2300 hrs

22MHz 0700-2200 hrs

Traffic lists передаються каждый час + 05 минут UTC.

УКХ: Port Control Amsterdam канал 4, позывной "Amsterdam Port Control", IJmuiden Locks канал 14 такеж Railwaybridge Hembrug West и Railwaybridge Hembrug East канал 14.

Вільна практика:

В обов'язки лоцмана входить проінформувати капітана приходить судна щодо карантинних правил. Судна, які прямують в Амстердам або Zaanstad оглядають доктором в Амстердамі. Медичні влада вирішує, чи може слідувати судно за призначенням або йому належить пройти карантин в Амстердамі.

Суду, що підлягають медичної інспекції повинні нести такі сигнали.

Днем прапори "ZU" по МСС, вночі світлові сигнали азбукою Морзе чи по УКХ.

Митниця. До тих пір, поки що прибуло судно не відвідає представник митниці або після відходу судна і до його виходу з територіальних вод суворо забороняється:

1. Відвідувати кому-небудь судно
2. Залишати членам команди борт судна
3. Приймати або віддавати будь-які речі
4. Дозволяти контакти з іншими суднами.

Це не стосується ліцензованих лоцманів, представників капітана порту, митників, а також агентів і команди буксира.

Судам забороняється виходити в море без спеціального сертифіката митниці. Печатки митниці не можна порушувати, поки судно не вийде з територіальних вод Імміграційний офіцер зазвичай піднімається на борт відразу після приходу судна. Йому вручається 2 копії Crew List, а також список всіх осіб, які не є членами екіпажу.

Канали і фарватери

North Sea канал (Noordzeekanaal) з'єднує Амстердам з Північним морем. Відстань між шлюзами і терміналами 8-10 миль. Канал має в ширину 275 м і доступний для суден з осадкою до 13,7 м. Вогні встановлені по всій довжині каналу з інтервалом 100-240 м і розміщені по обидва береги. Вогні також виставлені по обидва боки входу на всіх відгалуженнях і басейнах каналу.

North Sea шлюзи роблять Амстердам незалежним від припливних явищ, що особливо важливо для судів Ro-Ro.

Максимальна осадка в шлюзах, як і в каналі - 13,7 м. Південний малий шлюз тільки для прогулянкових суден.

Шлюзи працюють цілодобово і цілорічно незалежно від погодних умов.

Східне продовження North Sea Canal в Амстердам, відоме як Afgesloten IJ (Het Ij), позначено світять буями.

Лоцманська проводка

Лоцманська проводка обов'язкова. Щоб уникнути затримки з отриманням лоцмана всім судам рекомендується посилати стандартне послання за 6 годин до підходу і за 4 години до відходу судна на лоцманську VTS Ijmuiden, Tel: +31 255 564 500, Telex: 71169, Fax: +31 255 532535. Лоцманське обслуговування цілодобове .

Суднам з осадкою понад 13,72 м треба посилати повідомлення за 24 години і підтверджувати за 8 годин до підходу до точки з координатами 52 ° 30'N 003 ° 50'E.

Судна, що перевозять небезпечні вантажі, посилають повідомлення за 24 години до заходу в територіальні води.

Затримка більше 1 години коригується.

Всім прибувають судам слід обов'язково підтримувати постійний контакт з УКХ на 12 каналі, як тільки вони увійдуть в зону чутності, для отримання повідомлень лоцмана, розпоряджень по швартуванні, шлюзування та іншої інформації. За спеціальним вимогу Traffic Centre Ijmuiden суду повинні перейти на 9 канал.

Судна з осадкою 13,7 м зазвичай приймають лоцмана в районі буя "Q", або в 1 милю на се-віру або південь від нього в залежності від рівня припливу і типу судна.

Лоцманський катер жовтий з білою надбудовою і чорним словом "Pilot" по бортах. Зв'язок з катером по УКХ на 9 каналі.

На судна з осадкою понад 13,7 м лоцман доставляється вертольотом, який зустрічає судно близько глибоководної якірної стоянки в точці 52 ° 30'N 003 ° 50'E.

Зв'язок з береговими лоцманськими станціями здійснюється по УКХ на 19 каналі з "Ijmuiden Pilot". Зазвичай всі питання прибуття лоцмана на судно вирішуються на 88 каналі з "Traffic Centre Ijmuiden" або на 61 каналі с "Ijmuiden Port Control".

Якірна стоянка в гавані Амстердама без дозволу капітана порту заборонена.

Погода: Переважаючі вітри: W.

Приписи. На вході в гавань треба зменшувати швидкість, так як пришвартовані судна та інші об'єкти можуть отримати пошкодження. Також слід звертати увагу на суду, позначені днем прапором з горизонтальними червоними і білими смугами, а вночі червоним (вгорі) і білим вертикальними вогнями на відстані 0,6 - 0,9 м.

Максимальна швидкість для суден з осадкою понад 6,5 м - 6 вузлів; для суден з осадкою менше 6,5 м - 8 вузлів.

При необхідності цілодобово доступні буксири будь-якої потужності.

План порту Амстердам представлений на рис. 2.1.

Пірей: ЕТА Надсилається судновому агенту після відходу з останнього порту. Додатково посилається за 48, 24 і 12 годин до підходу. За 1 годину до підходу треба зв'язуватися з по УКВ з портовими властями, лоцманом і агентами для уточнення часу підходу.

Повідомлення повинно містити дані про судно, вантаж, небезпечний вантаж (якщо є і деталі) і санітарної обстановці на судні.

Документи: Портова влада (по одній копії)

1. Ship's particulars
2. Training certificates
3. Master's Health Declaration
4. Master's Declaration concerning disposal of any slops and bunkers, if any
5. RLM Form (state form) declaring all crew on board on arrival

Митним владі (по дві копії)

1. Ship's Stores List Declaration
2. Officer's and Crew's Personal Effects Declaration
3. Master's Declaration that all electrical items, not sealed, and other goods will remain on board.
4. Masters Declaration for bunkers and cargo on board.

Спеціальні форми документів є для лайнерів, їх доставляють на судно після прибуття.

Для зв'язку на довгих хвилях можна використовувати Hellas Radio (SVA), Iraklion, Limnos або Corfu Radio. Станції працюють цілодобово. УКХ: Athens Radio (SVA); Канал 16.

Межі порту: Виключаючи акваторію порту Elefsis, порт Пірей простягається уздовж NE і N берегів Sa-ronikos Kolpo від околиць Nisis Arsidha $37^{\circ} 43'N$ $023^{\circ} 54'E$ до довготи $023^{\circ} 15'E$.

Підхідний фарватер веде від точки $37^{\circ} 51'N$ $023^{\circ} 39'E$ до місця прийому лоцмана приблизно в 5 милях на NNW Фарватер глибокий і чистий від небезпек.

Попередження. Труднощі на підході викликають дрібні суду, що снують у всіх напрямках і велика кількість судів стоять на рейді.

Для входу і виходу з порту слід користуватися тільки вхідним каналом 130 м в ширину, осьова лінія якого йде від точки з координатами $37^{\circ} 56.2'N$ $23^{\circ} 37'E$ у напрямку $068,5^{\circ}$. З боку моря канал позначається лінією пеленга $346,5^{\circ}$ між Provlis So-cony $37^{\circ} 56.8'N$ $023^{\circ} 36.8'E$ і трубою в 0,5 милі до NNW.

Судна, що входять в гавань, повинні триматися до SSE від осьової лінії.

Лоцманська проводка

Лоцманська проводка обов'язкова для всіх іноземних суден і будь-яких судів понад 150 бр.р.т. Зв'язок з лоцманської службою: Tel: +30 4524 605. Для постановки на якір на рейді лоцман не потрібно.

Основні зовнішні якірні стоянки:

Рейд п. Пирей $37^{\circ}56.0'N$ $023^{\circ}35.0'E$

Ormos Falirou $37^{\circ}56.0'N$ $023^{\circ}40.0'E$

Poros Themistokleous $37^{\circ}56.8'N$ $23^{\circ}36.2'E$.

Райони запертні для якорної стоянки.

1. Ближче 800 м від голови Ormiskos Baikoutsis $37^{\circ}55.8'N$ $023^{\circ}37.9'E$ між пеленгами 343° і 064° через підводних кабелів.

2. Ближче 0,8 милі від південного берега Nisis Psittalia із-зі підводних трубопроводів. Акваторія якірних стоянок простягається на 6 миль на SW від Nisidha Atalandi північний схід від берегів острова Саламина.

Приливний рівень 0.4m.

Погода. Переважаючі вітри змінні. Взагалі, вітри південних напрямків підвищують рівень моря, північні вітри - знижують. Але коливання рівня рідко перевищують 0,5 м щодо MSL.

Основні навігаційні орієнтири

Головні маяки: Ellinikon (Аеро) $37^{\circ}53.4'N$, $023^{\circ}44.2'E$ і маяк Nisis Psittalia $37^{\circ}56.7'N$, $023^{\circ}35.7'E$.

Карти: BA 1087. Admiralty Pilot NP48.

Приписи Плавання заборонено ближче 0.11 милі від узбережжя Nisis Psittalia $37^{\circ}56.5'N$ $023^{\circ}35.4'E$.

Суднам понад 500 gt забороняється заходити в акваторію ближче 0,8 милі від південного берега Nisis Psittalia, крім випадків безпеки або термінової необхідності через підводних трубопроводів.

Судна, що заходять в порт настільки повільно, наскільки дозволяє погода і ні за яких обставин швидкість не повинна перевищувати 5 вузлів.

На вхідному каналі забороняється обгін суден і перетинати курс іншим суднам.

Буксирування обов'язкове для судів понад 1000 бр.р.т. Для менших суден буксирування за угодою. Порт обслуговують 30 буксирів.

Всебічне вивчення району плавання виконується всім судноводійною складом судна. Особливо ретельно вивчаються райони із стисненими умовами плавання і підходи до портів.

При вивченні районів із стисненими умовами і підходів до портів судноводії вивчають:

Загальну навігаційно-гідрографічної характеристику району, особливості узбережжя, рельєф дна і глибини, наявність банок, мілин і їх близькість до фарватеру і рекомендованих шляхах, наявність бару в гирлі річок;

Гідрологічні умови: величину коливання рівня моря при припливах і сгонно-нагінних явищах, характер і ступінь вітрового хвилювання, щільність води, вплив цих факторів на допустиму осадку і швидкість судна при проходженні найбільш мілководних ділянок; діючі течії, їх напрямки і швидкість; наявність тягуну.

Розташування районів інтенсивного руху суден, лову риби, розвідки і видобутку нафти і газу;

Метеорологічну характеристику району, вітровий режим, видимість, систему оповіщення про небезпечні метеорологічні умови;

СНТ морів, забезпеченість району плавання зоровим, радіотехнічним та іншим СНТ і їх режим роботи; можливість застосування РЛС для впевненого визначення місця судна, характерні ознаки для впізнання морських знаків, орієнтирів;

Місцеві правила, що діють в портах і в районах із стисненими умовами плавання, розташування небезпечних, заборонених і обмежених для плавання районів; правила плавання в територіальних водах, системах поділу руху суден; діючі системи управління рухом суден; найбільш зручний час проходження

небезпечних районів; порядок передачі по району плавання штормових і льодових попереджень, прогнозів погоди, приспів, НАВІП і НАВАРЕА;

Порядок виклику лоцмана і портової влади, місця можливих якірних стоянок і їх характеристики.

Лише після всіх перерахованих вище дій і після схвалення обраного шляху капітаном третій помічник капітана виконує попередню прокладку.

Плани портів Амстердам і Пірей представлені на рис. 2.1. і рис. 2.2.

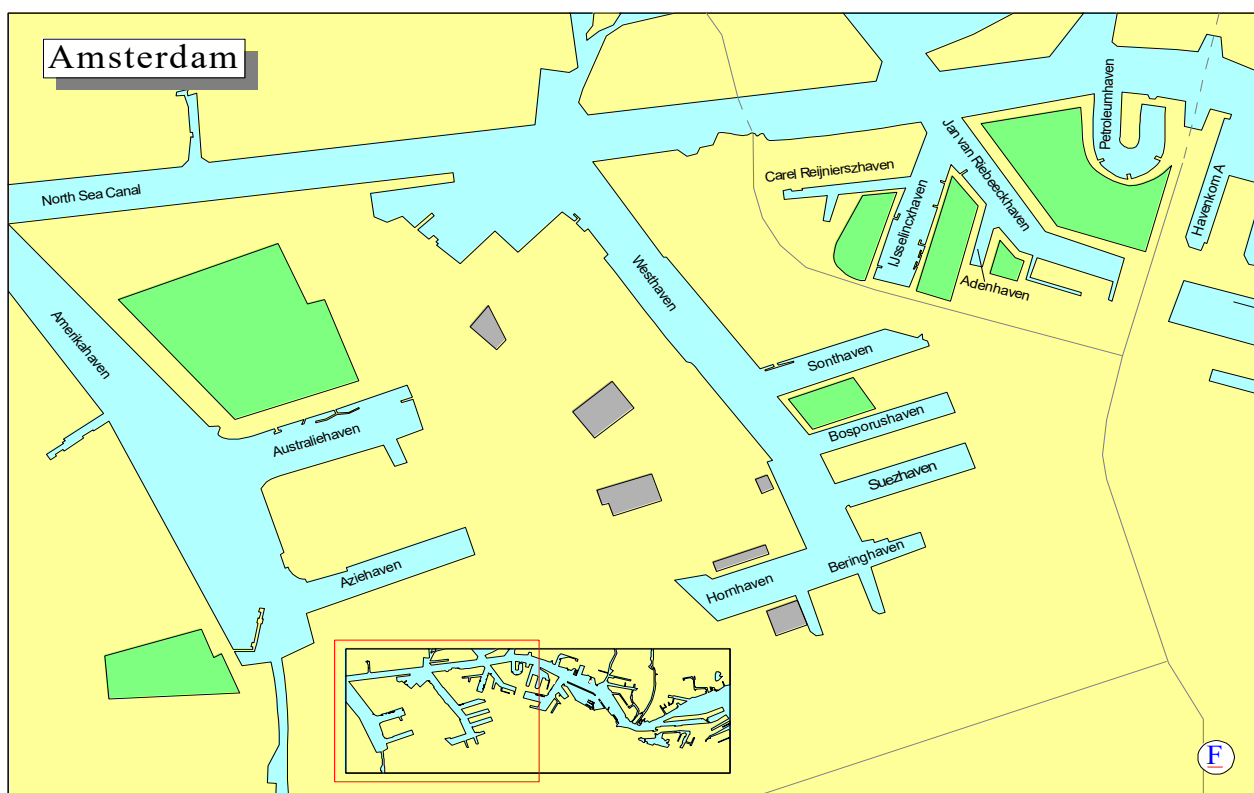


Рисунок 2.1 - План порту Амстердам

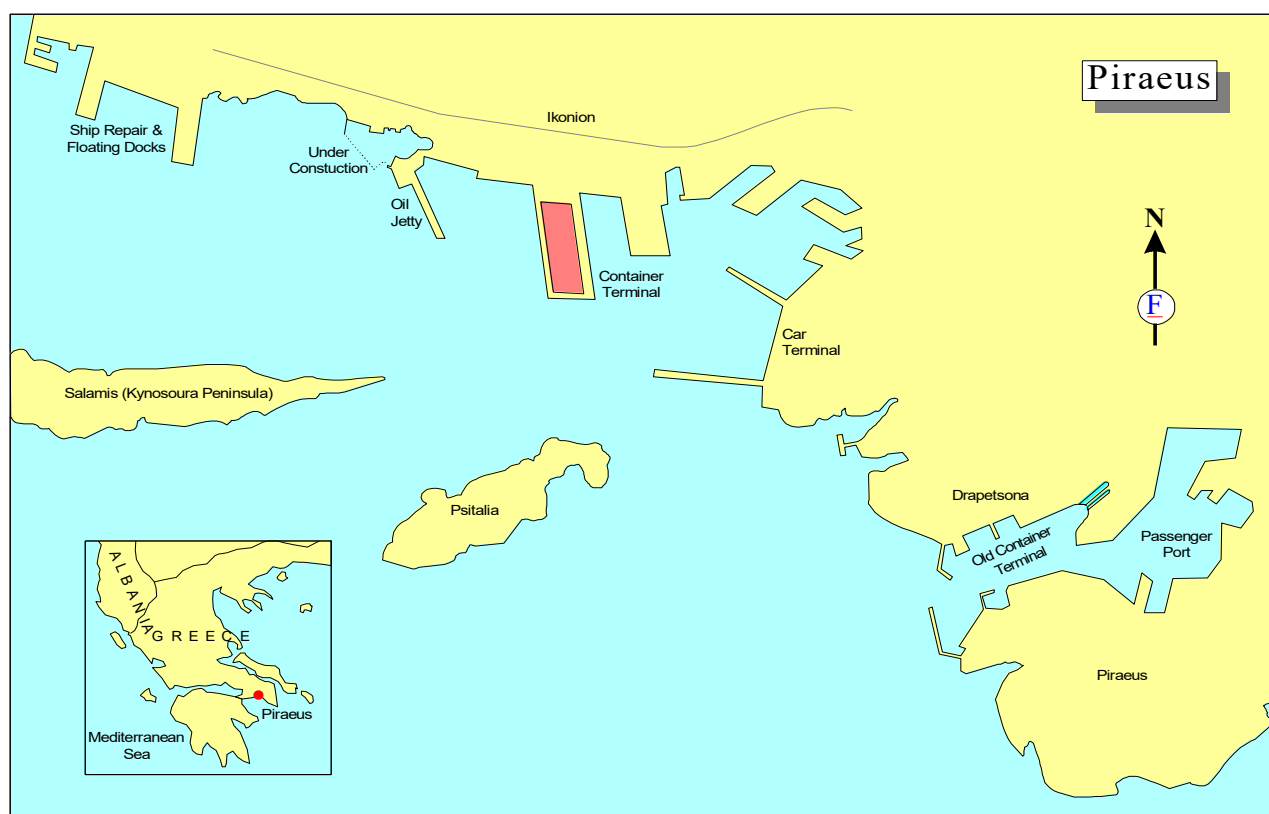


Рисунок 2.2 - План порту Пірей

Таблиця 2.9 – Засоби навігаційного обладнання

№	Назва	Координати φ λ	Дальність видимості милі	Хар-ки
1	2	3	4	5
1	Ijmuiden	52°27,4 N 004°35,1 E	29	Fl 5s
2	Noord Hinder	52°00,1 N 002°51,0 E	Racon	FL(2) 10s
3	East Goodwin Lt V	51°13,2 N 001°36,3 E	23	FL 15s
4	Sandettie Lt F	51°09,3 N 001°47,1 E	15	FL 5s
5	South GoodwinLtV	51°07,9 N 001°28,4 E	15	FL(2) 20s
6	Varne Lt F	51°01,2 N 001°23,9 E	19	FL 20s
7	Dungeness	50°54,8 N 000°58,5 E	10	F 10s
8	Royal Sovereign	50°43,4 N 000°26,0 E	12	FL 20s
9	Beachyhead	50°44,0 N	20	FL(2) 20s

		000°14,4 E		
10	Channel Lt F	49°54,3 N 002°53,7 W	25	FL 15s
11	Lanby	48°31,1 N 005°49,1 W	20	FL 4s
12	Cap Spartel	35°47,4 N 005°55,4 W	30	FL(4) 20s
13	Cabo de Sao Vicente	37°01,3 N 008°59,7 W	32	FL 5s
14	Pointe Malubata	35°48,9 N 005°44,9 W	22	FL 5s
15	Tarifa	36°00,0 N 005°36,5 W	26	FL(3) 10s
16	Punta Almina	35°53,8 N 005°16,8 W	22	FL(2) 10s
17	Nisis Parapola	36°55,7 N 023°27,2 E	25	FL(2) 20s
18	Nisis Fleves	37°45,9 N 023°45,5 E	8	FL(3) 10s
19	Nisis Psittalia	37°56,6 N 023°35,7 E	25	FL(2) 15s

2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1 Розрахунок ортодромії

Основою для вибору найвигіднішого шляху, як правило, є найкоротша відстань між двома точками. На поверхні сфероїда найкоротшою лінією є геодезична лінія, на сфері - дуга великого кола. При великих океанських переходах різниця в довжині ортодромії і локсодромії між двома точками складе сотні миль і має сенс раціонально вибрати маршрут, приблизно збігається з дугою великого кола.

Щоб вирішити питання про доцільність плавання по дузі великого кола, слід обчислити різницю між довжиною локсодромії (S) і ортодромії (D).

Так як в роботі немає атлантичного переходу, для прикладу розрахуємо виграш шляху при плаванні по дузі великого кола, що пролягає між точками $\varphi_1 = 37^\circ 01'N$, $\lambda_1 = 009^\circ 10'W$ и $\varphi_2 = 45^\circ 55'N$, $\lambda_2 = 050^\circ 00'W$

Розрахунок довжини локсодромії: $\operatorname{tg} K = \text{РД/РМЧ}$; $S = \text{РШ} \sec K$

Таблиця 2.10 - Розрахунок локсодромії

φ_1	45°55'N	МЧ,	3091.8	λ_1	50°00' W	K	286,2°
φ_2	37°01'N	МЧ ₂	2380.0	λ_2	09° 10' W	S	1914,0 миль
РШ	08°54'kN	РМЧ	711.8	РД	40°50'к W		

Розрахунок довжини ортодромії $\cos D = \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos \text{РД}$

Таблиця 2.11 - Розрахунок ортодромії

$\sin \varphi_1 \sin \varphi_2$	0,43247
$\cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos \text{РД}$	0,42029
$\cos D$	0,85276
D	1889,2

Виграш шляху становить 24,8 милі.

Початковий курс ортодромії:

$$\text{tg} K_H = \frac{\sin \Delta \lambda}{\cos \varphi_1 \text{tg} \varphi_2 - \sin \varphi_1 \cos \Delta \lambda}$$

$$\text{ctg} K_H = \cos(37^\circ 01') \text{tg}(45^\circ 55') \cos ec(-40^\circ 50') - \sin(37^\circ 01') \text{ctg}(-40^\circ 50') = -0.5649 \sin A/I$$

$$K_H = \text{arcctg}(-0.5649) = 299.4^\circ$$

Широта проміжних точок:

$$\text{tg} \varphi_i = \frac{\sin(\lambda_1 - \lambda_2)}{\text{tg} K_0}$$

Таблиця 2.12 – Курси та відстані при плаванні по ортодромії

N	Широта	Довгота	Курс	Відстань
1	37°01'N	009°10'W	298,4°	170,3'
2	38°22,1'N	12°18,5'W	295,9°	259,0'
3	40°15,1'N	17°18,5'W	292,6°	246,1'
4	41°49,8'N	22°18,5'W	289,3°	235,3'
5	43°07,6'N	27°18,5'W	285,9°	226,5'
6	44°09,7'N	32°18,5'W	282,5°	219,7'
7	44°57,1'N	37°18,5'W	278,9°	214,6'
8	45°30,3'N	42°18,5'W	275,4°	211,3'
9	45°50,1'N	4718,5'W	272,5°	112,9'
10	45°55'N	50°00'W		

2.3.2 Складання маршрутних листів

Відповідно до рекомендацій ІМО, при плануванні рейсу необхідно скласти маршрутні листи, які повинні лежати на штурманському столі. Безумовно,

протягом рейсу в маршрутні листи вносяться необхідні зміни. Маршрутний лист приведено на рис.2.3.

2.3.3 Графічний план переходу

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

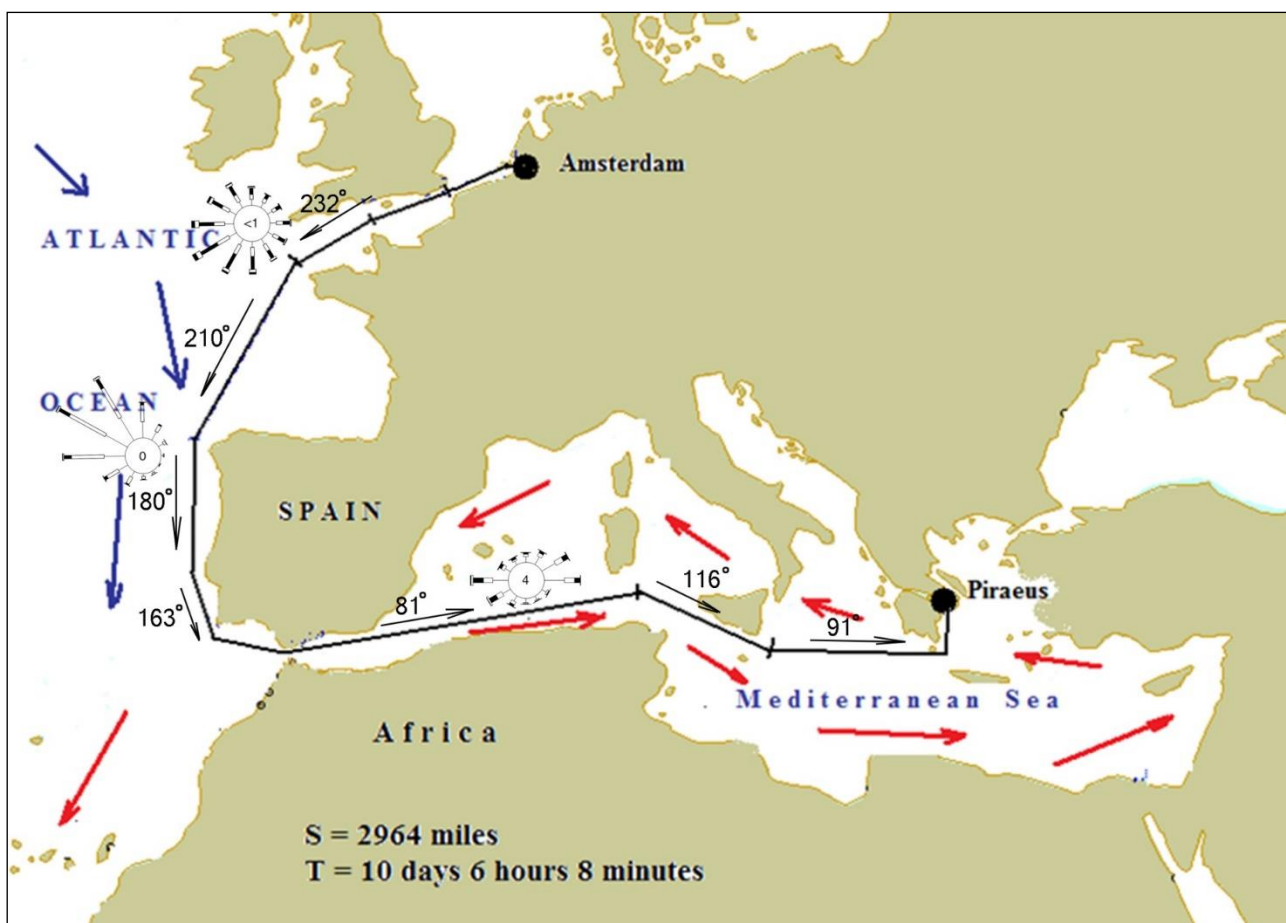


Рисунок 2.4 – Графічний план переходу

2.3.4 Розрахунок природної освітленості

Розрахунки освітленості виконують двома послідовними наближеннями:

- за широтою φ і датою запланованого плавання виберемо з Nautical Almanac без інтерполяції моменти місцевого середнього часу (LMT) сходу і заходу Сонця і Місяця.

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

Далі розраховуються по Nautical Almanac моменти (ZT) явищ, характеризуючих освітленість (користуючись для інтерполяції таблицями:

"Conversion of ARC to Time" і "Tables for Interpolating Sunrise, Moonrise, etc".
Результати вносять в таблицю.

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

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

Місцевий час явища переводять у Грінвічний:

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

Грінвічний час явища переводять в судновий:

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

У таблиці 2.13 приведено елементи освітленості на початок, середину та кінець рейсу.

Таблиця 2.13 – Елементи освітленості

Дата	ПНС	Сонце				КНС	Луна		
		Схід		Захід			Схід Тс	Вік, дні	Захід Тс
		Тс	А	Тс	А				
15/07	01.18	03.23	51	20.07	310	22.09	17.35	11	00.51
16/07	01.40	03.41	51	20.21	310	22.09	18.56	12	01.28
19/07	02.39	03.58	55	19.03	305	20.14	20.05	15	04.09
20/07	03.05	04.16	58	18.50	300	19.58	20.30	16	05.29
23/07	03.11	04.19	60	18.52	298	20.01	21.58	19	08.32
24/07	03.50	04.59	60	19.32	298	20.42	23.02	20	10.13
25/07	03.30	04.39	60	19.13	298	20.22	23.06	21	10.55

2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

Таблиці припливів містять відомості про час настання і висот повних і малих вод. Таким чином вибираємо з таблиць припливів для порту Амстердам часи наступу та висоти вод, для порту Пірей припливи не будемо розраховувати, оскільки коливання води в порту незначні. Для складання таблиці

використовувалася програма TideCalc. Ці дані представлені у таблиці 2.14. Також представлені графіки припливів (рис 2.4).

Таблиця 2.14 - Припливи у порту Амстердам

Еймейден		Еймейден	
15/07	15/07	15/07	15/07
Тп	Тп	Тм	Тм
hп	hп	hм	hм
08:06	20:23	03:03	15:39
1.9	1.7	0.1	0.1

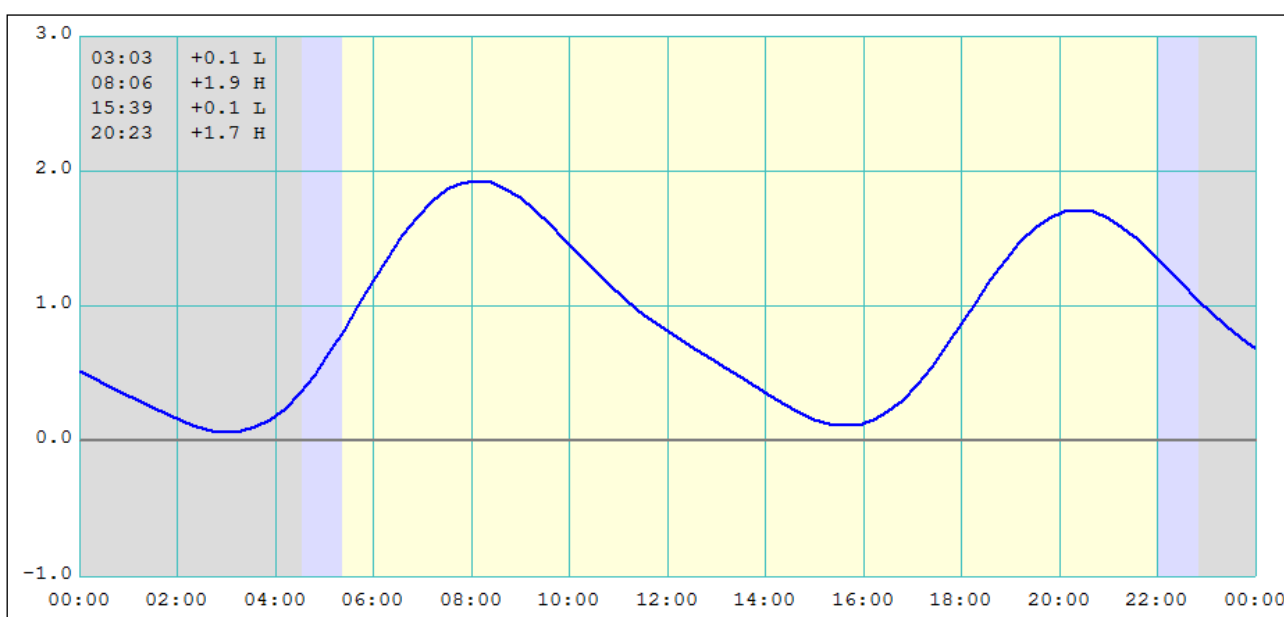


Рисунок 2.4 - Графік повної і малої води для порту Еймейден

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

Плавання на мілководді є одним з найбільш складних умов, в яких виявляється судно в процесі експлуатації.

Складність ситуації полягає не тільки в тому, що малий запас води під кілем в даних умовах являє собою реальну навігаційну небезпеку, але і в тому, що поведінка судна на мілководді істотно відрізняється від поведінки на глибокій воді.

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

$$H_{\min} = d_k + UKC + \Delta d_b + Z,$$

де d_k – осадка судна з урахуванням диференту на корму, вимірюється в метрах та визначається за формулою

$$d_k = d + \Delta d_k,$$

UKC – запас води під кілем у залежності від водотоннажності, розмірів судна, швидкості його руху, розраховується за формулою

$$UKC = \frac{2V^2Cb}{100}.$$

$$UKC = 1 \text{ метр}$$

Збільшення осадки від хвилювання

$$\Delta d_b = 0.6h_b = 0,6 \text{ м}.$$

Збільшення диференту на корму на мілководді

$$\Delta d_k = \alpha_T k_L \theta_\psi V^2 = 0,8 \text{ метра}$$

$$H_{\min} = 0,8 + 1 + 0,6 + 1 = 3,4 \text{ метра}$$

Після розрахунків робимо висновки що для безпечного проходу малих глибин, ми повинні мати запас 3,5 метра.

2.4 Висновки

Перехід з порту Амстердам в порт Пірей проходить вздовж Піренейського півострова по Атлантичному океану, потім по всій південній частині Середземного моря із заходу на схід.

У процесі опрацювання навігаційного переходу було обрано безпечні курси плавання відповідно до пори року. Загальна довжина переходу склала 2964 милі; час виходу з порту Амстердам 15/07 о 15:00 за місцевим часом; час приходу до порту Пірей 25/07 о 23:08. Тривалість переходу 10 днів 6:00 8 хвилин.

Запропонований шлях судна є економічним та безпечним з погляду навігації маршрутом для цього переходу.

РОЗДІЛ 3

ОБРОБКА І РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖУ

3.1 Транспортні характеристики вантажів

Підготовки до розрахунку вантажного плану та детальне вивчення транспортних характеристик і властивостей вантажів є одним з важливим етапом планування рейсу. Правильне врахування транспортних характеристик і властивостей вантажів сприяє забезпеченню безпеки плавання суден, своєчасній і бережливій їх доставці.

Пшениця. Властивості зернових вантажів прийнято розділяти на дві групи: фізичні – сипкість, усадка, щільність, скважистість, теплопровідність, сорбційні властивості; біологічні – подих, дозрівання, самонагрівання, а іноді і проростання.

Перевізник зобов'язаний врахувати всі зазначені властивості вантажу і полегшити раціональне завантаження судна і схоронність перевезеного вантажу. Важливе значення для перевізника має значення об'ємних навантажувальних характеристик зернового вантажу, у першу чергу при визначенні умовного моменту, що кренить.

Сипкість зерна визначається ступенем переміщення зернової маси. Вона залежить від розмірів часток, їхньої форми, вологості, хитавиці судна і вібрації, тому кут природного скосу коливається в широких межах.

Усадка зерна нерозривно зв'язана з щільністю і скважистістю зернової маси. Величина скважистості залежить від способу завантаження. Якщо завантаження провадиться «струменем», то укладання менш щільне, ніж завантаження «дощем», а отже можлива велика усадка зерна в рейсі.

Скважистість пшениці – 35-45%.

Вологість - найважливіший показник стану вантажу, оскільки від неї залежить самонагрівання. Підвищена вологість зерна приводить до його псування.

Оптимальною умовою збереження зерна вважається температура не вище 25°C, а відносна вологість від 58% для ячменя і не більш 72% для пшениці. Варто пам'ятати, що зерно вимагає певного тепловологостійного і вентиляційного режиму збереження. Вологість відноситься до числа найважливіших характеристик зерна і дуже впливає на результати перевезення. Гігроскопічний зміст вологи в масі зерна залежить від відносної вологості повітря. Сорбційні властивості зерна включають в себе два основних явища: сорбція парів і газів, тобто здатність маси зерна поглинати й утримувати пари і гази, гігроскопічність – здатність поглинати і виділяти пари води. За існуючими правилами хлібні вантажі не приймають до перевезення з вологість вище 16%. Вологість дуже впливає на протікання біологічних процесів у зерновій масі, головним з яких варто вважати подих зерна. Процес подиху приводить до втрати маси сухої речовини зерна, збільшенню кількості гігроскопічної вологи, зміні властивості повітря у вантажному приміщенні (появі вуглекислого газу), а також виділенню тепла. Це може привести до самонагрівання зерна.

Усі хлібні вантажі, які перевозяться на судні, повинні мати якісні посвідчення.

Перевізник зобов'язаний урахувати всі зазначені властивості вантажу й забезпечити раціональне завантаження судна й схоронність перевезеного вантажу.

Практика перевезення показала, що зерно можна перевозити при повній герметизації, але термін безпечного перевезення зерна в режимі герметизації залежить від вологості зерна і температури. При вологості 15% і температурі 10°C – термін більш 6 місяців, а при температурі 20°C – 33 доби.

З огляду на перераховані вище властивості зернових вантажів і види небезпек, які вони можуть проявити в процесі перевезення, розроблений

комплекс правил, що регламентують умови їхнього транспортування, зберігання й вантожеобробки. До числа таких правил належать:

- глава VI Конвенції СОЛАС - 74/81;
- Міжнародний кодекс по безпечному перевезенню зерна насипом - «Міжнародний зерновий кодекс» - МЗК;
- Кодекс безпечної практики навантаження і розвантаження балкарів (BLU Code).

Основні транспортні характеристики вантажу який перевозиться представимо в табличній формі.

Таблиця 3.1 - Об'ємно-масові характеристики вантажу

Найменування вантажу	Вид тари	Кут природного укосу, °	Питомий вантажний об'єм м ³ /т	Валові норми вантажних робіт т/добу	
				навантаження	Вивантаження
Пшениця	Навалом	29	1,26	2200	2000

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

Властивості зернових вантажів, характеристики вантажних приміщень і умови майбутнього рейсу визначають підготовку судна до прийому вантажу.

Вантажні пристрої судна повинні бути цілком підготовлені згідно з договором морського перевезення.

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

У попередній інформації Капітан повинний подати відомості про осадку судна, кількість вантажу і розподіл його по трюмах або танкам, наявності палубного вантажу або великовагових вантажів із указівкою їхньої маси, найменування вантажоодержувачів, справності суднових перевантажувальних

засобів, а також про всі потреби судна в паливі, воді, продуктах, необхідному ремонті й інших потребах судна, задоволення яких входить в обов'язки порту.

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

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

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

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

До початку вантажних операцій факт готовності вантажних приміщень оформляють актом.

Перевезення вантажів морським транспортом здійснюється на основі договору морського перевезення, що має наступні основні форми: чартер, коносамент, букінг-нот, берс-нот і фікшур-нот.

Договором морського перевезення вантажів у трамповому судноплавстві є чартер (charter party), у лінійному - коносамент (Bill of Lading).

Договір морського перевезення вантажу повинен укладатися в письмовій формі.

Наявність і зміст договору морського перевезення можуть підтверджуватися чартером, коносаментом або іншими письмовими доказами.

При перевезеннях по чартеру для розміщення вантажу надається судно цілком або його певна частина. Цю форму договору застосовують при перевезеннях масових вантажів, постачання яких здійснюються пароплавними партіями, наливних, навалювальних і лісових.

У чартері детально обмовляють зміст договору і взаємні зобов'язання сторін: найменування і техніко-експлуатаційні характеристики судна, рід вантажу, його транспортні особливості і кількість, порти навантаження і вивантаження, терміни готовності судна під навантаження, фрахт, порядок розрахунку сталійного часу і т.д. Умови чартеру узгоджують фрахтувальник і перевізник, при цьому вони є обов'язковими тільки для партнерів і тільки на період даної угоди. На практиці для оформлення договору використовують типові проформи чартерів. В даний час нараховується понад 400 проформ чартерів, що охоплюють всі основні вантажопотоки масових вантажів.

Як договір морського перевезення при відправленнях мілкопартійних генеральних вантажів у лінійному суднопластві використовують Коносамент. На відміну від чартеру умови лінійного коносамента розробляє судноплавна компанія (конференція) односторонньо, без узгодження з вантажовласниками, і вони є єдиними для усіх відправників і діють протягом тривалого часу.

Важливою особливістю перевезень по коносаменту являється те, що лінійні компанії, як правило, приймають вантаж до перевезення завчасно до підходу судна (забезпечують його збереження на своїх складах, виконують комплектацію судових партій і підготовку вантажних документів). Навантаження-вивантаження оплачується судновласником і організуються на причалах лінії.

Коносамент - це документ стандартної форми, прийнятої в міжнародній практиці, на перевезення вантажу, який засвідчує його завантаження, перевезення і право на отримання.

Коносамент використовується при перевезенні вантажів у міжнародному сполученні та являє собою цінний папір, що засвідчує право володіння вантажем, що перевозиться, товаром.

Форми коносамента:

— на пред'явника, тобто пред'явник коносамента є власником вантажу;

- іменний, тобто власником вантажу є особа, пойменоване в коносаменті; іменний коносамент не підлягає передачі іншій особі;
- ордерний, тобто передача коносамента від однієї особи до іншого здійснюється за допомогою передавального напису на ньому - індосаменту; це найпоширеніша форма коносамента.

До коносаменту обов'язково додається страховий поліс на вантаж. Коносамент може супроводжуватися різними додатковими документами, необхідними для перевезення вантажу, його зберігання та збереження, для проходження митних процедур тощо Коносамент є документом, в якому ніякі зміни неможливі. Основні реквізити коносамента:

- найменування судна;
- найменування фірми-перевізника;
- місце прийому вантажу;
- найменування відправника вантажу;
- найменування одержувача вантажу;
- найменування вантажу та його головні характеристики;
- час і місце видачі коносамента;
- підпис капітана судна.

Штурманська розписка є посвідченням судновласника в прийнятті товару до перевезення. Випишує цей документ помічник капітана в підтвердження одержання конкретної партії на борт судна. Розписка описує видимий стан товарів і дозволяє перевізникові видати коносамент. У ній відображаються результати перевірки, проведеної контролерами судновласника при прийомі товару для навантаження або під час навантаження. Це не товаророзпорядчий документ. На прохання відправника він може бути замінений коносаментом.

Чартерний (фрахтовий) коносамент - документ, у який інкорпорується шляхом посилання окремі з умов чартер-партії для того, щоб вони могли мати ефект для вантажоодержувача або індосата коносамента. Але коносамент,

виданий по чартеру, що не містить у собі умови чартеру за договором з одержувачем вантажу або індосатом, не є фрахтовим коносаментом.

Делівері-ордер (частковий коносамент) - товаророзпорядчий документ, який видається перевізником або вантажоодержувачем з підтвердженням капітаном судна. Використовується у випадку продажу вантажоодержувачем товару до того, як він прийняв доставку. Товар може бути куплений різними покупцями, на кожний з них виписується делівері-ордер на відповідну частину товару.

Таймшит - документ - відомість урахування стоян очного часу судна (стадійного часу), передбаченого чартером на проведення вантажних операцій. Він складається в кожному порту навантаження і вивантаження судна, підписується капітаном і представником фрахтувальника. Служить підставою для розрахунку по диспачу і демереджу. У тайм шиті фіксуються усі виробничі операції і непродуктивні простої за час стоянки судна в порту. У ньому вказуються: найменування порту і судна; дата і час прибуття судна і вручення нотису про готовність до навантаження (вивантаження); дата і час фактичного початку і закінчення вантажних робіт; тривалість і причини перерв у роботі; норма вантажних робіт з чартеру.

Морська накладна (лінійна накладна, океанська накладна) - документ, що підтверджує наявність договору перевезення вантажу морським шляхом і прийняття або навантаження вантажу перевізником і по якому перевізник зобов'язується доставити вантаж вантажоодержувачеві, зазначеному в документі. Накладна не являється ні оборотним, ні товаророзпорядчим документом, вантаж видається зазначеному в ній вантажоодержувачеві. До накладної додаються необхідні товаросупроводжувальні документи.

Комерційний акт - документ, складений перевізником, або його представником, що засвідчує факт нестачі, псування або ушкодження вантажу при його видачі одержувачеві в пункті призначення. Він фіксує розмір, характер і причини несхоронності вантажу і є підставою для покладання за неї матеріальної відповідальності на перевізника.

Маніфест– список вантажів, прийнятих на судно, що складають роздільно для кожного порту призначення на основі зведень, зазначених у коносаменті. Він оформляється для митниці. По кожній партії вантажів у маніфесті наводять наступні дані: номер коносамента, маркірування і кількість вантажних місць, рід вантажу, його масу й об'єм, найменування відправника й одержувача, загальну суму нарахованого фрахту і фрахт, оплачений відправником.

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

При здачі вантажів доводиться зіштовхуватися з різноманітними порядками й умовами, що визначаються як національним законодавством у різних країнах, так і місцевими правилами і звичаями, що діють в окремих портах.

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

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

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

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

Повна розрахункова водотоннажність судна Δ_p , що служить вихідною величиною при визначенні його чистої вантажопідйомності $\Delta_{\text{ч}}$ на рейс, залежить від вантажних марок у портах навантаження і вивантаження і вантажних марок і обмежень осадки на трасі переходу.

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

Перехід Амстердам – Пірей проходить в зоні дії літньої вантажної марки без обмеження по осадці. За розрахункову водотоннажність приймаємо, встановлену для зони дії літньої вантажної марки.

Водотоннажність для літньої вантажної марки (з ТЕХ судна):

$$\Delta_p = 13532 \text{ т.}$$

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

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

де Δ_0 - водотоннажність судна порожнього, т.

$$\Delta_w = 13532 - 3125 = 10407 \text{ т}$$

Ходовий час визначається по формулі:

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

де V_s - швидкість судна;

S - довжина траси переходу, милі;

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

$$t_x = 2964/(12 \cdot 24) + 0,2 = 10,5 \text{ доб.}$$

Нормативна тривалість стояночного часу розраховується по формулі:

$$t_{\text{ст}} = \frac{\sum Q_i}{M},$$

де Q_i - маса вантажу одного найменування, т;

M - валова норма вантажних робіт, шт/добу.

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

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

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

Кількість ходових запасів складає суму:

$$P_{\text{зап}}^x = P_T^x + P_B^x + P_{\text{см}}^x;$$

де P_T^x , P_B^x , $P_{\text{см}}^x$ - відповідно кількість палива, води і мастила необхідна на перехід від порту навантаження до порту вивантаження з урахуванням коефіцієнта штормового запасу $k_{\text{шт}}$ (прийmemo 10%).

$$P_T^x = q_T^x \cdot t_x \cdot k_{\text{шт}};$$

$$P_B^x = q_B^x \cdot t_x \cdot k_{\text{шт}};$$

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

де q_T^x, q_B^x, q_M^x - добова норма витрати палива, води і мастила на ходу судна відповідно, т/добу.

$$P_T^x = (10,0 + 0,8) \cdot 10,5 \cdot 1,1 = 124,7 \text{ т}$$

$$P_B^x = 2 \cdot 10,5 \cdot 1,1 = 23,1 \text{ т}$$

$$P_{\text{см}}^x = 0,08 \cdot 10,5 \cdot 1,1 = 0,9 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}}^x = 124,7 + 23,1 + 0,9 = 148,7 \text{ т}$$

Аналогічно знаходять кількість стояночних запасів:

$$P_{\text{зап}}^{\text{ст}} = P_T^{\text{ст}} + P_B^{\text{ст}} + P_{\text{см}}^{\text{ст}};$$

$$P_T^{\text{ст}} = q_T^{\text{ст}} \cdot t_{\text{ст}};$$

$$P_B^{\text{ст}} = q_B^{\text{ст}} \cdot t_{\text{ст}};$$

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

де $q_T^{\text{ст}}, q_B^{\text{ст}}, q_M^{\text{ст}}$ - добова норма витрати палива, води і мастила на стоянці судна відповідно, т/добу.

$$P_T^{\text{ст}} = 0,5 \cdot 5,0 = 2,5 \text{ т}$$

$$P_B^{\text{ст}} = 2 \cdot 5,0 = 10,0 \text{ т}$$

$$P_{\text{см}}^{\text{ст}} = 0,005 \cdot 5,0 = 0,03 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}}^{\text{ст}} = 2,5 + 10,0 + 0,03 = 12,53 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}} = 148,7 + 12,53 = 161,23 \text{ т}$$

Оскільки рейс фактичний, то кількість запасів прийнятих на судно відрізняється від розрахованого.

Запаси палива, мастила і води прийняті трохи більше чим необхідно на рейс. На відхід на судні було: важкого палива 170,5т; дизельного палива 51,1 т; води 80,0 т; мастила 8,4т; інших запасів 2,3 т.

$$\text{Усього } P_{\text{зап}} = 312,3 \text{ т}$$

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

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

де $P_{\text{эк}}$ – екіпаж, постачання та ін.

$$\Delta_{\text{ч}} = 10407 - (312,3 + 85) = 10009,7 \text{ т}$$

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

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

Найменування вантажу	Маса вантажу, т Q_i	Питомий вантажний об'єм вантажу, м ³ /т, U_i	Об'єм який займає вантаж м ³ , V_i
Обов'язкові			
Пшениця	10008	1,26	12610,1

3.4 Складання вантажного плану

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

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

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

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

W_c - вантажомісткість судна, m^3 ;

n - кількість вантажних приміщень.

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

$$Q_i = K_i \cdot Q_{\text{полн}}.$$

Розрахунок робимо в табличній формі.

Таблиця 3.3 – Розподіл вагового навантаження по вантажних приміщеннях судна

Найменування вантажного приміщення	Вантажомісткість вантажного приміщення W_i , m^3	Коефіцієнт порівняння, K_i	Припустиме максимальне вагове навантаження вантажного приміщення Q_i , т
Трюм №1	3537	0,2739	2741,2
Трюм №2	4745	0,3674	3676,9
Трюм №3	4633	0,3587	3589,9
Всього	12915	1,0000	10008

Комплектація й розміщення вантажів по вантажних приміщеннях проводиться з урахуванням транспортних характеристик вантажів, техніко-експлуатаційних характеристик судна.

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

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

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

Відстань між портами: $S = 2964$ милі

Порт відходу: Амстердам. Густина води $\rho = 1,000 \text{ т/м}^3$.

У порту Амстердам діє літня вантажна марка.

Ремонт: Доступний. Прісна вода: Є в наявності.

Державні свята: День Нового року, Великодня неділя, Пасхальний понеділок, День народження Королеви, День національного визволення, День Вознесіння, Ніч неділі, Білий понеділок, Різдво та День боксу.

Час роботи: протягом 24 годин.

Порт приходу Пірей (Греція). Густина води $\rho = 1,025 \text{ т/м}^3$.

У порту Пірей діє літня вантажна марка.

Пірей лежить у затоці Саронікос.

Ремонт: Добре обладнані майстерні здатні проводити будь-який вид ремонту.

Прісна вода: Є в наявності.

Бункеровка: Усі вимоги з бункеровки можуть бути виконані.

Державні свята: 1 січня, 6 січня, 25 березня, Страсна п'ятниця, Великодній понеділок, 1 травня, День Святого Духа (червень), 15 серпня, 28 жовтня, 12 грудня, 25 грудня, 26 грудня.

Час роботи: протягом 24 годин.

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

Абсциси відраховуються від мідель-шпангоуту і мають знак в кормовій частині “–”, а в носовій частині “+”. Диферент на корму має знак “–”, а на ніс “+”.

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

Таблиця 4.1 – Розподіл запасів на відхід

Найменування цистерн	Міст- кість, т	Маса т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо $\rho = 0,95 \text{ т/м}^3$						
No.1 WING TANK P/S	33,0	32,1	-42,27	4,06	-1356,9	130,3
No.1 WING TANK S/S	33,0	32,1	-42,27	4,06	-1356,9	130,3
No.3 WING TANK P/S	66,9	35,0	-56,65	8,46	-1982,8	296,1
No.3 WING TANK S/S	66,9	35,0	-56,65	8,46	-1982,8	296,1
M/E F.O. 11 SETTling TANK S/S	19,0	18,5	-43,59	8,28	-806,4	153,2
M/E F.O. 12 SERVICE TANK S/S	9,8	9,0	-44,87	8,29	-439,7	81,2
M/E F.O. 13 SERVICE TANK S/S	8,1	8,0	-46,15	8,30	-369,2	66,4
Всього моторного палива		170,5			-8294,7	1153,6
Дизельне паливо $\rho = 0,86 \text{ т/м}^3$						
DB TANK 1 P/S	13,8	9,6	-43,07	0,73	-413,5	7
DB TANK 1 S/S	11,8	9,8	-43,19	0,73	-423,3	7,2
WING TANK 2 P/S	45,0	22,5	-41,95	8,25	-943,9	185,6
D.O. SERVICE TANK 15 S/S	4,8	4,6	-40,91	7,80	-188,2	35,9
D.O. SERVICE TANK 16 P/S	4,8	4,6	-41,91	7,80	-192,8	35,9
Всього дизельного палива		51,1			-2161,7	271,6

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7
Мастило $\rho = 0,90 \text{ т/м}^3$						
L.O. STORAGE TANK DB S/S	4,3	3,8	-48,57	0,81	-184,6	3,1
M/E L.O. SUMP. TANK C	7,6	4,6	-48,11	8,32	-221,3	38,3
Всього мастила		8,4			-405,9	41,4
Вода $\rho = 1,00 \text{ т/м}^3$						
FRESH WATER TANK AFP P/S	50,5	40,0	-60,64	7,12	-2425,6	284,8
FRESH WATER TANK AFP S/S	50,5	40,0	-60,64	7,12	-2425,6	284,8
Всього прісної води		80,0				
Інші танки						
WASTE OIL T. (OIL SEC.) S/S	4,5	0,4	-51,19	0,86	-20,5	0,3
WASTE OIL T. (WATER SEC.) P/S	12,6	1,2	-50,67	0,85	-60,8	1
SEWAGE TANK 2 S/S	6,4	0,7	-45,95	0,74	-32,2	0,5
Всього		2,3			-113,5	1,8
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:		312,3	-50,71	6,53	-15827	2038
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТІВ M_x					15837	

Таблиця 4.2 - Розподіл запасів на прихід

Найменування цистерн	Місткість, т	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M_x	M_z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо $\rho = 0,95 \text{ т/м}^3$						
No.3 WING TANK P/S	66,9	14,6	-56,65	8,46	-827,1	123,5
No.3 WING TANK S/S	66,9	14,6	-56,65	8,46	-827,1	123,5
M/E F.O. 11 SETTLING TANK S/S	19,0	18,5	-43,59	8,28	-806,4	153,2
M/E F.O. 12 SERVICE TANK S/S	9,8	9,0	-44,87	8,29	-439,7	81,2
M/E F.O. 13 SERVICE TANK S/S	8,1	8,0	-46,15	8,30	-369,2	66,4
Всього моторного палива		65,5			-3269,5	547,8
Дизельне паливо $\rho = 0,86 \text{ т/м}^3$						
DB TANK 1 P/S	13,8	9,6	-43,07	0,73	-413,5	7
DB TANK 1 S/S	11,8	9,8	-43,19	0,73	-423,3	7,2
WING TANK 2 P/S	45,0	14,1	-41,95	8,25	-591,5	116,3
D.O. SERVICE TANK 15 S/S	4,8	4,6	-40,91	7,80	-188,2	35,9

Продовження табл.4.2

1	2	3	4	5	6	7
D.O. SERVICE TANK 16 P/S	4,8	4,6	-41,91	7,80	-192,8	35,9
Всього дизельного палива		42,7			-1809,3	202,3
Мастило $\rho = 0,90 \text{ т/м}^3$						
L.O. STORAGE TANK DB S/S	4,3	3,8	-48,57	0,81	-184,6	3,1
M/E L.O. SUMP. TANK C	7,6	3,8	-48,11	8,32	-182,8	31,6
Всього мастила		7,6			-367,4	34,7
Вода $\rho = 1,00 \text{ т/м}^3$						
FRESH WATER TANK AFP P/S	50,5	29,5	-60,64	7,12	-1788,9	210
FRESH WATER TANK AFP S/S	50,5	29,5	-60,64	7,12	-1788,9	210
Всього прісної води		59			--3577,8	420
Інші танки						
WASTE OIL T. (OIL SEC.) S/S	4,5	0,4	-51,19	0,86	-20,5	0,3
WESTE OIL T. (WATER SEC.) P/S	12,6	1,2	-50,67	0,85	-60,8	1
SEWAGE TANK 2 S/S	6,4	0,7	-45,95	0,74	-32,2	0,5
Всього		2,3			-113,5	1,8
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:		177,1	-51,60	6,81	-9137,5	1206,6
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТІВ M_x					9137,5	

Розподіл вантажів представлений у табл.4.3.

Таблиця 4.3 – Розподіл вантажів

Найменування приміщень	Об'єм прим., м^3	Об'єм вантажу, м^3	% заповнення	Маса вантажу, т	Плечі, м		Моменти, тм		
					x	z	M_x	M_z	$M_{\text{пгу}}$
Трюм №1	3537	3234,4	91,4	2567	36,98	6,18	94928	15864	969
Трюм №2	4745	4743,9	100	3765	8,06	6,19	30346	23305	316
Трюм №3	4633	4631,8	100	3676	-23,64	6,29	-86901	23122	280
ВСЬОГО ВАНТАЖУ	12915	12610,1		10008	3,83	6,22	38373	62291	1565
Арифметична сума моментів M_x (без вантажу в тр. №2)							181829		
Трюм №2 носова частина				2653	12,40		32897		
Трюм №2 кормова частина				1112	5,20		5782		
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТІВ M_x							220508		

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

Таблиця 4.4 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на відхід

Найменування статей навантаження	На відхід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		х	z	M_x	M_z
Судно порожнє	3125	-5,45	7,63	-17031,3	23843,8
Константа	85	-45,85	9,00	-3897	765
Суднові запаси	312,3	-50,71	6,53	-15827	2038
Вантаж	10008	3,83	6,22	38373	62291
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНІСТЬ:	13530,3	0,12	6,57	1617,7	88937,8

Таблиця 4.5 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на прихід

Найменування статей навантаження	На прихід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		х	z	M_x	M_z
Судно порожнє	3125	-5,45	7,63	-17031,3	23843,8
Константа	85	-45,85	9,00	-3897	765
Суднові запаси	177,1	-51,60	6,81	-9137,5	1206,6
Вантаж	10008	3,83	6,22	38373	62291
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНІСТЬ:	13395,1	0,62	6,58	8307,2	88106,4

Схематично вантажний план представлений на рис.4.1.

4.2. Розрахунки посадки і початкової остійності

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

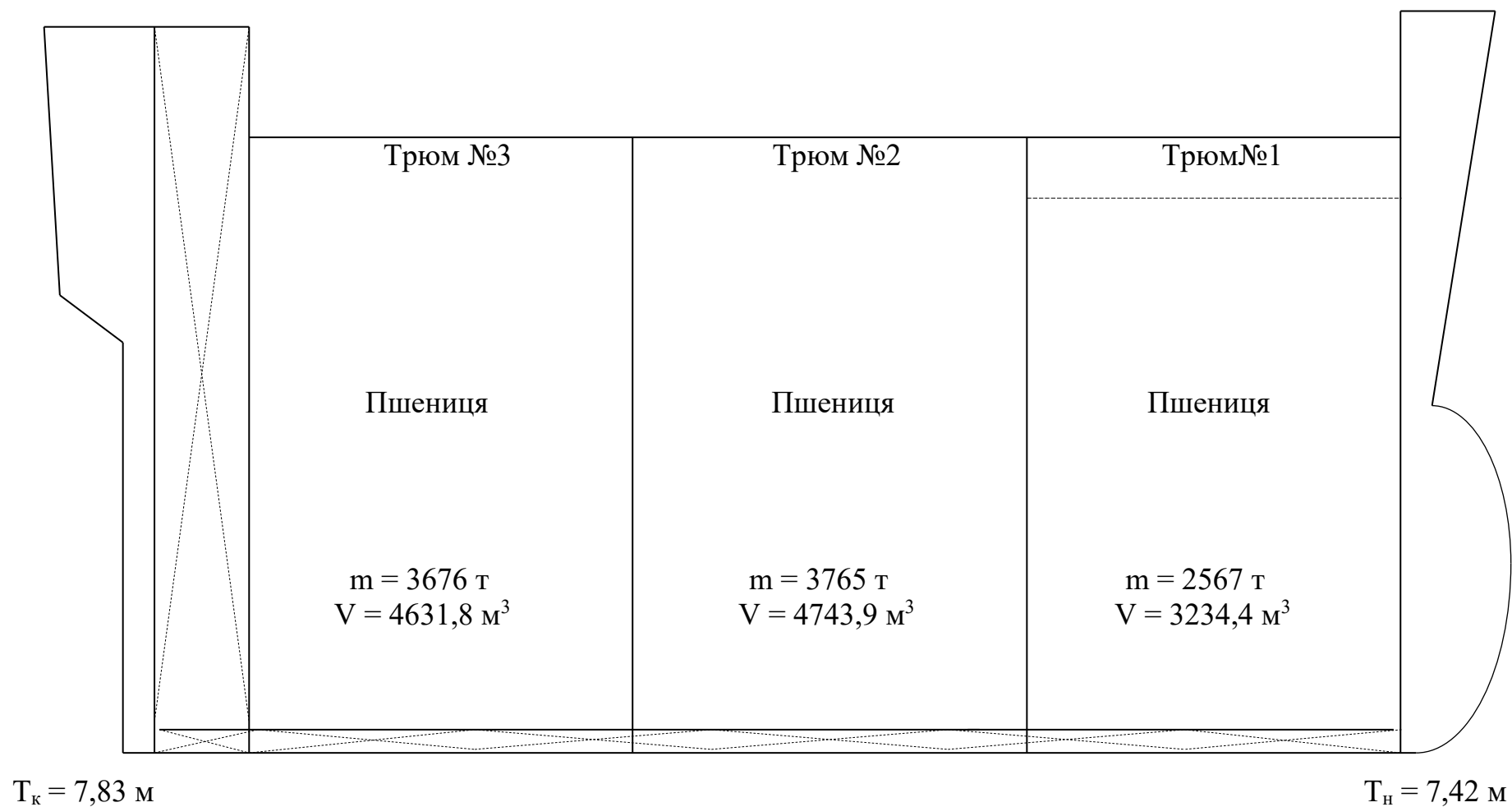


Рисунок 4.1 – Схема вантажного плану судна

Таблиця 4.6 – Розрахунки посадки судна на відхід і на прихід

Найменування величин	Позначення та формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
Водотоннажність масова, т	D	13530,3	13395,1
Абсциса центра ваги судна, м	x_g	0,32	0,52
Водотоннажність об'ємна, м ³	$V = D / \rho$	13530	13068
Густина заборотної води, т/м ³	ρ	1,000	1,025
Осадка судна, м	T	7,63	7,39
Момент диферентуючий на 1 см, тм/см	M_{cm}	172,1	168,9
Абсциса центра величини судна, м	x_c	0,64	0,68
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	x_f	-2,19	-2,08
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	7,88	7,85
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,818	0,816
Диферент судна, м	$d = D(x_g - x_c) / (100M_{cm})$	-0,41	-0,05
Осадка судна носом, м	$T_H = T - (L/2 + x_f) d/L$	7,42	7,36
Осадка судна кормою, м	$T_K = T_H + d$	7,83	7,41

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

Таблиця 4.7 – Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h , тм
1	2
No.1 WING TANK P/S	28
No.1 WING TANK S/S	28
No.3 WING TANK P/S	94
No.3 WING TANK S/S	94

M/E F.O. 11 SETTLING TANK S/S	13
DB TANK 1 P/S	44

Продовження табл.4.7

1	2
DB TANK 1 S/S	44
WING TANK 2 P/S	31
FRESH WATER TANK AFP P/S	22
FRESH WATER TANK AFP S/S	22
Сума: $\Sigma \Delta m_h$	420

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний в табл.4.7.

Таблиця 4.7 – Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення та формули	Значення величин	
		Відхід	Відхід
Водотоннажність масова, т	D	13530,3	13395,1
Невиправлена апліката центра ваги судна, м	z_{g0}	6,57	6,58
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	7,88	7,85
Невиправлена метацентрична висота, м	$h_0 = z_m - z_{g0}$	1,31	1,27
Виправлення на вільні поверхні, м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / D$	0,03	0,03
Виправлена апліката центра ваги судна, м	$z_g = z_{g0} + \Delta h$	6,60	6,61
Виправлена метацентрична висота, м	$h = h_0 - \Delta h$	1,28	1,24

4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації

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

Таблиця 4.9 – Перевірка остійності по критичній аплікаті центра ваги судна

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	13530,3	13395,1
Виправлена апліката Ц.В. судна, м	z_g	6,60	6,61
Максимальна гранична апліката Ц.В., м	$z_g^{\max}$	7,43	7,43

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

4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності

Плечі статичної остійності розраховані з використанням таблиці плечей остійності форми (Cross-Curves of Stability). Плечі остійності форми l_ϕ вибираються по осадці для тих кутів крену, які приведені в таблиці. Ці плечі відлічуються від точки К, що відповідає кільовій лінії, то плечі остійності ваги необхідно розраховувати по формулі:

$$l_g = z_g \sin \theta,$$

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

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

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

Таблиця 4.10 – Розрахунок плечей статичної остійності на відхід

Водотоннажність D, т							13530,3	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							6,57	
Апліката умовного центра мас z_m , м (поліус – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м							6,60	
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плеche форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \cdot \sin \theta^\circ$	Плеche статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \theta^\circ$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	1,376	0,174	1,148	0,228	4	0,912	3	0,684
20	2,723	0,342	2,257	0,466	2	0,932	3	1,398
30	4,032	0,500	3,300	0,732	4	2,928	1	0,732
40	5,153	0,643	4,244	0,909	1	0,909	$\sum_{30}$	2,814
50	5,888	0,766	5,056	0,832	$\sum_{40}$	5,681	$a_{0-30} = 3 \times 0,1745 \times 2,814 / 8 = 0,184$	
60	6,280	0,866	5,716	0,564	$a_{0-40} = 0,1745 \times 5,681 / 3 = 0,330$			
70	6,398	0,940	6,204	0,194				

80	6,281	0,985	6,501	-0,220	$a_{30-40} = 0,330 - 0,184 = 0,146$
----	-------	-------	-------	--------	-------------------------------------

Таблиця 4.11 – Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність D, т							13395,1	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							6,58	
Апліката умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м							6,61	
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плече форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \cdot \sin \theta^\circ$	Плече статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \theta^\circ$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	1,375	0,174	1,150	0,225	4	0,900	3	0,675
20	2,726	0,342	2,261	0,465	2	0,930	3	1,395
30	4,040	0,500	3,305	0,735	4	2,940	1	0,735
40	5,170	0,643	4,250	0,920	1	0,920	$\sum_{30}$	2,805
50	5,906	0,766	5,063	0,843	$\sum_{40}$	5,690	$a_{0-30} = 3 \times 0,1745 \times 2,805 / 8 = 0,184$	
60	6,295	0,866	5,724	0,571	$a_{0-40} = 0,1745 \times 5,690 / 3 = 0,331$			
70	6,409	0,940	6,213	0,196				
80	6,287	0,985	6,511	-0,224	$a_{30-40} = 0,331 - 0,184 = 0,147$			

За результатами розрахунків будуюмо діаграми остійності на відхід (рис.4.2) і на прихід (рис.4.3). На діаграмі на прихід показано визначення спеціальних вимог до остійності при перевезенні зерна (рис.4.4).

4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності

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

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

Розрахунок нормованих параметрів остійності виконаний у табл. 4.12.

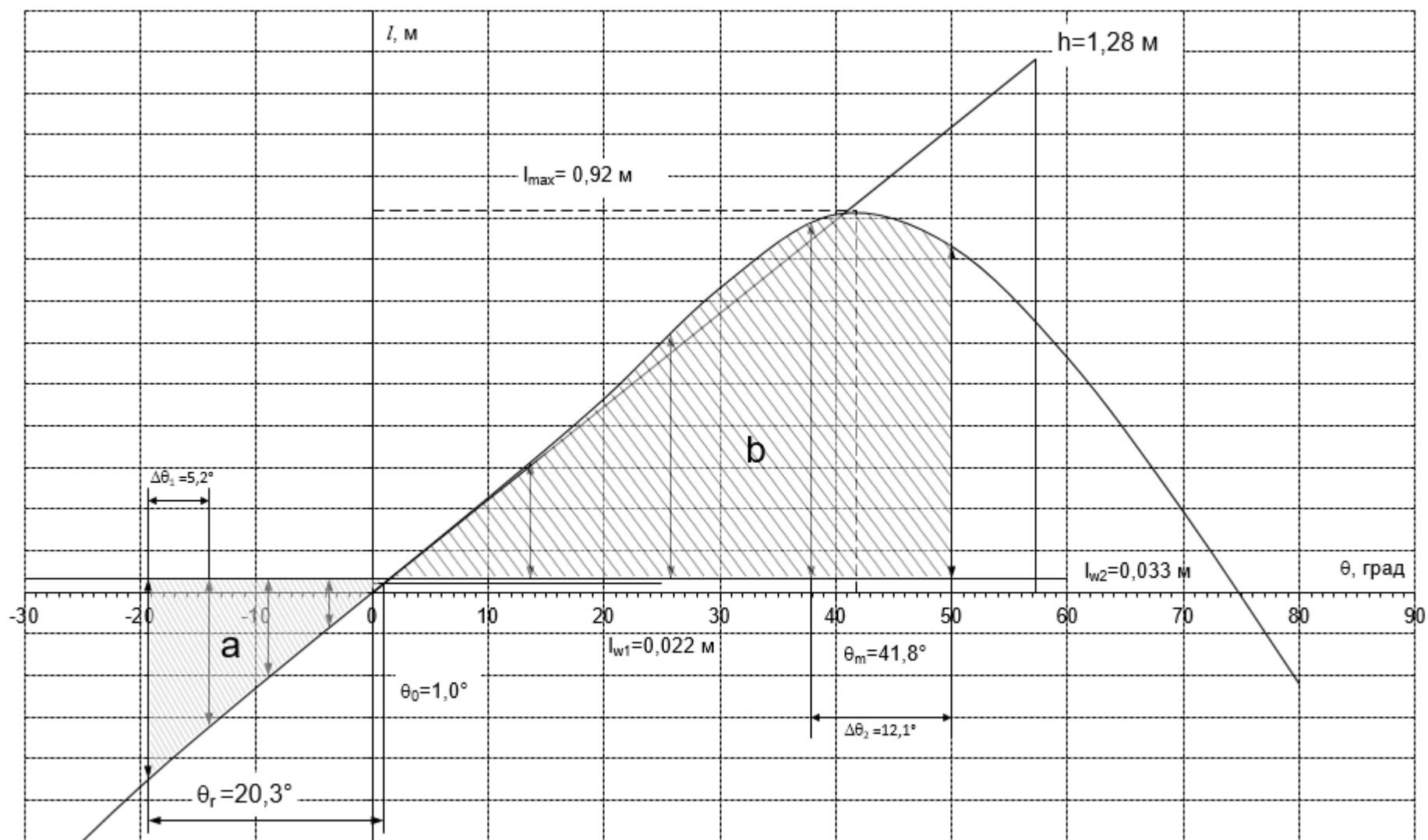


Рисунок 4.2 - Діаграма статичної остійності на відхід і визначення критерію погоди

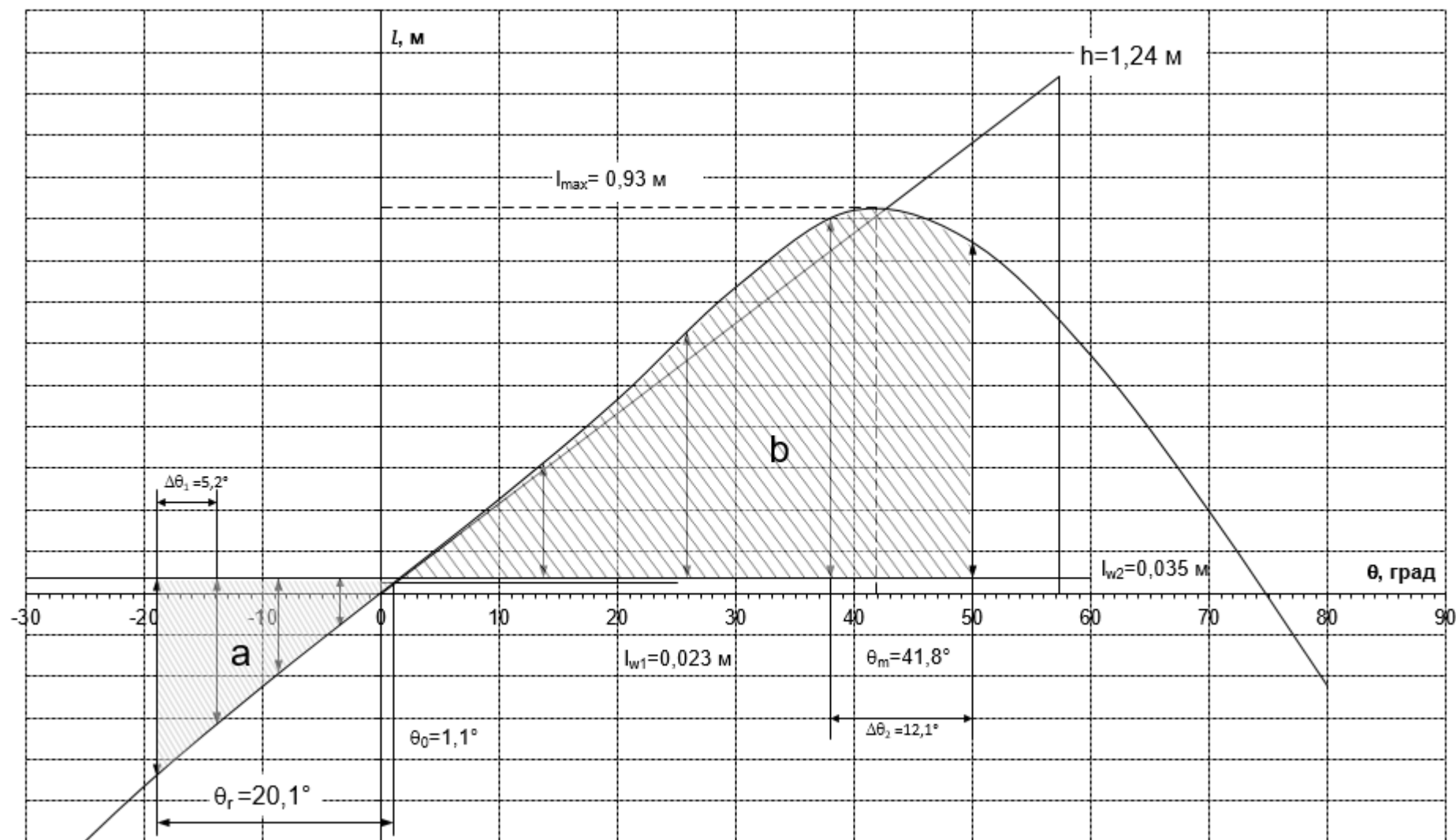


Рисунок 4.3 - Діаграма статичної остійності на прихід і визначення критерію погоди

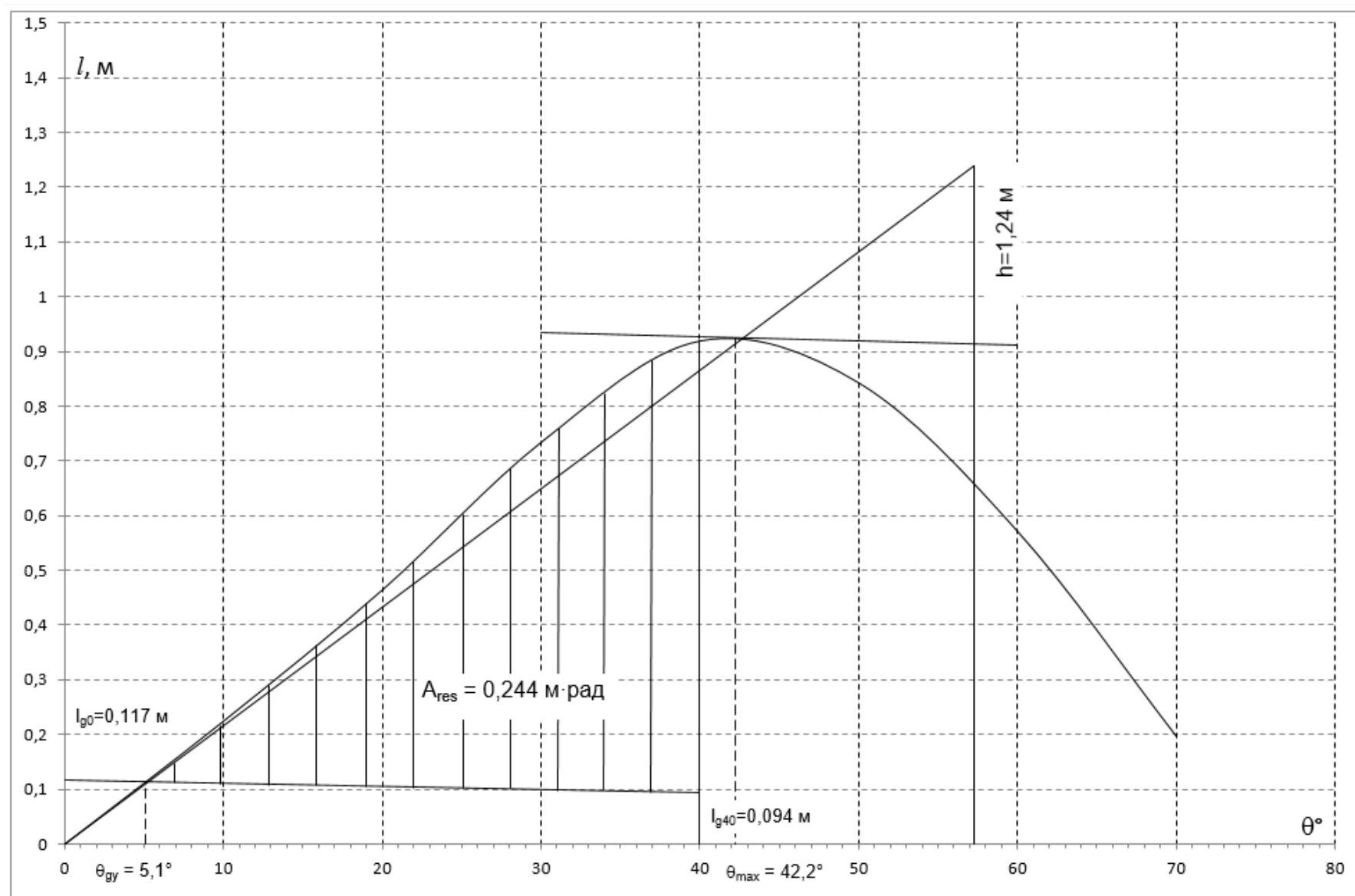


Рисунок 4.4 - Діаграми остійності на прихід і визначення параметрів остійності при перевозці зерна

Таблиця 4.12 - Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення та формули	Значення величин	
		Відхід	Відхід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	13530,3	13395,1
Осадка судна, м	T	7,63	7,39
Виправлена метацентрична висота, м	h	1,28	1,24
Площа парусності, м ²	A _v	740	771
Апліката центра парусності (ЦП), м	z	3,95	4,10
Плече парусності при постійному вітрі, м	$z_v = z + T/2$	7,77	7,80
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	$l_{w1}=0,504 A_v z_v / (g D)$	0,022	0,023
Кренувальне плече від пориву вітру, м	$l_{w2} = 1,5 l_{w1}$	0,033	0,035
Відносна площа скулових кілей, %	$100 A_k / (L B)$	1,85	
Коефіцієнт	k	0,901	
Відносна ширина	B/T	2,36	2,44
Безрозмірний множник	X ₁	1,000	0,992
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,818	0,816
Безрозмірний множник	X ₂	1,000	1,000
Інерційний коефіцієнт	$c=0,373+0,023B/T-0,043L/100$	0,375	0,377
Період хитавиці, с	$T_0 = 2 c B / \sqrt{h}$	11,9	12,2
Коефіцієнт	S	0,0657	0,0638
Коефіцієнт	$r = 0,73 + 0,6 (z_g - T) / T$	0,649	0,667
Амплітуда хитавиці, °	$\theta_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{r S}$	20,3	20,1
Кут заливання, °	θ _f	>60	>60
Кут входу палуби у воду, °	$\theta_d = \arctg(2(H - T) / B)$	13,0	14,4
Кут крену від постійного вітру, °	θ ₀	1,0	1,1
Кут крену при хитавиці назустріч вітру, °	$\theta_1 = \theta_r - \theta_0$	19,3	19,0
Границя площ. “b” діаграми праворуч, °	θ _b	50	50
Площа “a” діаграми, м-рад	a	0,086	0,084
Площа “b” діаграми, м-рад	b	0,460	0,462
Критерій погоди	$K = b / a$	5,35	5,50

Продовження табл.4.12

1	2	3	4
Момент, що кренить, від зсуву вантажу, тм	M_{gy}	1565	
Крен. плече від зсуву вантажу при крені 0° , м	$l_{g0} = M_{gy} / D$	0,116	0,117
Крен. плече від зсуву вантажу при крені 40° , м	$l_{g40} = 0,8 l_{g0}$	0,093	0,094
Кут крену від зсуву вантажу, $^\circ$	θ_{gy}	5,0	5,1
Кут найбільшої різниці між l і крен.плечем, $^\circ$	θ_{max}	42,2	42,2
Границя залишкової площі ДСО праворуч, $^\circ$	θ_{res}	40	40
Залишкова площа ДСО, м рад	A_{res}	0,243	0,244

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

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

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

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (19,3 + 1,5 \cdot 1,0)/4 = 5,2^\circ$			$\Delta\theta_1^{рад} = 5,2^\circ/57,3 = 0,0908$ рад		
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 1,0)/4 = 12,13^\circ$			$\Delta\theta_2^{рад} = 12,13^\circ/57,3 = 0,2116$ рад		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0,480$	1	0,480	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,355$	4	1,420	$b_2 = 0,280$	4	1,120
$a_3 = 0,235$	2	0,470	$b_3 = 0,590$	2	1,180
$a_4 = 0,116$	4	0,464	$b_4 = 0,857$	4	3,428
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 0,799$	1	0,799
		$\Sigma_a = 2,834$			$\Sigma_b = 6,527$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{рад} = \frac{1}{3} 2,834 \times 0,0908 = 0,086$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{рад} = \frac{1}{3} 6,527 \times 0,2116 = 0,460$		

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

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (19,0 + 1,5 \cdot 1,1)/4 = 5,18^\circ$			$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 5,18^\circ/57,3 = 0,0903 \text{ рад}$		
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 1,1)/4 = 12,1^\circ$			$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 12,1^\circ/57,3 = 0,2112 \text{ рад}$		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0,476$	1	0,476	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,350$	4	1,400	$b_2 = 0,278$	4	1,112
$a_3 = 0,228$	2	0,456	$b_3 = 0,591$	2	1,182
$a_4 = 0,113$	4	0,452	$b_4 = 0,865$	4	3,460
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 0,808$	1	0,808
		$\Sigma_a = 2,784$			$\Sigma_b = 6,562$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 2,784 \times 0,0903 = 0,084$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 6,562 \times 0,2112 = 0,462$		

4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

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

Таблиця 4.15 – Перевірка виконання рекомендацій ІМО

Найменування величин	Позначення	Значення величин			Викон. (YES/NO)
		нормативне	відхід	прихід	
1	2	3	4	5	6
Загальні критерії					
Площа під ДСО до кута крену 30° , м·рад	A_{30}	$\geq 0,055$	0,184	0,184	YES
Площа під ДСО до кута крену 40° , м·рад	A_{40}	$\geq 0,09$	0,330	0,331	YES
Площа під ДСО між 30° і 40° , м рад	A_{30-40}	$\geq 0,03$	0,146	0,147	YES
Плече ДСО при куті крену 30° або більше, м	l_{30}	$\geq 0,20$	0,732	0,735	YES
Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, $^\circ$	θ_m	≥ 25	41,8	41,8	YES
Виправлена метацентрична висота, м	h	$> 0,15$	1,28	1,24	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	5,35	5,50	YES
Кут крену від постійного вітру, $^\circ$	θ_0	$\leq 10,4$	1,0	1,1	YES

Продовження табл.4.15

1	2	3	4	5	6
Спеціальні вимоги при перевезенні зерна:					
Виправлена метацентрична висота, м	h	$\leq 12,0$	5,0	5,1	YES
Кут крену від зсуву вантажу, °	$\theta_{шт}$	$\geq 0,30$	1,28	1,24	YES
Залишкова площа діагр. стат. ост., м рад	A_{res}	$\geq 0,075$	0,243	0,244	YES

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

4.7 Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу

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

Таблиця 4.16 Розрахунок арифметичної суми моментів від мас дедвейту

Найменування величин	Значення величин	
	Відхід	Прихід
Арифметична сума M_x вантажів, тм	220508	220508
Арифметична сума M_x запасів, тм	15837	9137,5
Арифметична сума M_x постачання і екіпажу, тм	3897	3897
СУМА $\Sigma/M_x/$	240242	233542,5

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

Таблиця 4.17 – Перевірка загальної подовжньої міцності судна в рейсі

Найменування величин	Позначення і формули	значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Числ. коефіцієнт для судна порожнього	k_n	0,126	
Виг.мом. від ваги судна порожнього, кНм	$M_n = k_n D_0 L g$	464990	

Продовження табл.4.17

1	2	3	4
Виг.момент від сил дедвейту, кНм	$M_{DW} = 1/2 \ g \ \Sigma/M_x/$	1178387	1145526
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,818	0,816
Числ.коефіцієнт для сил підтримки	$k_{сп} = 0,0895 \ \delta + 0,0315$	0,1047	0,1045
Виг.момент від сил підтримки, кНм	$M_{сп} = - k_{сп} \ D \ L \ g$	-1672929	-1653049
Виг.момент на тихій воді, кНм	$M_{изг} = M_{п} + M_{DW} + M_{сп}$	-29552	-42533
Вид деформації	(перегин / прогин)	прогин	прогин
Чисельний коефіцієнт	k_0	0,0182	0,0182
Допустимий виг.мом. на міделі, кНм	$M_{доп} = k_0 \ B \ L^{2,3} \ g$	196014	196014
Виг. момент у % від допустимого	$100 \ M_{изг} / M_{доп}$	15,1	21,7

Протягом усього рейсу загальна подовжня міцність забезпечена.

РОЗДІЛ 5

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СУДНОВИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ СУДНОВОДІННЯ

Безпека судноплавства традиційно належить до ключових пріоритетів морської галузі. Нині вона безпосередньо залежить від ефективності технічних засобів, що забезпечують виявлення небезпечних факторів, прогнозування навігаційних ситуацій та підтримку прийняття рішень судноводієм. В умовах зростання інтенсивності морських перевезень, ускладнення конфігурації морських акваторій та зростання екологічних ризиків важливість застосування сучасних суднових радіолокаційних станцій (РЛС) невідносно зростає.

Аварійність морських суден залишається значним фактором ризику. За статистикою, до 80% аварій відбувається внаслідок людського чинника, пов'язаного з помилковою інтерпретацією інформації, неправильним рішенням або його реалізацією. Згідно зі звітами міжнародних компаній та аналітичних агентств, незважаючи на загальну тенденцію до зниження кількості аварій, регіональні відмінності залишаються істотними, а найбільш аварійно небезпечними зонами є Південно-Східна Азія та басейн Середземного й Чорного морів (рис. 5.1). Це підкреслює необхідність підвищення ролі навігаційних систем, зокрема РЛС, як ключових інструментів спостереження за обстановкою [23, 27].

Втрати від аварій морських суден, особливо від аварій танкерів, приносять величезні збитки, а екологічні катастрофи несуть загрозу всьому живому. Тому екологічно небезпечні суду (танкери, газовози, хімовози і т.п.) обладнують подвійним корпусом, дублюючими системами електропостачання, вантажоперевалки, пожежогасіння. На них встановлюють або пропульсівніе установки з двома двигунами, які додаткові забираються вінторулевие комплекси. Стандартом такої безпеки став танкер дедвейтом 31600 тонн,

побудований в 2001 році німецької суднобудівної промисловістю відповідно до нової програми. Однак і цих заходів на сьогоднішній день ставати недостатньо.

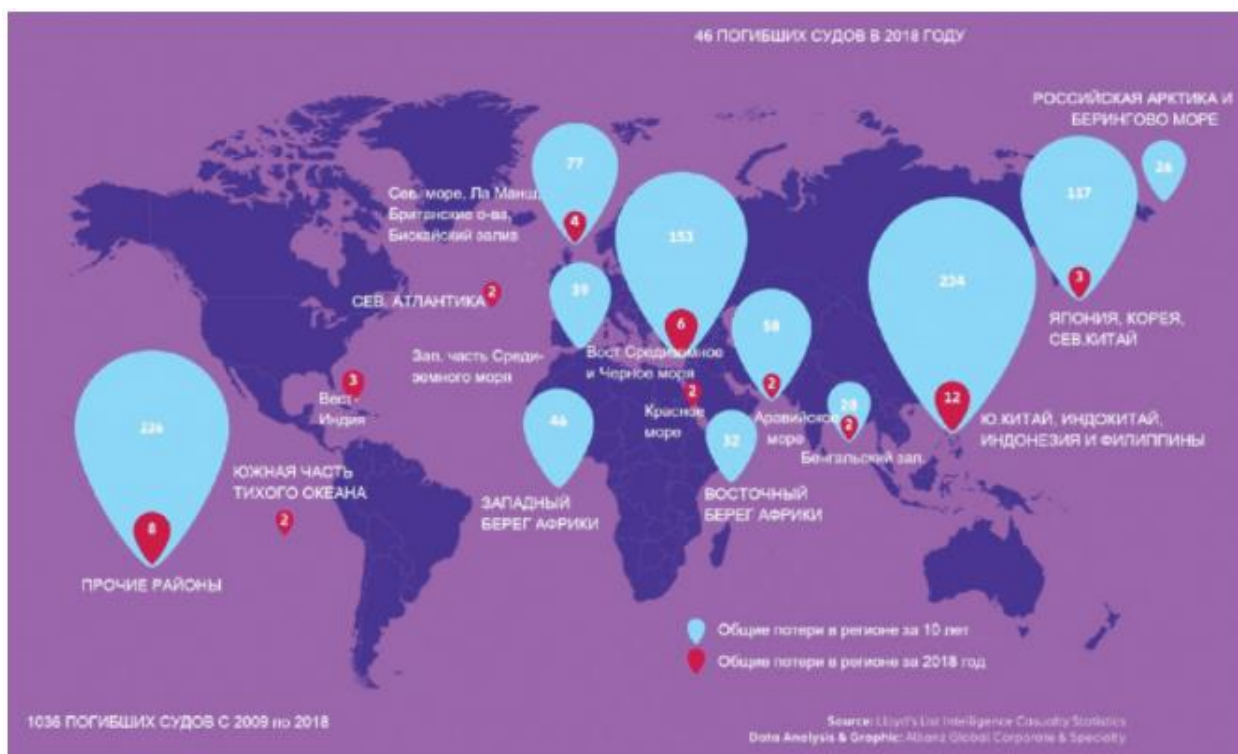


Рисунок 5.1 - Загальні втрати судів світового флоту по 10 регіонах за період 2022-2023 рр [36].

У відповідь на виклики сучасної навігації Міжнародна морська організація (ІМО) впровадила Міжнародний кодекс управління безпекою (МКУБ), що зобов'язує судноплавні компанії формувати комплексні системи управління ризиками [37]. Одним з їхніх базових компонентів є надійні технічні засоби — автоматизовані системи управління, інтегровані навігаційні комплекси, а також сучасні радары та засоби автоматичної радіолокаційної прокладки (САРП/ARPA).

РЛС

Радіолокація забезпечує виявлення й визначення параметрів навколишніх об'єктів шляхом випромінювання імпульсів радіохвиль та аналізу відбитих сигналів. Суднові РЛС, що застосовуються в сучасній практиці, належать до імпульсних некогерентних систем з роботою на довжинах хвиль 10 см та 3,2 см, що забезпечують оптимальний баланс між дальністю виявлення та атмосферними втратами сигналу.

Основні навігаційні параметри, які визначаються за допомогою РЛС:

- дистанція до об'єкта (за часовою затримкою відбитого імпульсу);
- напрямок (азимут) (за кутовим положенням антени);
- швидкість руху цілі (за даними САРП/ARPA).

Особливістю сучасних РЛС є застосування високопродуктивних процесорів, об'ємної пам'яті та спеціалізованих інтегральних схем, що забезпечують:

- підвищену ймовірність виявлення малорозмірних цілей;
- точніше визначення навігаційних параметрів;
- можливість цифрової обробки сигналів;
- інтеграцію з електронними картографічними системами.

Відмова від громіздких передавальних модулів і розміщення приймачів поблизу антенного поста значно зменшили втрати в антенному трактові та дозволили використовувати передавачі меншої імпульсної потужності без втрат ефективності.

Сучасні тенденції розвитку суднових РЛС

Останні десятиліття характеризуються стрімким розвитком компонентної бази РЛС:

- перехід від дискретних елементів до ВІС і НВІС;
- впровадження кольорових растрових індикаторів замість монохромних;
- можливість накладання радіолокаційного зображення на електронні навігаційні карти;
- розвиток когерентних РЛС, здатних вимірювати радіальну швидкість цілей і працювати з меншою випромінюваною потужністю.

Паралельно з бортовими РЛС інтенсивно розвиваються берегові радіолокаційні системи, які є основою служб управління рухом суден (VTS). Їхня висока роздільна здатність компенсує відносно меншу дальність виявлення, тоді як багатопозиційні системи забезпечують повний контроль над складними акваторіями.

Інтеграція РЛС з іншими навігаційними системами

У сучасних інтегрованих мостових комплексах РЛС є центральним елементом інформаційної взаємодії між:

- САРП/ARPA;
- системами супутникової навігації (GPS, GLONASS);
- електронними картографічними системами (ECDIS/ECS);
- системами запобігання зіткненням;
- авторульовим та автоматизованими засобами контролю руху.

Індикація навігаційних даних відображається на єдиному багатофункціональному дисплеї, що значно полегшує роботу судноводія, особливо в умовах інтенсивного руху або обмеженої видимості.

РЛС та автоматичні системи радіолокаційної прокладки (САРП/ARPA)

САРП є ключовим інструментом запобігання зіткненням. Система забезпечує:

- супроводження кількох цілей;
- визначення їхніх параметрів руху у реальному часі;
- автоматичний розрахунок CPA/TCPA;
- формування попереджень про небезпечні зближення;
- можливість попереднього моделювання маневрів розходження.

ARPA істотно підвищує рівень ситуаційної обізнаності, що є особливо важливим у складних навігаційних умовах або при інтенсивному русі [28-30].

У розділі IX розглядаються РЛС з когерентним випромінюванням сигналів. Можна очікувати, що надалі ці РЛС прийдуть на зміну РЛС з некогерентним випромінюванням. Максимальна випромінювана потужність в РЛС з когерентним випромінюванням на два порядки менше. Крім того, сигнали цих

РЛС дозволяють вимірювати одночасно не тільки дистанції і напрямки до цілей, але і швидкості руху цілей.

Суднові РЛС, як правило, випромінюють високочастотні сигнали на довжинах хвиль: 10; 3,2 см.

На цих довжинах хвиль спостерігається найменша загасання сигналів в атмосфері. Більшість суднових РЛС працюють на довжині хвилі 3,2 см.

Вимоги ІМО відносяться до РЛС, що працюють на цій довжині хвилі, хоча не забороняється використовувати інші довжини хвиль, виділені для радіолокації.

У розділі Х розглядаються навігаційні РЛС з активною відповіддю, які використовуються в якості маяків -ответчиков і суднових радіолокаційних відповідачів.

У розділі ХІ наводяться відомості про системи управління рухом суден на основі берегових РЛС.

Невелика дальність берегових РЛС, що працюють на довжині хвилі 9 мм, компенсується високою роздільною здатністю. Кілька РЛС, встановлених на березі і пов'язаних інформаційною системою передачі даних, забезпечують високоточне управління рухом суден на великій акваторії.

Таблиця 5.1 - Порівняльний аналіз особливостей використання суднових РЛС

Критерій	Характеристика (на основі розділу)	Аналітичний висновок
1	2	3
Призначення РЛС	Виявлення цілей, визначення дистанції й азимута, контроль ситуації	РЛС є основним засобом забезпечення навігаційної безпеки
Типи сигналів	Некогерентні імпульсні; перехід до когерентних	Когерентні системи забезпечать вищу точність у майбутньому
Технічна база	Перехід до ВІС/НВІС, цифрова обробка	Сучасна елементна база підвищує надійність і зменшує габарити
Індикація	Кольорові дисплеї, накладання на ЕК	Забезпечує кращу візуалізацію та інтеграцію
Інтеграція	AIS, GPS/GLONASS, ECDIS, ARPA	Комплексне відображення підвищує ситуаційну обізнаність
Берегові системи	Висока роздільна здатність, VTS	Забезпечують точний контроль руху в обмежених

		акваторіях
Продовження табл. 5.2		
1	2	3
Обмеження РЛС	Атмосферні перешкоди, необхідність високої потужності	Вирішуються шляхом цифрової обробки та нових технологій
Безпека	Виявлення небезпек, попередження зіткнень	РЛС — основний елемент системи управління ризиками
Роль людського чинника	Причина більшості аварій	РЛС з ARPA зменшують вплив людського чинника

5.1. Суб'єктивні причини аварій

Аварії морських судів нерідко обумовлені такими суб'єктивними факторами, як рівень кваліфікації персоналу і організації служби на судні. Згідно з даними статистичних звітів, величезні грошові витрати на різні технічні удосконалення не привели до зниження кількості аварій суден. В останні роки навіть намітилася тенденція до їх зростання.

Раніше було зазначено, що висока аварійність характерна для суден, що плавають під «зручним» прапором і мають різношерстий і погано підготовлений персонал.

У Конвенції ІМО, прийнятої в 1978/95 р, встановлені єдині вимоги до навчання і кваліфікації членів екіпажів, до несення вахт. Зростає кількість публікацій на цю тему, тон їх стає все більш тривожним. Ось наприклад, заголовки статей з журналу «Сэйфети эт Си» (№120, 1999г.): «Що ж відбувається з безпекою?», «Скорочення команд на норвезьких судах - загроза безпеки?». У тому ж журналі зазначалося, що в 1998р. 60% загальної кількості аварій сталося з вини екіпажів, через погану організацію служби на судні, низьку кваліфікацію і слабку підготовку персоналу. В результаті аварій в 1998 р в світі загинуло понад 2000 чоловік, 400 тис. Т нафти вилилося в море, було втрачено понад 1 млн. т вантажу.

Надзвичайно гострою щодо безпеки мореплавання стала проблема автоматизації судів та скорочення чисельності екіпажу. У 50-х роках стандартне вантажне судно мало в середньому екіпаж з 52 осіб: 16 офіцерів і 36 осіб рядового складу. У 60-ті роки з'явилися великотоннажні танкери і судна для перевезення насипних і навалочних вантажів, оснащені засобами дистанційного керування головною і допоміжною енергетичними установками, люковими закриттями і т. д. Чисельність екіпажу на цих судах знизилася і склала 29 - 30 членів команди і 10 офіцерів.

У 70-і роки на різних типах спеціалізованих судів (контейнеровозах, баржевозах, судах з горизонтальною грузообработки і ін.) Вже не передбачалося несення постійної вахти в машинному відділенні. Чисельність екіпажу скоротилася в середньому до 25 осіб.

В даний час процес автоматизації триває. Повністю виключається присутність людини в машинному відділенні. За допомогою автоматичних систем визначається місцезнаходження судна за сигналами з штучних супутників Землі, ведеться прокладка курсу, що дозволяє уникнути зіткнення з іншими судами, здійснюється контроль за рівнем палива і т. д. У Японії з осені 1999 р п'ять контейнеровозів, шість танкерів, два судна, призначених для перевезення масових вантажів, і один автомобілевоз експлуатуються з екіпажами в 18 чоловік. Шестеро з них поєднують обов'язки машинної і палубної команд. Завдання цього експерименту - підвищити конкурентоспроможність японського транспортного флоту.

Судновласники, які прагнуть отримати найбільші доходи за всяку ціну, чинять тиск на адміністративні та контролюючі органи багатьох країн. Так, з відома Морського директорату Норвегії допускається до експлуатації великотоннажний танкер з командою 20 осіб. Більш того, планується скоротити цю кількість ще на два людини. В результаті скорочується кількість вахтових, а тривалість робочого тижня на таких судах становить 76 ч. Відповідно до прийнятих Морським директором нормами чисельності екіпажів на судні валовою місткістю до 500 рег. т можуть перебувати тільки двоє людей -

капітан і матрос. Тривалість робочого тижня при цьому зростає до 90 ч. Результати цієї «раціоналізації» не забарилися: 80% зіткнень і посадок на ґрунт відбулися з судами валовою місткістю до 200 рег. т, що мають двозмінні вахти. У 1977 р з 28 зіткнень норвезьких судів 24 були викликані поганим несенням вахт.

У прагненні автоматизувати судно і максимально скоротити команду існує надзвичайно небезпечний елемент. Адже судно не може експлуатуватися в автоматизованому режимі завжди, крім цього, можливі поломки і аварії, відмови двигунів і систем автоматики.

За даними Японії, в 2014 - 2016 рр. на 303 автоматизованих судах було зареєстровано 243 відмови головних двигунів при роботі в режимі ручного управління і 487 відмов в режимі автоматичного управління. Загальний простий склав відповідно 220 і 1100 год. Частою причиною відмов систем автоматики є разрегулювання і пошкодження через вібрації корпусу.

У разі аварії нечисленний екіпаж не може впоратися із завданнями управління судном, успішно вести боротьбу за його живучість. Дуже часто такі екіпажі передчасно залишають аварійні суду, що в свою чергу погіршує наслідки аварій.

Негативним фактором є збільшення тривалості робочого тижня. Воно призводить до накопичення втоми, ослаблення уваги, зниження реакції. Існує точка зору, що не кожна людина може бути допущений до процесу управління судном, тим більше до командних посад, так як на судні часто виникає необхідність досить швидко приймати відповідальні рішення. На думку болгарських фахівців, при відборі осіб, придатних для таких посад, як критерій можуть виступати нервово-психічна й емоційна стійкість, чутливість вестибулярного апарату, стресова стійкість.

У теоретичному відношенні завдання дослідження ролі суб'єктивних факторів є надзвичайно складною. Облік їх впливу необхідний при оцінці ефективності заходів, спрямованих на підвищення безпеки мореплавання і зниження ризику для людського життя на морі.

Однак аварії з катастрофічними наслідками відбуваються порівняно рідко. За даними четвірки Ліверпуля страхової асоціації, яка реєструє всі випадки

аварій суден місткістю понад 500 рег. т, на кожне загибле судно припадає 45 випадків пошкоджень корпусу при зіткненнях і 38 випадків - при посадках на ґрунт.

Основним напрямком забезпечення безпеки на морі було і залишається підвищення надійності морських суден, завдяки вдосконаленню засобів судноводіння і поліпшенню морехідних якостей суден, скорочення небезпеки виникнення пожеж та ін. Однак, в даний час вже наближається той етап, коли підвищення безпеки за рахунок перерахованих коштів не тільки зажадає надмірних матеріальних витрат, але і може привести до неефективних в технічному відношенні конструктивних рішень.

Як на цьому етапі, так і в цілому величезна роль в збереженні людського життя на морі належить рятувальних засобів. Саме в цій області можуть бути вжиті заходи, необхідні в якості оперативної реакції на зростання втрат морських суден, який намітився в останні роки. Природно, що вдосконалення засобів надання допомоги при аваріях на морі є надзвичайно складним, багатостороннім процесом.

Проблеми забезпечення навігаційної безпеки судів в останні роки перебувають в центрі уваги судноводіїв, судновласників і вчених. Цей інтерес обумовлений збільшенням розмірів судів, особливо що перевозять небезпечні вантажі, а також трагічним досвідом аварій і пов'язаних з ним величезним збитком. У багатьох випадках аварії відбуваються через недостатні маневрені якості судна або невірних дій судноводіїв в зв'язку з недооцінкою впливу умов плавання на керованість судів.

Зростання світового торгового флоту, збільшення тоннажу і швидкостей судів привели до значного підвищення інтенсивності судноплавства. Якщо оцінювати дуже наближено це поняття числом судів, що одночасно знаходяться в морі, неважко показати, що вона зростає значно швидше чисельного складу світового флоту. Так, при збільшенні середнього експлуатаційного періоду судів з 270 до 330 діб і середнього коефіцієнта ходового часу з 0,4 до 0,6 інтенсивність судноплавства підвичувати майже вдвічі навіть без урахування збільшення середньої швидкості.

У сучасних умовах для розробки обґрунтованих заходів по боротьбі з аварійністю недостатньо одних посилань на хорошу морську практику. Потрібен серйозний аналіз, неодмінною частиною якого повинні бути виявлення характерних помилок і порушень судноводіїв, не тільки фіксація порушень тих чи інших положень нормативних документів, а встановлення їх причин. У дипломній роботі дано такий аналіз у напрямку радіолокації, а також деякі рекомендації, спрямовані на зниження аварійності.

Поліпшення підготовки командних кадрів, більш жорстке міжнародне технічне нормування, широке впровадження сучасних електрорадіонавігаційних приладів і систем регулювання судноплавства в жвавих районах, на підходах до найбільших портів і на їх акваторіях дозволили дещо знизити відсоток аварійності. Однак це зниження було повільним і недостатнім і з лишком перекривався тими колосальними збитками, які тягли за собою аварії сучасних великотоннажних суден. А збитки, завдані цими катастрофами навколишньому середовищу, не піддається ніякому обліку. Морські аварії загрожують не тільки матеріальними втратами - щорічно вони забирають життя сотень людей. Тому проблема зниження аварійності і сьогодні продовжує залишатися актуальною.

Судова РЛС є головним радіотехнічним засобом судноводія, що забезпечує точне позиціонування свого судна і одночасне спостереження інших об'єктів.

Поряд з використанням на судах морського флоту систем супутникової навігації, немає жодного судна, на якому б не була встановлена і не використовувалася РЛС. Це відповідає положенням міжнародної конвенції SOLAS (Правило 19). Вимоги до радіолокаційному обладнанню викладені в документах ІМО: Експлуатаційні вимоги до РЛС - Резолюція MSC.64 (67), 1996; Експлуатаційні вимоги до САРП Резолюція А.823 (19), 1995; Експлуатаційні вимоги до РЛС для швидкісних суден Резолюція А.820(19), 1995. У грудні 2004р. на сесії підкомітету з безпеки були прийняті Резолюції MSC.191 (79) і MSC.192 (79) за новим загальним стандартам радіолокаційного обладнання з перспективою заміни вищеперелічених.

Таблиця 5.2 - Аналіз суб'єктивних причин аварійності

Група чинників	Характеристика (за текстом розділу)	Аналітичний висновок
Кваліфікація екіпажу	До 60% аварій спричинені недостатньою підготовкою та помилками судноводіїв.	Людський чинник залишається ключовим ризиком навіть за наявності сучасної техніки.
Скорочення екіпажів	На суднах екіпажі зменшені до мінімуму, навантаження зросло до 70–90 год/тиждень.	Перевтома знижує реакцію й здатність приймати рішення; ризик аварій зростає.
Автоматизація суден	Відмови систем автоматики (243–487 за два роки в Японії).	Надмірне покладання на автоматику збільшує імовірність помилок у критичних ситуаціях.
Організація вахтенної служби	80% зіткнень на невеликих суднах через погане несення вахт.	Вимагається посилення нормативів та контроль за їх дотриманням.

У доступному для огляду майбутньому РЛС буде залишатися головним засобом забезпечення безпеки судноводіння, так як її інформація повністю незалежна від зовнішнього по відношенню до судна обладнання. РЛС забезпечують не тільки позиціонування свого судна, а й постійне спостереження за навколишнім оточенням, вимір координат наземних, надводних і повітряних цілей, що вимагає високої точності. Розширення можливостей використання РЛС за рахунок коштів автоматизованої радіолокаційної прокладки робить її незамінним, на даний момент, пристроєм, що задовольняє потребам забезпечення безпечного мореплавання [24].

Спільне використання берегових радіолокаційних станцій і автоматичних ідентифікаційних систем в постах регулювання рухом суден підвищує ефективність вирішення завдань освітлення і контролю ближньої надводної обстановки.

Устаткування транспортних судів сучасними електронними засобами навігації та попередження зіткнень підвищили обсяг видаваної судноводіїв цифровий та графічної інформації, ступінь контролю за місцезнаходженням і рухом, як свого судна, так і інших судів в навколишньому просторі. Однак

судноводії відразу ж зіткнулися з проблемою оптимального поєднання інформації, одержуваної від різних електронних систем, з урахуванням їх точностних характеристик і обмежень (особливо - в процесі маневрування судів).

У висновках за деякими аварійним випадків прямо вказувалося, що одна з причин аварії - надмірне довіру до єдиного електронного засобу та неврахування його обмежень.

Як показує практика, зіткнення суден продовжують відбуватися (втрати становлять від 8 до 12% від загального числа загибелі судів) і як і раніше приносять колосальні збитки.

Нехтування РЛД може дати похибку до 2-3° у визначенні РЛП для різних типів РЛС. Поряд з необхідністю обліку РЛД, конкретних дій по організації визначення і коректури навігаційного параметра з урахуванням РЛД ніхто не запропонував [25].

Завдання спрощення отримання та коригування даних вирішена недостатньо. Методика спільного обліку візуально певних, відомих і розрахованих поправок до радіолокаційним параметрам відсутня.

У справжніх умовах використання на судах інформаційних технологій в пристрої приладів спостереження за навколишнім оточенням, з'являється можливість вводити РЛД, певну експериментальним шляхом, для її автоматизованого обліку при виробництві спостережень і розрахунків, виконуваних ARPA. Методів дозволяють грамотно врахувати всі можливі фактори, що викликають появу девіації, поки не запропоновано.

Сучасну модель відображення навігаційної інформації необхідно було доповнити, в першу чергу, візуальним відображенням діючих значень РЛД в районі плавання для поточних умов переміщення судна. Такий підхід дозволяє створити найбільш сприятливі умови для мінімізації похибок обсервацій і параметрів руху цілей, а також при прийнятті відповідального рішення на маневрування для забезпечення безпечного розходження і запобігання аварійних ситуацій. Рішення даної проблеми представляється можливим за

рахунок створення комп'ютерної програми автоматизованого обліку РЛД.

5.2 Основні експлуатаційні дані суднової РЛС

Загальні положення.

Радіолокація виявлення і визначення координат і параметрів руху різних об'єктів (цілей), що відображають, переїзлучать або випромінюючих радіохвилі.

Радіолокаційна станція (РЛС) комплекс суднових радіотехнічних пристроїв, що вирішує завдання радіолокації.

Судова радіолокаційна станція (РЛС) призначена для виявлення надводних об'єктів і берегу в умовах поганої видимості, визначення місця судна, забезпечення плавання в узкостях, попередження зіткнення суден.

РЛС дозволяє не тільки визначати місце судна, але і, що найголовніше, бачити об'єкти, приховані від візуального спостереження.

У суднових РЛС в якості індикатора застосовується електронно-променева трубка (ЕПТ) з круговим оглядом.

Індикатор кругового огляду (ІКО) РЛС дає зображення навколишнього надводної обстановки і дозволяє визначати відстані до об'єктів і напрямлення на них.

Таблиця 5.2 – Технічні та експлуатаційні характеристики суднових РЛС

Параметр	Зміст	Аналітична оцінка
Дальність дії	Визначається висотою антени та умовами рефракції.	Висока залежність від погодних умов потребує корекції даних.
Мінімальна дальність, мертва зона	Обумовлена тривалістю імпульсу та діаграмою спрямованості.	Ускладнює виявлення близьких об'єктів, особливо в портах.
Роздільна здатність	Визначається масштабом	Важливий параметр для ARPA

	ІКО та діаметром плями сигналу.	при щільному русі.
Радіолокаційна девіація (РЛД)	Виникає через тіньові сектори та судові конструкції.	Основна причина помилок пеленгування, потребує автоматизованого обліку.
Точність дистанцій	Висока, похибка 0,2–1 кабельт.	РЛС можна розглядати як точний дальномірний прилад.

На судах застосовуються ІКО з двома видами зображення обстановки:

1. у відносному русі (ОД), тобто місце свого судна на ІКО нерухомо, а луна-сигнали об'єктів переміщуються на екрані в сторону, зворотний руху судна;
2. в істинному русі (ВД), тобто місце свого судна на ІКО переміщається по екрану в напрямку і зі швидкістю, які відповідають руху свого судна. Відлуння-сигнали нерухомих об'єктів на екрані залишаються на місці, а рухомих - переміщуються в напрямках, що відповідають їх курсу.

Зображення на ІКО може бути орієнтоване:

- щодо діаметральної площині (ДП) судна («за курсом»), тобто на ІКО та ж картина, як і візуально навколо судна;
- щодо гірокомпасні меридіана («на північ»), тобто на ІКО видно картина, схожа на зображення місцевості на морській карті.

Основними експлуатаційними даними РЛС є:

1. Максимальна дальність дії і дальність виявлення об'єктів.
2. Мінімальна дальність дії і мертва зона.
3. Роздільна здатність РЛС.
4. Точність радіолокаційного пеленгування.
5. Радіолокаційна девіація.
6. Точність вимірювання відстаней.

Максимальна дальність дії і дальність виявлення об'єктів. У сучасних РЛС застосовуються радіохвилі сантиметрового діапазону, які поширюються і відображаються за законами світлових хвиль, але з дещо більшим коефіцієнтом рефракції. Тому вони проникають трохи далі за видимий горизонт, ніж світлові.

Максимальна дальність дії РЛС визначається радіолокаційним горизонтом і може бути обчислена за формулою:

$$D_p = 2,3930 \sqrt{h_d} \approx 2,4 \sqrt{h_d}$$

де h_d – діюча висота антени РЛС, метри;

D_p – дальність радіолокаційного горизонту, милі.

Так як дальність видимого горизонту $D_p = 2,08 \sqrt{e_m}$

То $D_p > D_e$ приблизно на 15%.

Дальність виявлення окремих об'єктів за допомогою РЛС може бути визначена за формулою:

$$D_{p.o.} = 2,4 \left(\sqrt{h_d} + \sqrt{h} \right)$$

де h — висота об'єкта над рівнем моря (метри);

т.е. $D_{p.o.} \approx 1,15 D_p$

$D_{p.o.}$ может быть и меньше, чем полученная по формуле при плохой отражательной способности объекта (низкий пологий берег, а не высокий, крутой и каменистый; деревянное, а не металлическое судно и т.д.).

Для РЛС с $\lambda = 3$ см и $h_d = 15$ м, $D_{p.o.}$ составляет:

- рибальський траулер - 6 ÷ 9 миль;
- плавмаяк - 6 ÷ 10 миль;
- буй малий - 1 ÷ 2 милі;
- буй середній - 2 ÷ 3 милі;
- буй великий - 3 ÷ 4 милі;
- буй з пасивним відбивачем - 6 ÷ 8 миль;
- низинний піщаний берег - 1 ÷ 5 миль;
- пагорби і гори - 15 ÷ 40 миль;
- причали, хвилеломи - 5 ÷ 10 миль;
- окремо розташовані маяки - 5 ÷ 10 миль;
- мости через річки - до 5 миль.

При поганій погоді (туман, дощ, снігопад) ДР.О. може бути менше на $10 \div 50\%$, так як частина електромагнітної енергії буде поглинатися частинками води.

Мінімальна дальність дії і мертва зона РЛС. Мінімальна дальність дії - це найменша відстань, на якому об'єкти можуть виявлятися. Вона визначається в основному тривалістю імпульсу (τ).

Так як протягом випромінювання енергії імпульсу, прийом відбитих сигналів, неможливий, тому що антена РЛС весь цей час підключена до передавача.

$$\text{Тому: } D_{Pmin} \approx C \cdot \frac{\tau}{2}$$

але фактично вона більше. У загальному випадку вона визначається за формулою:

$$D_{Pmin} = \frac{C \cdot \tau}{2} + \frac{C \cdot \tau_{ПЕР}}{2} \approx C \cdot \tau$$

де $\tau_{ПЕР}$ – тривалість перемикання антени ($\tau_{ПЕР} \approx \tau$).

На шкалах великого масштабу у сучасних РЛС $\tau = 0,1$ мкс, що дає $D_{Pmin} \approx 30$ м.

Здатність РЛС виявляти близькі об'єкти характеризується мертвою зоною. Ширина діаграми спрямованості антени РЛС у вертикальній площині коливається в межах $15^\circ \div 30^\circ$, тому об'єкти, що знаходяться під нижньою кромкою кута випромінювання, що не буде видно. Простір нижче цієї кромки називається мертвою зоною.

Теоретично вона визначається за формулою:

$$r = h_d \cdot \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$$

де α – ширина діаграми спрямованості у вертикальній площині.

Для РЛС «Океан» – $\alpha = 15^\circ$ и при $h_d = 15$ м $r = 114$ м.

Фактичне значення мертвої зони визначається практично.

Роздільна здатність РЛС. Роздільна здатність РЛС по відстані визначається мінімальним (що дозволяє) відстанню між об'єктами, розташованими на одному пеленг і помітними на екрані РЛС

$$\Delta D = \frac{C \cdot \tau}{2} + \frac{a}{M}$$

де a – діаметр плями луна-сигналу;

M - масштаб зображення.

Точність радіолокаційного пеленгування. Точність радіолокаційного пеленга (РЛП) на орієнтир залежить від:

1. ширини діаграми спрямованості в горизонтальній площині $m_1 \approx 0,4^\circ$
2. неточною центрування початку розгортки $m_2 \approx 0,4^\circ$
3. неточного візування луна-сигналу орієнтира $m_3 \approx 0,5^\circ$
4. похибки нуля відліку, викликаного зсувом антени щодо ДП судна $m_4 \approx 0,3^\circ$
5. інструментальної похибки передачі на індикатор кута обертання антени $m_5 \approx 0,3^\circ$
6. похибки параллактического характеру $m_6 \approx 0,5^\circ$

З огляду на все це, отримаємо, що середня квадратична похибка (СКП) визначення РЛП:

- при пеленгування «точкових» орієнтирів $m_{\text{РЛП}} = \pm 1,0^\circ$

- при пеленгацією мисів (не "точкових" орієнтирів) $m_{\text{РЛП}} = \pm 2,0 \div 3,0$

Для РЛС «Океан» в режимі автосопроводження при спокійному морі на $\lambda = 3,2$ см, $m_{\text{РЛП}} \leq \pm 0,5^\circ$; на $\lambda = 10$ см, $m_{\text{РЛП}} \leq \pm 0,7^\circ$.

Точність РЛП знижується при хитах судна (при $\theta = 10^\circ$ і $\psi = 8^\circ$ $m_{\text{РЛП}}$ на 1° більше).

Для зниження $m_{\text{РЛП}}$ слід прагнути пеленгувати тільки «точкові» орієнтири і не пеленгувати об'єкти, що розташовані близько до центру ІКО і використовувати довжину хвилі $\lambda = 3,2$ см (а не $\lambda = 10$ см).

Радіолокаційна девіація. Антену РЛС важко встановити на судні так, щоб в простір її опромінення не потрапляли щогли, такелаж, інші антени і інші судові пристрої. При цьому спостерігаються тіньові сектори. Відлік з РЛС,

взяті в цих секторах і в межах $3 \div 5$ від їх кордонів, можуть містити значні похибки, звані радіолокаційної девіації.

Причиною її появи є спотворення електромагнітного поля сигналу, відбитого від об'єкта, полем, створюваним на судні вторинними випромінювачами (щогли, труби та ін.).

Величина (значення) радіолокаційної девіації визначається експериментально порівнянням візуального і радіолокаційного пеленгов на орієнтир, виміряних одночасно:

$$f_{РЛС} = КП - РЛП$$

Певні значення $f_{РЛС}$ зводяться в спеціальну таблицю для подальшого їх обліку.

Точність вимірювання відстаней. Відстань до луна-сигналу орієнтира на екрані РЛС може бути виміряна за допомогою нерухомих (НКД) або рухомих (ПКД) кіл дальності.

За допомогою НКД відстань до орієнтиру вимірюється приблизно, шляхом глазомерной інтерполяції положення луна-сигналу між НКД. Точність вимірювання відстаней в цьому випадку можна отримати за формулою:

$$m_D = \frac{D_{ш}}{3 \times 10 N}$$

де $D_{ш}$ – шкала дальності;

N – число колець дальності.

Для РЛС «Океан» ($D_{ш} = 16$ миль, $N = 4$) $m_D = 1,3$ кб.

Більш точно вимірюється відстань за допомогою рухомого кільця дальності (ПКД). Точність цього виміру визначається похибками калібрування РЛС ($0,1 \div 0,2$ кб.), Інструментальної похибки РЛС ($\pm 10 \div 15$ м), похибкою вимірювань і похибкою місця об'єкта (орієнтиру).

Точність вимірювання відстаней за допомогою РЛС, певна експериментальним шляхом, наводиться в описі кожної РЛС і коливається в межах від $\pm 0,2$ до $\pm 1,0$ кб.

Виходячи з наведених значень m_D можна зробити один висновок, що РЛС, як дальномерний прилад, має високу точність вимірювань.

Інформативність радіолокаційного зображення

Зображення місцевості на екрані ІКО РЛС схоже на зображення на карті, але має цілий ряд особливостей.

Спотворення лінії берегів. Зображення берега на екрані ІКО РЛС відповідності не урізу води, а деякою піднятій частині суші. Дрібні подробиці місцевості, особливо при значних до них відстанях, часто не виділяються на екрані (бухти, дрібні острівці - «зникли»).

Частина берегової лінії може бути затінена і бути відсутнім на екрані ІКО.

Для полегшення розпізнавання місцевості і визначення місця судна на деякі райони плавання видаються спеціальні радіолокаційні карти (процес їх виготовлення дуже трудомісткий і вони широкого поширення не знайшли).

На практиці судноводії самі «піднімають» шляхові навігаційні карти в радіолокаційному щодо.

Вплив хвилювання моря. Відлуння-сигнали, створювані морськими хвилями, можуть значно впливати на якість зображення, створюючи в центрі екрану ІКО РЛС яскрава пляма радіусом до 2 миль, (в сильний шторм - до 4 миль). Пляма має форму овалу, велика частина якого розташована з навітряного боку. У цьому плямі можуть зникнути луна-сигнали навіть великих об'єктів (суден, буїв і т.п.).

З метою зменшення впливу даного явища слід знижувати чутливість приймача РЛС в центрі екрану. Користуватися для цього регулюванням ВАРУ (тимчасова автоматичне регулювання посилення) потрібно з обережністю, щоб ліквідувати тільки суцільну пляму перешкод, зберігши окремі випадкові луна-сигнали від хвиль.

Вплив метеорологічних умов. В туман, дощ і при великій вологості радіолокаційна дальність виявлення (DR.O.) зменшується через розсіювання і поглинання радіохвиль сантиметрового діапазону водою, що знаходиться в повітрі.

Ступінь ослаблення сигналів збільшується зі зменшенням довжини радіохвиль.

Якщо холодне вологе повітря поширюється над теплою водою, то ДР.О. буде менше через знижену рефракції (субрефракція). Були випадки, коли ДР.О. невеликих суден і островів скорочувалася на $30 \div 40\%$ і більше.

В арктичних плаваннях насилу виявлялися айсберги і величезні плавучі крижини на відстані менше 1 милі.

При підвищеній рефракції (сверхрефракції) ДР.О. може досягати декількох сотень миль. Винятковим випадком сверхрефракції є волноводное поширення, при якому радіохвилі поширюються всередині висотного атмосферного хвилеводу на великі відстані, слідуючи кривизни земної поверхні.

На екрані ІКО РЛС можуть з'явитися луна-сигнали від хмар, смуг зливи та ін.

Грозові і дощові хмари і сильний снігопад дуже сильно засвічують екран і серед цих плям неможливо виявити потрібні об'єкти.

Виявлення льодів. Льоди з допомогою РЛС не завжди виявляються тому, що сам лід має малу ефективної площею відображення. Дуже погано виявляються гладкі крижані поля і айсберги з пологими схилами. Рівний, гладкий лід майже не видно на екрані РЛС.

Найбільш сильні луна-сигнали дає смерзшийся торосистий лід.

Льоди і припай поблизу низинних берегів спотворюють обриси берегової лінії на екрані РЛС.

РЛС, що примітно, дозволяє відшукувати розводдя і ополонки, навіть закриті випав снігом.

Таблиця 5.4 — Вплив зовнішніх факторів на роботу РЛС

Фактор	Прояв	Наслідки
Погодні умови	Туман, дощ, сніг → ослаблення сигналу до 50%.	Скорочення дальності виявлення, зростання ризику.
Морське хвилювання	Луна від хвиль → засвітка до 2–4 миль.	Втрата дрібних цілей.
Льодові умови	Гладкий лід майже невидимий.	Ризики при навігації в Арктиці.

Фактор	Прояв	Наслідки
Рефракція	Може зменшувати або збільшувати дальність до сотень миль.	Необхідний контроль шляхом порівняння з іншими засобами.

Тіньові сектори. Сектори, утворені щоглами, трубами, антенами та іншими палубними надбудовами можна визначити за допомогою невеликого катера або шлюпки збройних уголковим відбивачем. Такий катер (шлюпка) обходить навколо судна, а на екрані РЛС фіксує тіньові сектори. Схема певних таким чином тіньових секторів (їх розташування) вивішують в штурманської рубці і ходовому містку.

Щоб виявити суду і інші орієнтири, які опинилися в тіньових секторах потрібно періодично на короткий час змінити курс (при плаванні в невелику або погану видимість періодична зміна курсу обов'язково).

Помилкові луна-сигнали. Причинами появи помилкових ехосигналів може бути недосконалість і несправність РЛС, а також фізичні явища, пов'язані з поширенням радіохвиль.

Частина енергії Сигнальний шнур (не > 5%) антена випромінює по бічних напрямках. Відлуння-сигнали, прийняті бічними пелюстками антени, з'являються у вигляді декількох зображень одного і того ж об'єкта, розташованих по дузі кола, радіус якої дорівнює відстані до об'єкта. Такі хибні луна-сигнали можуть бути усунені зменшенням загального посилення і застосуванням ВАРУ.

Оцінка точності обсервованного місця за даними РЛС

Радіальна (кругова) СКП визначення місця судна за двома радіолокаційним відстаням може бути розрахована за формулою:

$$M_{\alpha(\text{мили})} = \frac{1}{\sin \theta} \cdot \sqrt{m_{D1}^2 + m_{D2}^2}$$

де m_{D1} , m_{D2} – СКП вимірювання відстані за допомогою РЛС, милі.

Якщо точність вимірювання обох відстаней однакова (що так і є), то $m_{D1} = m_{D2}$ і формула (6.1) набуде вигляду:

$$M_{O(\text{милк})} = \frac{1,41 \cdot m_D}{\sin \theta} = \left(\frac{m_D \cdot \sqrt{2}}{\sin \theta} \right)$$

При визначенні місця судна по трьом радіолокаційним відстаням похибка обсервованного місця може бути розрахована за формулою:

$$M_{O(\text{милк})} = \frac{m_D \cdot \sqrt{3}}{\sqrt{\sum \sin^2 \theta}}$$

Радіальна (кругова) СКП у визначенні місця судна по радіолокаційному пеленгу і відстані до орієнтирів обчислюється за формулою:

$$M_{O(\text{милк})} = \frac{1}{\sin \theta} \cdot \sqrt{\left(\frac{D_{(\text{милк})} \cdot m_{\text{РЛП}}}{57,3^\circ} \right)^2 + m_{D(\text{милк})}^2}$$

Так як відстань до орієнтиру вимірюється за допомогою РЛС з високою точністю, то похибки у визначенні місця судна цим способом залежать головним чином від похибок вимірювання РЛП (рис. 5.2).

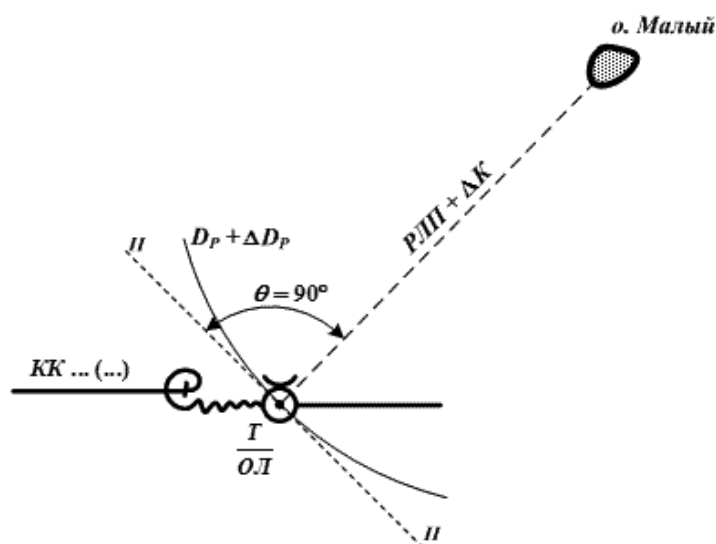


Рисунок 5.2 - Оцінка точності обсервованного місця за даними РЛС

Для підвищення точності обсервованого за допомогою суднової РЛС місця потрібно прагнути отримати не менше 3-х ліній положення ($3D_P$, $2D_P$ і РЛП, $2D_P$ і візуальний пеленг і ін.).

При наявності 3-х ліній положення великий трикутник похибок вкаже на похибка або в пізнанні орієнтирів, або на промахи в спостереженнях.

У практиці іноді зустрічається складність визначення кута перетину ліній положення (θ). Точно кут перетину ліній положення (θ) можна визначити двояко:

1. Поєднавши obserвованное місце з орієнтирами (рис. 5.3а), зняти значення цих напрямків (Π_1, Π_2) і розрахувати значення гострого кута, тобто $\theta = \Pi_1 - \Pi_2$.
2. До дуг кіл з радіусами, відповідними виміряним і виправленим відстаням, в точці їх перетину (обсервованное місце) провести дотичні (рис. 5.3б) і виміряти значення гострого кута θ .

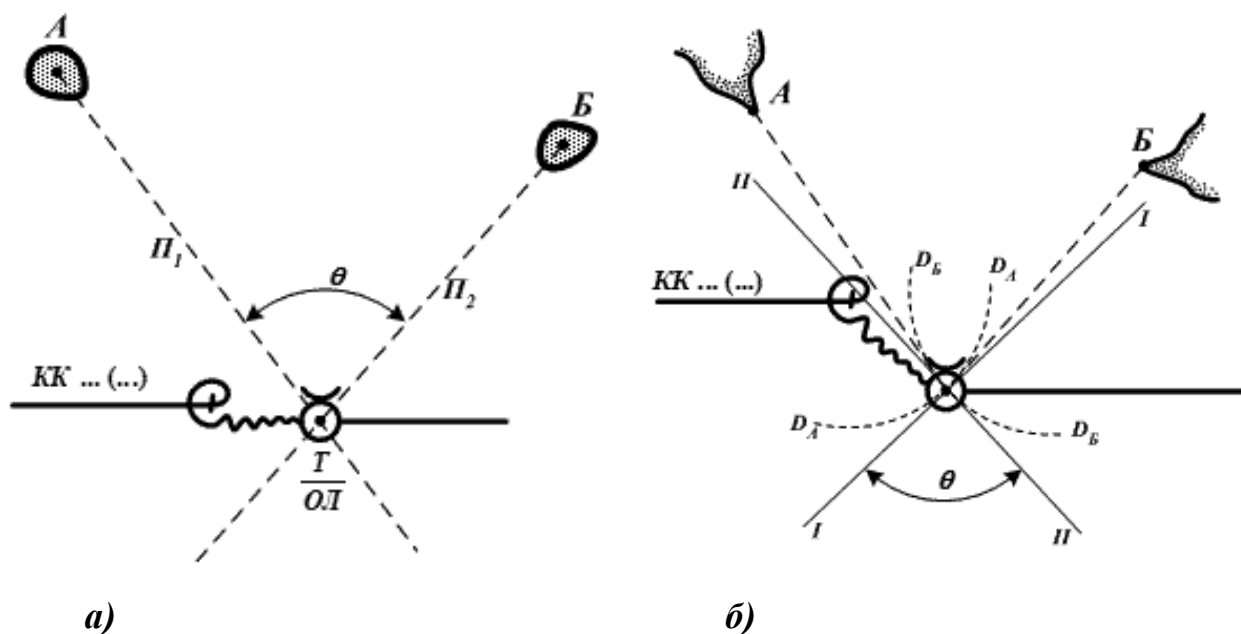


Рисунок 5.3 - Оцінка точності obserвованного місця судна

5.3 Використання засобів автоматичної радіолокаційної прокладки в навігації

Засоби автоматичної радіолокаційної прокладки (ЗАРП) призначаються в основному для попередження зіткнень судів і полегшення вибору маневру судна в складній навігаційній обстановці.

У САРП відбувається автоматична (або за вибором) обробка радіолокаційної інформації, і дані про неї в векторній формі показуються на РІС (зображення може бути орієнтоване «по курсу» або «на північ»).

За допомогою САРП можна вирішувати і ряд навігаційних завдань:

1. визначати місце судна по пеленгам і відстаням нерухомих об'єктів, отримуючи майже миттєво необхідні дані;
2. визначати найкоротша відстань (дкр) до нерухомих об'єктів біля яких прокладено шлях судна. Безперервно контролюючи дкр, можна завчасно змінити курс судна і пройти на безпечній відстані (ДБЕЗ) від об'єкта;
3. визначати свій шлях і дійсну швидкість судна, спостерігаючи нерухомі орієнтири;
4. плавати по ізолінії;
5. контролювати поворот на новий курс.

При сполученні САРП з автопрокладчіком реалізується графічне обсерваційне числення, що дозволяє безперервно контролювати рух судна щодо лінії заданого шляху.

За допомогою САРП «Бриз-Е» невідому течію (сумарний знос судна) був отриманий з СКП = $\pm 0,15$ вузла.

Так як САРП використовують дані від суднової РЛС, то все обмеження РЛС діють і в САРП. (Якщо РЛС не може виявити об'єкти, то і САРП не вирішує по ним конкретне завдання).

Вміле використання ЗАРП для розбіжності із зустрічними судами і вирішення навігаційних завдань сприяють зниженню навігаційної аварійності в цілому.

Технології, які використовуються в даний час на сучасних судах і перспективні, дозволяють добиватися швидкого і якісного поліпшення ритму виробничої та вахтової діяльності з використанням технічних засобів, в тому числі і радіолокаційної техніки. Це домінує над більшістю наших життів і має величезний вплив на економічний успіх, бізнес морських перевезень, інші форми мореплавання і безпеки на морі. Це дало можливість реальних

(представницьких) заощаджень і економії при виробничих витратах. Тепер можливо вийти миттєво на зв'язок по всьому світу. Безліч з трудомісткою роботи в морі прибрано, в тому числі складні обчислення виконуються за мікросекунди. Незважаючи на всі ці незаперечні переваги, є три чинники, які також присутні сьогодні, як це було і раніше.

Людина все ще повиненна приймати рішення. Людина все ще має пару очей, щоб дійсно побачити, що сталося, а не сліпо вірити в те, що говорить йому комп'ютер. Людина все ще має вуха і почуття нюху, які насторожують його, якщо щось йде не так. Людина все ще має екстраординарну здатність робити помилки і запобігати їх.

Машина - помічник і це реалізується в її багатofункціональності, в можливості швидкого використання довідкових даних різного характеру з правом коректури, що в значній мірі полегшує прийняття обґрунтованого рішення людиною (вахтовим) в найкоротші терміни.

Судова радіолокаційна станція є приладом, який забезпечує точне позиціонування свого судна та інших об'єктів [23]. У зоні спостереження одним з факторів зниження точності позиціонування виступає радіолокаційна девіація.

У звичайних РЛС використання таблиці РЛД було складним і трудомістким, так як РЛД повинна була вимірюватися через 0,5-1 по горизонту навколо судна і при кожному вимірі радіолокаційного пеленга судноводій необхідно було виправляти отримане значення девіацій. Нерідко, з метою отримання більш точних елементів руху об'єкта маневру, дистанція до мети визначалася по РЛС, а пеленгування вироблялося візуально. Судноводії з цих причин практично не враховували РЛД.

Теоретичний розрахунок і облік величин девіації представляється справою складним і трудомістким для суднових умов. Теоретичні дослідження можуть мати сенс і практичне значення при проектуванні розміщення антен РЛС, щогл, такелажу і т.д. на нових судах або при проведенні переобладнання і реконструкції.

При проведенні експерименту, коли судно готове до переходу, всі рухомі частини закріплюються по-похідному. Методом звірення визначається РЛД, проводиться усереднення і застосування методів обліку.

Судна валовою місткістю більше 300, а також всі пасажирські судна, незалежно від розміру, повинні бути обладнані РЛС. При цьому на суднах валовою місткістю від 300 повинні доповнюватися засобом електронної прокладки для оцінки небезпеки зіткнення, а на судах від 500 - засобом автоматичного супроводу радіолокаційних цілей. Суду більше 3000 повинні оснащуватися другим РЛС і другим засобом автоматичного супроводу. Суду більш 10000 повинні бути обладнані повнофункціональними засобами автоматичної радіолокаційної прокладки (САРП).

Суттєво оновлено та технічні вимоги до радіолокаційному обладнання [Резолюції ІМО MSC 64 (67), А.820 (19) і А.823 (19)], що передбачають, зокрема, стандартний обмін інформацією з іншими навігаційними приладами. Практично всі радіолокаційні індикатори нового покоління автоматизовані, мають вбудовані мікропроцесори і здатні відображати різну навігаційну інформацію, включаючи дані АІС, а також мають додаткові можливості оновлювати свої функціональні характеристики, в тому числі виконувати автоматизований облік радіолокаційної девіації. Таким чином індикатори нових РЛС з функціями автоматичної радіолокаційної прокладки можуть служити найбільш ефективним засобом для відображення інформації про РЛД.

З урахуванням такого підходу стає очевидним і можливим використання поправок за РЛД автоматично, додаванням цього завдання того ж процесору АРРА. При використанні програми для персонального комп'ютера, що дозволяє врахувати всі радіолокаційні поправки, досягається мета удосконалення РЛС (АРРА).

Таблиця 4 — Використання АРРА/SARP

Можливості АРРА

Оцінка ефективності

Автосупровід цілей, визначення Підвищує точність рішення про маневр,

Можливості ARPA CPA/TCRA	Оцінка ефективності знижує ризик зіткнень.
Обчислення дійсної швидкості, курсу	Підтримує безпечне ведення судна в обмежених умовах.
Визначення dкр (найкоротшої дистанції до об'єктів)	Є ключовим при плаванні в узкостях.
Недоліки	Зниження точності при маневруванні свого судна, небезпека надмірної довіри.

У міжнародній конвенції ПДНВ в розділі А - II/1 (Обов'язкові мінімальні вимоги для дипломування вахтових помічників капітана суден валовою місткістю 500 і більше), а саме, в підрозділі «Використання радіолокатора і САРП для забезпечення безпеки мореплавання» окремо визначені критерії оцінки компетентності тим, що інформація, що отримується від радіолокатора і САРП, повинна бути правильно інтерпретована і проаналізована, беручи до уваги обмеження обладнання та переважаючі обставини плавання. Там же в підрозділі «Використання радіолокатора і САРП для підтримки безпеки мореплавання» в колонці знання, розуміння і професіоналізм відзначені основні типи САРП, їх характеристики відтворення, експлуатаційні вимоги і небезпека передоручення САРП, вміння працювати, тлумачити і аналізувати інформацію, що отримується від САРП, включаючи роботу системи і її точність, можливості стеження і обмеження і використання експлуатаційних попереджень.

Такий підхід визначає необхідність постійного поглиблення знань про погрішності і поправках РЛС, розробки методів надійного визначення та обліку РЛД. Недоліком ARPA є багаторазове зниження точності даних авто стеження при маневруванні свого судна і судна-цілі в задачах на розбіжність.

Оцінка точності навігаційного параметра (РЛД) на основі порівняння експериментальних даних [24]

Досліджень розподілу джерел похибок для електромагнітної хвилі радіолокаційної станції (РЛС) проведено і проводиться велика кількість. Роботи в цій галузі присвячені радіолокаційним станціям повітряного і морського базування і призначення. Проведені дослідження точностних характеристик

визначення параметрів руху цілі пропонують все нові і нові методи і системи для підвищення надійності величин вимірюваних навігаційних параметрів. Однак поліпшення якісних характеристик РЛС в системах автоматизованого визначення параметрів руху цілі і ведення радіолокаційної прокладки, приділено дуже мало уваги, хоча за рахунок підвищення точності навігаційного параметра, зокрема радіолокаційного пеленга (РЛП), в РЛС можна значно спростити схему обробки інформації, прибрати згладжують фільтри, підвищити і забезпечити високу ступінь довіри до радіолокаційної інформації. Для підтвердження гіпотези про виникнення і вплив перешкод на шляху поширення електромагнітної хвилі і впливу на неї електромагнітного поля судна була проведена розробка напрямки і обґрунтування умов проведення експериментальних досліджень. Якщо на електромагнітну хвилю при імеємих конструктивних особливостях судна впливають фактори змушують її відхилятися від первісної траєкторії, то необхідно спланувати і провести експеримент в умовах максимально можливого усунення додаткового впливу, щоб мати підстави для проведення порівняльного аналізу даних, отриманих в різних умовах. Для виконання поставленого завдання підходило виконання вимірювань радіолокаційного пеленга по радіолокаційної станції встановленої на судні. Цій умові задовольняв процес зняття пеленгов на берегової радіолокаційної станції (БРЛС). Висока точність отримання РЛП на БРЛС визначена її конструктивними особливостями, зокрема більш вузькою шириною діаграми спрямованості і також відсутністю явного впливу великих мас суднового металу у вигляді корпусу або вантажу. Для підвищення точності експериментально визначається навігаційного параметра на пеленгованого судні величина пеленга розраховувалася щодо географічних координат. Точне місце фіксувалося шляхом застосування приємоіндикаторов системи ГРАС (гідрографічна радіодальномерная автоматизована станція). Перерахунок географічних координат в полярні координати проводився на ПКГ-2 (перетворювач координат географічних). Результати виконаних спостережень

наведені в Додатку Е з оцінкою точності проведених вимірювань. Осредненние величини вимірюваного навігаційного параметра представлені в табл 5.4. [31]

Таблиця 5.4 Осредненні величини вимірюваного навігаційного параметра

количество измерений (n)	$\overline{\Delta \ddot{I}}^{\circ}$	$\Sigma \nu_{\ddot{I}_i}$	$\Sigma \nu_{\ddot{I}_i}^2$	$\delta_{\ddot{I}}^{\circ}$
144	0,01	0,09	14, 6374	0,3

Похибка вимірюного навігаційного параметра розрахована за формулою Бесселя [26]:

$$\delta_{\ddot{I}} = \sqrt{\frac{\Sigma \nu_{\ddot{I}}^2}{(n-1)}}$$

Проведені експериментальні дослідження показують велику точність вимірювання навігаційного параметра, в даному випадку РЛП, радіолокаційною станцією розташованої на березі з урахуванням підвищеної ймовірності достовірності одержуваних даних при відсутності зовнішніх перешкод на шляху поширення електромагнітної хвилі і впливу власних магнітних або електричних полів в районі виконання вимірювань.

За вибраному інтервалу даних радіолокаційних пеленгов разом з розрахунковими пеленгами і певних радіолокаційних курсових кутів поряд з істинними курсовими кутами може бути побудований графік порівняння відхилення величин навігаційних параметрів знятих з СНРЛС і з БРЛС.

Криві на графіку наочно покажуть збільшення похибок вимірюваних величин на РЛС суднового базування в порівнянні з такого ж типу вимірами за допомогою РЛС, встановлених на березі. Ці відхилення досягають 1-2, що на окремих напрямках в кілька разів перевищує відхилення від істинного для БРЛС. Правомірно припустити, що це збільшення є наслідком впливу додаткових факторів, що мають корабельну природу.

Для усунення відомих впливів на електромагнітну хвилю РЛС на найважливіших ділянках йдуть по шляху розміщення антенних систем в місцях максимально вільних від перешкод і впливу фізичних полів.

Так радар покликаний зв'язати кілька систем протиповітряної і протиракетної оборони США єдиною інформаційною мережею для забезпечення видачі даних про повітряних цілях імовірно буде знаходитися в морі біля узбережжя острова Адак на Алясці [35].

Розділ демонструє, що навігаційна безпека є комплексною проблемою, де взаємодіють технічні, організаційні та людські фактори. Незважаючи на значний прогрес у розвитку радіолокаційних систем, більшість аварій продовжує виникати через неправильну інтерпретацію радіолокаційної інформації, невміння працювати з CARP/ARPA та недооцінку обмежень обладнання.

Сучасні РЛС надають значний обсяг даних, однак потребують високої кваліфікації оператора, оскільки навіть незначні помилки у визначенні пеленгів чи неврахування радіолокаційної девіації можуть призвести до небезпечних ситуацій. Особливо це стосується умов поганої видимості та інтенсивного руху суден. Тому технічне вдосконалення РЛС має супроводжуватися розробкою методів автоматизованого обліку РЛД, поліпшенням навчання та розробкою модернізованих систем відображення радіолокаційної інформації.

Висновки

1. Суб'єктивні чинники (кваліфікація, перевтома, скорочення екіпажів) залишаються головними причинами аварій, випереджаючи технічні відмови та зовнішні фактори.
2. Суднові РЛС є ключовим засобом навігаційної безпеки, проте їх ефективність значною мірою залежить від умов експлуатації й грамотності судноводія.
3. Радіолокаційна девіація є одним з найскладніших джерел похибок у пеленгуванні; автоматизований облік РЛД значно підвищив би точність.
4. ARPA/CARP є незамінними в умовах інтенсивного судноплавства, але ефективність залежить від реалістичного врахування їх обмежень.
5. Вплив погоди, хвилювання, льодових умов повинен враховуватися при аналізі навігаційної ситуації; нехтування цим веде до критичних помилок.

6. Розвиток інформаційних технологій, інтеграція РЛС у складені мостові системи та автоматизація процесів істотно знижують ризики, але не усувають потреби в професійній підготовці судноводіїв.

7. Для подальшого підвищення безпеки необхідні:

- автоматизовані методи обліку РЛД;
- модернізовані стандарти підготовки;
- розширення використання берегових РЛС і VTS.

РОЗДІЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙС

6.1 Підвищення економічної ефективності діяльності судноплавної компанії

Ефективне використання морських транспортних судів вимагає дотримання всіх вимог безпеки, збереження вантажів. Цим пояснюється актуальність економічного обґрунтування удосконалення інженерних рішень і подальших процесів їх модернізації технічних засобів забезпечення безпеки. При цьому інвестиційні ресурси на створення окремих агрегатів повинні бути відшкодовані в межах нормалізованого періоду за рахунок величини чистого доходу.

Основним видом процесу роботи морського транспортного судна є рейс. Найважливішим елементом загальної організації перевезення є забезпечення збереженій доставки занурених на судно вантажів, безпеки життєдіяльності суднового екіпажу і запобігання забруднення навколишнього середовища. Перевезення всіх видів вантажів, в тому числі і небезпечних, необхідно виконати, не заподіявши шкоди навколишньому середовищу, не порушивши стандарти безпеки, вимоги міжнародних конвенцій, національних правил і правил компанії.

Різноманіття напрямків підвищення надійності з метою підвищення безпеки та економічності окремих агрегатів обумовлює альтернативні підходи до обґрунтування доцільності інвестиційної діяльності судновласників. В умовах високої конкуренції на фрахтовому ринку судновласники змушені впроваджувати рішення, які зможуть підвищити конкурентоспроможність судів, не підвищуючи собівартість перевезення вантажу.

В умовах ринкової економіки, коли всі судноплавні компанії покриваються за рахунок створення компанією чистого прибутку, необхідність економічного обґрунтування будь-яких витрат судна набуває особливого значення. Витрати на науково-технічний прогрес складають значну питому вагу в загальних витратах на розвиток торгового флоту. Від ефективності цих витрат багато в чому залежить ефективність всієї економіки судноплавної компанії і кожного окремо взятого судна.

6.2 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі

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

Таблиця 6.1 - Початкові дані для розрахунку рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Дедвейт т/х «SIGYN W»	D_w	тон	10407
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	246,23
3	Відстань між портами	L	милі	2964
4	Кількість навантаженого вантажу: вугілля	ΣQ_m	т	10008
5	Фрахтова ставка за 1т вантажу	f	\$/т	25
6	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	т/ доб.	2200
7	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	т/ доб.	2000
8	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	12,0
9	Швидкість в каналах, вузостях	v	кан. вуз.	8

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5
10	Добова витрата палива на ходу:			
	важке	$q_x^в$	тон/доб	10,0
	легке	$q_x^л$	тон/доб	0,8
	Добова витрата палива на стоянці:			
	легке	$q_{ст}$	тон/доб	0,5
11	Ціна 1 тони палива: важке	$Ц_в$	\$/т	550
	легке	$Ц_л$	\$/т	700
12	Балансова вартість судна	$C_{бал}$	\$	1356980
13	Річна норма амортизації	Ha	%	10
14	Позаексплуатаційний час	$T_{зе}$	діб.	15
15	Чисельність екіпажу	$Ч_{ек}$	чол.	17
16	Час затримки в дорозі	$t_{зат}$	год.	2
17	Додатковий час в портах стоянки	$t_{доп}$	год.	2
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	$R_{порт}$	\$	9850
22	Агентування суден	$R_{аг}$	\$/доб	100
23	Витрати на страхування судна	$R_{стр}$	\$/доб	80
24	Витрати на ремонт	$C_{рем}$	\$/мр.п.	300000
25	Вартість одного доковання	$C_{док}$	\$	10000

При розрахунку кількісних показників роботи судна в рейсі використовуємо дані рейсового завдання [38, 40].

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

$$D_q = D_w - G_{зан}, \quad (6.1)$$

$$D_q = 10407 - 246,23 = 10160,8 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

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

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

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

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

$$t_x = 2964 / (12,0 \times 24) + 2/24 = 10,4 \text{ діб}$$

- стоянковий час:

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

$$t_{cm} = 10008 / 2200 + 10008 / 2000 + 2/24 = 9,6 \text{ діб.}$$

- час рейсу складе:

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

$$t_p = 10,4 + 9,6 = 20,0 \text{ діб}$$

4. Розрахуємо провізну спроможність судна:

- зроблено тонно-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 10008 \times 2964 = 29663712 \text{ тонно-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_{\psi} L = 10160,8 \times 2964 = 30116611,2 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

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

$$\Sigma F_{рейс} = 10008 \times 25 = 250200 \text{ \$/рейс}$$

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

Постійні експлуатаційні витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

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

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

$$R_{хар} = 17 \times 12 = 204 \text{ \$/добу};$$

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

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

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

t_{mn} – міжремонтний період 5 років.

$$R_{рем} = ((10000 + 300000) / 5) / 350 = 177 \text{ \$/добу}$$

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

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

$$R_{ам} = (1356980 \times 0,1) / 350 = 388 \text{ \$/добу};$$

- 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;

$$R_{сн} = (1356980 \times 0,02) / 350 = 78 \text{ \$/добу};$$

- витрати на технічне постачання ($R_{т.пос.}$) 170 \\$/добу;

- навігаційні витрати, \\$/добу ($R_{нав}$) 100 \\$/добу;

- портові збори ($R_{порт}$) 9850 \\$/рейс;

- витрати з агентування ($R_{аг}$) 100 \\$/добу;

- витрати на страхування ($R_{стр}$) 80 \\$/добу.

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

$$R_{екс} = 1400 + 204 + 177 + 388 + 78 + 170 + 100 + 9850 / 20,0 + \\ + 100 + 80 = 3190 \text{ \$/ добу}$$

7. Розраховуємо 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 %.

$$R_{кос.} = 3190 \times 0,02 = 64 \text{ \$/добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{заг} = 3190 + 64 = 3254 \text{ \$/добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{\text{заг.екс}} = 3254 \times 20,0 = 65080 \text{ \$/рейс}$$

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

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

$$R^m_x = k_{cm} \cdot q_x \cdot \Pi_m \quad (6.15)$$

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

$$R^m_x = 1,1 \times 10,0 \times 550 = 6050 \text{ \$/ добу}$$

$$R^l_x = 1,1 \times 0,8 \times 700 = 616 \text{ \$/ добу}$$

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

$$R^l_{cm} = k_{cm} \cdot q_{cm} \cdot \Pi_l \quad (6.16)$$

$$R^l_{cm} = 1,1 \times 0,5 \times 700 = 385 \text{ \$/ добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

$$\Sigma R_{\text{пер}} = (R^m_x \cdot t_x) + (R^l_{cm} \cdot t_{cm}) \quad (6.17)$$

$$\Sigma R_{\text{пер}} = (6050 + 616) \times 10,4 + 385 \times 9,6 = 73022 \text{ \$/рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{\text{рейс}} = 65080 + 73022 = 138102 \text{ \$/рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

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

$$\Sigma \Pi_{\text{рейс}} = 250200 - 138102 = 112098 \text{ \$/рейс}$$

Прибуток судна т/х «SIGYN W» з порту Амстердам в порт Пірей з вантажем вугілля за рейс склав 112098 \$/рейс [41].

6.3 Розрахунок якісних показників роботи судна в рейсі

Якісні показники роботи судна в рейсі розраховуємо за методикою [40]:

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

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

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

2. Коефіцієнт завантаження судна:

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

$$\alpha_z = 10008 / 10160,8 = 0,985$$

3. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

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

$$V_{cp} = 2964 / 10,4 = 285$$

4. Коефіцієнт ходового часу:

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

$$\varepsilon_x = 10,4 / 20,0 = 0,52$$

5. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

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

$$\mu_6 = 0,985 \times 285 \times 0,52 = 145,98$$

6. Валова прибутковість одних судно-днів:

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

$$\mu = 250200 / 20,0 = 12510 \text{ \$}/\text{доба}$$

7. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

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

$$S_m = 138102 / 10008 = 13,80 \text{ \$}/\text{т}$$

8. Собівартість 1 тонно-милі в рейсі:

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

$$S_{m-м} = 138102 / 29663712 = 0,0046556 \text{ \$/т-м}$$

9. Собівартість утримання судна в добу експлуатації:

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

$$S_{с-с} = 138102 / 20,0 = 6905 \text{ \$/ доба.екс}$$

10. Рівень дохідності являє відношення доходів до витрат:

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

$$PF = 250200 / 138102 = 1,81$$

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

6.3. Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу

Якісні показники роботи судна за експлуатаційний період розраховуємо з урахуванням розрахованого експлуатаційного період роботи судна за формулою (6.2) за методикою [40]:

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$Ч_p = T_{екс} / t_p \quad (6.30)$$

$$Ч_p = 350 / 20,0 = 17,5$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma Q_{екс} = 10008 \times 17,5 = 175140 \text{ т / рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

$$\Sigma Ql_{екс} = \Sigma Ql \cdot \mathcal{C}_p \quad (6.32)$$

$$\Sigma Ql_{екс} = 29663712 \times 17,5 = 519114960 \text{ т-миль / рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

$$\Sigma F_{екс} = \Sigma F_{рейс} \cdot \mathcal{C}_p \quad (6.33)$$

$$\Sigma F_{екс} = 250200 \times 17,5 = 4378500 \text{ \$ / рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma R_{екс} = R_{рейс} \cdot \mathcal{C}_p \quad (6.34)$$

$$\Sigma R_{екс} = 138102 \times 17,5 = 2416785 \text{ \$ / рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma \Pi = \Pi_p \cdot \mathcal{C}_p \quad (6.35)$$

$$\Sigma \Pi = 112098 \times 17,5 = 1961715 \text{ \$ / рік}$$

7. Рівень дохідності роботи судна за експлуатаційний період:

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

$$PF = 250200 / 138102 = 1,81$$

Для оцінка ефективності виконаного рейсу і роботи судна за експлуатаційний період зведемо 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	\$	250200
2	Затрати загальні	R	\$	138102

3	Прибуток	Π	\$	112098
4	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	милі/доб	285
5	Коефіцієнт ходового часу	ε_x		0,52
6	Дохідність судна	μ	\$/ доб	12510
7	Рівень дохідності	PF		1,81
8	Собівартість перевезення 1 т вантажу	S_T	\$/т	13,80
9	Собівартість 1 т-милі	S_{T-M}	\$/т-м	0,0046556
10	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	S_{C-C}	\$/доб.	6905

В результаті проведених розрахунків, наведених у таблиці 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень дохідності 1,81, прибуток 112098 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 1961715,5 \$. Судно «SIGYN W» 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)

Балкер «Medi Salerno» стоїть на якорі в районі зовнішнього рейду порту Кобе (Японія). Отримано повідомлення про вибух на танкері-хімовозі, що знаходиться на відстані 0,8 км. Ймовірна причина вибуху – вчинення терористичного акту. Внаслідок інциденту на танкері-хімовозі сталося пошкодження вантажної системи і розлив скрапленого фосгену, є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). Кількість розлитого СДОР – 0,9 т, характер розливу «вільно». На території порту оголошена терористична загроза.

Метеорологічні умови на момент аварії: час доби – день, 17.00, температура повітря 0⁰, швидкість вітру 5 м/с, вітер зустрічний, суцільна хмарність. 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 стандартні робочі процедури по прийняттю відповідних заходів у разі порушення захисту судна.

7.1.2. Оцінка масштабів хімічного зараження території

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

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

$$Q_{\text{э1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0 = 0,05 \cdot 1 \cdot 0,23 \cdot 0 \cdot 0,9 = 0 \text{ т,}$$

де: $K_1 = 0,05$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР;

$K_3 = 1$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози фосгену;

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

$K_7^1 = 0$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення первинної хмари;

$Q_0 = 0,9$ – кількість фосгену, що розлився при аварії, т.

Таблиця 7.1 - Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найменування СДОР	Щільність фосгену т/ м³		Температура кипіння, °С	Порогова токсодоза, мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів								
	Газ	Рідина			К ₁	К ₂	К ₃	К ₇ для температури повітря (°С)					
								-40	-20	0	10	20	40
Фосген	-	1,432	8,2	0,6	0,05	0,061	1,0	<u>0</u> 0,1	<u>0</u> 0,3	<u>0</u> 0,7	<u>0,5</u> 1	<u>1</u> 1	<u>2,7</u> 1

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

2) Площа розливу S_p (м²) фосгену дорівнює:

$$S_p = V_p / h = Q_0 / \rho / h = 0,9 / 1,432 / 0,05 = 12,6 \text{ м}^2,$$

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

$\rho = 1,432$ – щільність фосгену, т/м³;

$h = 0,05$ – товщина шару фосгену (для характеру розливу – «вільно»), м.

3) Тривалість вражаючої дії T (год.) фосгену 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:

$$T = h \cdot \rho / (K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{\text{II}}) + 1 / (K_m \cdot v_{\text{п}}) =$$

$$= 0,05 \cdot 1,432 / (0,061 \cdot 2,34 \cdot 0,7) + 1 / (1 \cdot 29) = 45 \text{ хв.},$$

де: $K_2 = 0,061$ – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей фосгену;

$K_4 = 2,34$ – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру;

$K_7^{\text{II}} = 0,7$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення вторинної хмари;

$K_m = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари фосгену;

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

Таблиця 7.2 - Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

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

Таблиця 7.3 - 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
Рівнинний, поодинокі дерева	0,5	0,6	0,6
Рівнинний, густий ліс	0,3	0,4	0,4
Поодинокі будівлі	0,2	0,3	0,4
Міська (промислова) забудова	0,2	0,2	0,3
Територія порту	0,2	0,2	0,3

Таблиця 7.4 - Швидкість (км/год.) перенесення $v_{\text{п}}$ переднього фронту хмари зараженого повітря залежно від швидкості вітру

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

4) Еквівалентна кількість фосгену $Q_{\Sigma 2}$ (т) у вторинній хмарі:

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

$$= 0,95 \cdot 0,061 \cdot 1 \cdot 2,34 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 0,9 / (0,05 \cdot 1,432) = 0,27 \text{ т},$$

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

5) Глибина зони зараження:

- для $Q_{\Sigma 1} = 0$ т та швидкості вітру $u = 5$ м/с визначаємо глибину зони зараження первинною хмарою фосгену: $\Gamma_1 = 0$ км.

- для $Q_{\Sigma 2} = 0,27$ т та швидкості вітру $u = 5$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою фосгену: $\Gamma_2 = 0,81$ км.

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 0,81 + 0,5 \cdot 0 = 2 \text{ км},$$

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

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

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

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

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

Таблиця 7.5 - Глибина (км) зони зараження

Швидкість	Еквівалентна кількість СДОР, т
-----------	--------------------------------

вітру, м/с	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20
1 і менше	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19

6) Площа зони можливого зараження S_B (км²) хмарою фосгену:

$$S_B = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^0 = 3,14 \cdot 0,81^2 \cdot 45^0 / 360^0 = 0,26 \text{ км}^2,$$

де: $\Gamma = 0,81$ - розрахункова глибина зони зараження, км;

$\varphi = 45^0$ - кутовий розмір зони зараження, град.

Таблиця 7.6 - 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

7) Площа зони фактичного зараження S_Φ (км²):

$$S_\Phi = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 0,81^2 \cdot 1^{0,2} = 0,09 \text{ км}^2,$$

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

8) Територія можливого хімічного зараження представляє собою сектор, що має кутовий розмір $\varphi = 45^0$ і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 0,81$. Вершина сектору співпадає з джерелом зараження - місцем розливу фосгену.

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

Глибина зони смертельних уражень Γ_1 (км):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{\Delta t} \right)^\Psi = 1,34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{0,27}{6} \right)^{0,542} = 0,25 \text{ км},$$

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

$Q_{\Sigma} = Q_{\Sigma 1} + Q_{\Sigma 2} = 0 + 0,27 = 0,27$ – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару, т;

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

Таблиця 7.7 - Коефіцієнти λ і ψ , що залежать від швидкості вітру

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

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

$$\Gamma_{0,41} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_{\Sigma}}{D_{0,41}} \right)^{\psi} = 1,34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{0,27}{2,4} \right)^{0,542} = 0,41 \text{ км},$$

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

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

$$\Gamma_{0,21} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_{\Sigma}}{D_{0,21}} \right)^{\psi} = 1,34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{0,27}{1,2} \right)^{0,542} = 0,58 \text{ км},$$

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

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 0,81$ км.

9) Час підходу хмари СДОР до судна t (год.) залежить від швидкості перенесення хмари повітряним потоком і визначається за формулою:

$$t = x / (K_M \cdot v_{\Pi}) = 0,8 / (1 \cdot 29) = 0,03 \text{ год.} \approx 2 \text{ хв.},$$

де: $x = 0,8$ – відстань від джерела зараження до заданого об'єкту, км.

7.1.3. Висновки і рекомендації

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження показала, що судно «Medi Salerno» знаходиться на межі зони легких уражень (відстань до місця аварії – 0,8 км, а глибина поширення хмари зараженого повітря - до 0,81 км.

Для зменшення можливих людських втрат пропонується:

- оголосити загально суднову тривогу, екіпажу терміново припинити усі роботи на палубі та укритись у приміщеннях судна;
- зв'язатися із аварійними службами порту для отримання оперативної інформації про розвиток аварії;
- заборонити вихід на відкриту палубу протягом часу дії вражаючих концентрацій.

7.1.4. Стандартні робочі процедури по прийняттю відповідних заходів у разі порушення захисту судна

Стандартні робочі процедури встановлюють порядок дій суднового персоналу при порушенні захисту судна при всіх рівнях охорони (1, 2, 3).

Капітан і особа командного складу, відповідальна за охорону судна (ОКС), повинні прийняти усі необхідні заходи, які будуть адекватні ситуації, що склалася. Виходячи з рекомендацій міжнародних і національних документів, можна сформулювати наступні основні заходи, які повинні бути проведені на судні:

- своєчасне виявлення засобів нападу і нападників,
- максимальне ускладнення висадки нападників на судно,
- у разі висадки нападників на судно або виявленні їх на судні максимальне ускладнення можливого встановлення ними контролю над управлінням судна або захоплення заручників.

Розподіл відповідальності членів екіпажу за виконання дій, які повинні бути зроблені, наведений в таблиці 8.8 і може бути використаний в якості чек-листа. Даний перелік дій жодним чином не обмежує капітана в прийнятті інших рішень, якщо він вважатиме їх більш ефективними в конкретних умовах.

Таблиця 7.8. Заходи, які повинні бути прийняті у разі порушення захисту судна

№ п/п	Дії, які повинні бути прийняті	Відповідальний член екіпажу
1	Негайно доповісти капітану і ОКС. У судновому	Вахтовий

	журналі відображати всі заходи по забезпеченню безпеки до закінчення дозволу надзвичайної ситуації.	помічник
2	Оголосити загальносуднову тривогу.	Капітан
3	Задраїти і закрити на замки всі приміщення на палубах.	Вахтовий помічник
4	Створити на судні зони безпеки, визначені Планом охорони судна і діяти у відповідності з Планом.	ОКС
5	Забезпечити зорове спостереження і суворий пропускний режим.	ОКС
6	Встановити зв'язок і взаємодію з Посадовою особою портового засобу, відповідальною за охорону, і портовою владою.	ОКС
7	Тримати каюти членів екіпажу і ілюмінатори в каютах постійно закритими.	Вахтовий помічник
8	Забезпечити спостереження за сторонніми особами, які перебувають на борту, виключити їх вільне переміщення по судну.	ОКС
9	Здійснювати постійний контроль за вантажно-розвантажуваль-ними роботами, при перерві в роботах і по їх закінченню провести ретельний огляд трюмів, палуб і закриття люків.	ОКС
10	З настанням темного часу доби забезпечити освітлення палуб і бортів судна, підняти трап, перевірити відсутність з бортів і корми звисаючих кінців, виставити додаткові спостережні пости, регулярно перевіряти, як задраєні і розкріплені зсередини всі двері і люки, що ведуть у коридори надбудови	Капітан ОКС

ВИСНОВОК

Дана робота виконана на тему «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна за маршрутом Амстердам - Пірей». Метою даної роботи було ретельне і докладне вивчення і опрацювання рейсу на всіх етапах планування та безпосередньо його проведення. Особливу увагу при плануванні і опрацювання приділялася безпеки плавання, економічності та охорони навколишнього середовища.

В ході роботи були проведені всі необхідні приготування для проведення безпечного і економічно вигідного рейсу.

Після вивчення технічних і експлуатаційних характеристик судна, почалося навігаційне планування рейсу. Під час планування були враховані загальні вимоги до планування, зроблено оцінку планованого переходу, були підібрані всі необхідні карти, книги та посібники, вивчені гідрометеорологічні умови. Проведено ретельне планування шляху, як на прибережних ділянках, так і на ділянці трансокеанського шляху. Вивчені припливно-відливні явища, проведена оцінка точності. Після детального опрацювання цих питань була виконана прокладка шляху судна.

Після цього приступили до розміщення вантажів і запасів на судні, при цьому контролюючи і дотримуючись усіх вимог щодо посадки, остійності та міцності корпусу, про що свідчать наведені розрахунки і графіки діаграм остійності. Для наочного уявлення був складений вантажний план судна.

П'ятий Розділ демонструє, що навігаційна безпека є комплексною проблемою, де взаємодіють технічні, організаційні та людські фактори. Незважаючи на значний прогрес у розвитку радіолокаційних систем, більшість аварій продовжує виникати через неправильну інтерпретацію радіолокаційної інформації, невміння працювати з САРП/ARPA та недооцінку обмежень обладнання.

Сучасні РЛС надають значний обсяг даних, однак потребують високої кваліфікації оператора, оскільки навіть незначні помилки у визначенні пеленгів чи неврахування радіолокаційної девіації можуть призвести до небезпечних ситуацій. Особливо це стосується умов поганої видимості та інтенсивного руху суден. Тому технічне вдосконалення РЛС має супроводжуватися розробкою методів автоматизованого обліку РЛД, поліпшенням навчання та розробкою модернізованих систем відображення радіолокаційної інформації.

Розраховані кількісні і якісні економічні показники роботи судна в рейсі і виконано їх порівняльний аналіз за рейс і за експлуатаційний період.

У розділі «Охоронні заходи і цивільна оборона на судні» проведено прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту.

Виконана робота дозволила підсумувати курс теоретичної і практичної підготовки до виконання обов'язків вахтового помічника капітана.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки для виконання магістерської роботи / Укл. І.І. Ворохобін та ін. –Одеса: НУОМА, 2023. – 96 с.
2. Конвенція та кодекс з підготовки, дипломування моряків та несення вахти (ПДМНВ-78/95) – International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, 1978/95 (STCW-78/95)
3. Резолюція ІМО А.893 (21) -1999 «Посібник з планування рейсу».
4. Рекомендації щодо організації штурманської служби на морських судах України (РІСЧУ-98). - Одеса: ЮжНИИМФ, 1998. □111с.
5. Посібник з процедур на містку — Bridge Procedure Guide. - International chamber of shipping. 1998. - 87 p.
6. Алексішин В.Г., Козир Л.А., Симоненко С.В. Навчальний посібник "Забезпечення навігаційної безпеки плавання ОНМА: изд. Одеса-«ТрансЛит», 2009. - 517с.
7. D.J. House Seamanship Techniques. Shipboard and Marine Operations. 5th Editdion. 2018. - 922 p.
8. Михальчук В.В. Морехідна астрономія: конспект лекцій. - Одеса: ОНМА, 2003 - 55с.
9. Мальцев А. С. Маневрування суден при розбіжності. Навчальний посібник – Одеса: Морський тренажерний центр, 2002. 208 с.
- 10.Ніколаєва Л. Л. Комерційна експлуатація судна: навч. [для студ. вищ. навч. зав.] / Л. Л. Николаєва. - Одеса: Фенікс, 2006. – 754 с.
- 11.Савчук В. Д. Технологія перевезення вантажів : підруч. / В. Д. Савчук. – Одеса: ВидавІнформ, 2008. – 335 с.

12. Practical navigation [Text]: training. manual / V. G. Aleksishyn, V. T. Dolgochub; Odesa Maritime National Academy. - 4th ed., Ex. and add. - O.: Phoenix, 2011. - 376 p.
13. Alan Murray. Astro Navigation From Square One To Ocean Master.- M-Y Books, 2013. - 445 p.
14. Adoption of the International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code), Resolution MSC.267(85).
15. International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk (International Grain Code). – London: International Maritime Organization, 1991. – 35 p.
16. Правила класифікації та побудови морських суден. В 5-ти т. Том 2. – Київ: Регістр судноплавства України, 2014. J. N. Newman, “The Theory of Ship Motions,” Advances in Applied Mechanics, vol. 18, pp. 221-283, 1979.
17. J. M. Guliev, I. P. Davydov and J. M. Elis, “System of Computer Programs for Prediction of Seakeeping Qualities of Ships and Marine Structures,” In Proc. 13th Session SMSSH, 1984, vol. 1, Paper No. 33.
18. Сізов В.Г. Теорія корабля: Підручник. Видання 4-те, перероблене та доповнене. – Одеса: Фенікс, 2008. – 464 с.
19. Code on Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments. Resolution A.267(85). -London: International Maritime Organization, 2008. - 109 p
20. Регістр Судноплавства України. Правила класифікації та побудови морських суден.: У 5-ти т. Том 2. - Київ: Регістр судноплавства України, 2016.
21. Вагущенко Л.Л. Системи автоматичного управління рухом судна/Вагущенко Л.Л., Цимбал Н.М. - 3-тє вид., Перероб. І дод. - Одеса: Фенікс, 2007. – 328 с.
22. Allianz Global Corporate&Specialty. Safety and Shipping Review 2016.
<http://www.agcs.allianz.com/>

23. Байрашевський А. М. Суднові радіолокаційні системи / А. М. Байрашевський, Н. Т. Нічипоренко.: Транспорт. 1982 – 311 с.
24. Дворецький В. А. Вплив магнітного та електромагнітного полів на радіолокаційну девіацію. / В. А. Дворецький, В. І. Коваленко // Судноводство: Збірник наукових праць / Одеська національна морська академія. – Одеса, 2002. – № 4. – С. 46–51.
25. Дворецький В. А. Вплив середовища розповсюдження на статистичні характеристики сигналу. / С. В. Андріїшин, В. А. Дворецький // Рибне господарство України – 2006. – № 5/6 (46, 47). – С. 71–75.
26. Кондрашихін В. Т. Визначення місця судна / Кондрашихін В. Т.: Транспорт, 1981. – 208 с.
27. Bernard Borg. Predictive safety from near miss and hazard reporting / Signal Safety and Training, 2002 - 18 p.
28. Байрашевський А.М. Суднові радіолокаційні системи/А.М. Байрашевський, Н.Т. Нічипоренко. - М.: Транспорт, 1982. – 311 с.
29. Данцевич В.А. Використання автоматизованої берегової станції радіолокації «Океан-СП» для забезпечення безпеки плавання суден у прибережній зоні / В.Ф. Карпов, А.М. Жухлін, В.А. Данцевич // Записки з гідрографії. – 1988. – № 220. – С. 86-89.
30. Данцевич В.А. Радіолокаційне проведення судна у вузькостях / В.А. Данцевич, А.І. Шевченка, Д.І. Коваленко.: Транспорт, 1984. – 79 с.
31. Дворецький В.А. Аналіз впливу архітектури судна на діаграму спрямованості антени радара/В.А. Дворецький, В.І. Коваленко // Рибне господарство України – 2002. – № 2 (19). – С. 41-42.
32. Жерлаков А.В. Радіолокаційні системи запобігання зіткненню судів / О.В. Жерлаков, Н.С. Зімін, О.В. Кононов.: Суднобудування, 1984. – 200 с.
33. Зурабов Ю.Г. Суднові засоби автоматизації запобігання сутичкам судів / Ю.Г. Зурабов, Р.М. Черняєв, Є.В. Якшевич, В.Я. Яловенко. - М.: Транспорт, 1985. – 264 с.
34. <http://www.mda.mil/global/documents/pdf/sbx.pdf>

35. <http://www.morvesti.ru/themes/1693/80798>

- 36.36. Дуров А. А. Устинов Ю. М. Судова радіолокація. Суднові радіолокаційні системи та САРП. / А. А. Дуров, В. С. Кан, Н. Т. Нічипоренко, Ю. М. Устинов. Підручник для вишів. Вид. 2-ге, перероблене та виправлене. 2005. – 280 с.
37. <https://unctad.org/en/pages/> - Review of Maritime Transport 2018 (Обзор морского транспорта)
38. Вінніков В.В. Економіка підприємства морського транспорту (економіка морських перевезень): - 3 видавництва, перероб. дод. - О.: Фенікс, 2011. – 944 с.
39. 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.
40. Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи. – Одеса: НУ «ОМА», 2017, с. 20.
41. Міжнародна конвенція з охорони людського життя на морі 1974 року текст, змінений Протоколом 1988 року до неї, із поправками (СОЛАС-74) (зі змінами на 24 травня 2018 року))
42. Міжнародна конвенція по запобіганню забрудненню з суден 1973 року (МАРПОЛ-73)
43. Терновський В. Б. Методичні вказівки щодо виконання розділу дипломної роботи «Охоронні заходи та цивільна оборона на судні» / В. Б. Терновський – Одеса: НУ «ОМА», 2015. – 75 с.