

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

Калмик Костянтин Олексійович

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи: **Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна ««MSC Loreto»» за маршрутом Дієппе – Портленд**

Підпис магістранта _____

Завідувач кафедри _____ Петриченко О.А.

Керівник _____ Смирнова І.М.

Рецензент _____

Нормоконтроль _____ Петриченко О.А.

м. Одеса
2025 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут навігації

кафедра Управління судном

спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Завідувач кафедри

" ____ " _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

по дипломній роботі магістранта

Калмик Костянтин Олексійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: **Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «MSC Loreto» за маршрутом Дієппе – Портленд**

затверджена наказом по НУОМА від " ____ " _____ 2025__р. № _____

2. Строк здачі курсантом закінченої роботи ____ " 15 " ____ грудня _____ 2025__ року

3. Вхідні дані до роботи:

Методичні вказівки для виконання магістерської роботи

Тактико-технічні данні судна

Міжнародні конвенції та кодекси

Національні законодавчі документи

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):
Характеристики судна, Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу, Обробка та розміщення вантажів, Оцінка морехідних якостей судна, Дослідницький розділ, Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі, Охоронні заходи та цивільна оборона на судні
5. Перелік графічного матеріалу: План судна, вантажна шкала, Wheelhouse poster, плани портів, план переходу, графіки приливів, вантажний план судна, ДСО на відхід і прихід

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

Розділ	ПІБ консультанта	Підпис і дата
1. Характеристики судна	Смирнова І.М.	
2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	Смирнова І.М.	
3. Обробка та розміщення вантажів	Смирнова І.М.	
4. Оцінка морехідних якостей судна	Смирнова І.М.	
5. Дослідження системи обробки сигналів РЛС	Смирнова І.М.	
6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі (кафедра «Менеджменту і економіки морського транспорту»)	Смирнова І.М.	
7. Охоронні заходи та цивільна оборона на судні (кафедра «Судноводіння»)	Смирнова І.М.	

7. Календарний план дипломної роботи магістранта

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Характеристики судна	01.10.2025	Виконано
2.	Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	20.10.2025	Виконано
3.	Обробка та розміщення вантажів	04.11.2025	Виконано
4.	Оцінка морехідних якостей судна	16.11.2025	Виконано
5.	Дослідження системи обробки сигналів РЛС	01.12.2025	Виконано
6.	Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі	01.12.2025	Виконано
7.	Охоронні заходи та цивільна оборона на судні	05.12.2025	Виконано

Дата видачі завдання _____

Керівник _____

Завдання до виконання прийняв _____

У дипломній роботі розглянутий і комплексно пророблено перехід суховантажного судна «MSC Loreto» з порту Дієппе в порт Портленд.

Маршрут проходить в Атлантичному океані. За рейс перевезено 6210 х 20 та 193 х 40 футових контейнерів загальною вагою 85356 т.

У дипломній роботі відображено усі основні заходи, які проводяться перед виходом в рейс з урахуванням Резолюції ІМО А.893 (21) "Керівництво з плануванню рейсу", Конвенції і кодексу про підготовку та дипломування моряків і несенню ваhti (ПДМНВ-78/95), Рекомендацій з організації штурманської служби на морських суднах України (РШСУ-98) з метою забезпечення безпечного перевезення вантажу і економічної ефективності рейсу: проаналізовані гідрометеорологічні і навігаційні умови переходу, підібрані необхідні карти і посібники, складені маршрутний лист і вантажний план, виконано перевірку морехідних якостей судна, розраховано економічні показники рейсу.

In diploma paper, the transition of the cargo ship «MSC Loreto» from the port of Dieppe to the port of Portlend was considered and comprehensively elaborated.

The route passes in Atlantic Ocean. 6210 x 20 та 193 x 40 feet's containers with total weigh 85356 т were transported for the voyage.

The diploma thesis reflects all the main activities undertaken before departure in accordance with IMO Resolution A.893 (21) "Planning Guide", the Convention and the Code for the Training and Certification of Seafarers and Watchkeeping (STCW-78/95), Recommendations on the organization of navigational service on Ukrainian ships in order to ensure safe transportation of cargo and economic efficiency of the flight: analyzed hydrometeorological and navigation conditions of the transition, selected the necessary maps and manuals, compiled route sheet and cargo plan, completed inspection seaworthiness of the vessel, calculated economic indicators of voyage.

Вступ.....	
1. Характеристики судна.....	9
1.1. Загальні відомості і головні розміри судна.....	9
1.2. Транспортно-експлуатаційні характеристики судна.....	10
1.3. Маневрені характеристики	10
1.4. Навігаційне обладнання.....	18
1.5. Забезпечення непотоплюваності	19
2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	21
2.1. Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу	21
2.2. Оцінка планованого переходу	23
2.2.1. Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході	26
2.2.2. Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації.....	28
2.2.3. Збір та аналіз навігаційної інформації при прибрежному плаванні	30
2.3. Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання.....	36
2.3.1. Розрахунок ортодромії.....	36
2.3.2. Складання маршрутних листів.....	38
2.3.3. Графічний план переходу.....	38
2.3.4. Розрахунок природної освітленості	39
2.3.5. Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів.....	40
2.3.6. Контроль запасу води під кілем та вибір безпечної швидкості на мілководді.....	42
2.4. Висновки.....	43
3. Обробка та розміщення вантажів	44
3.1. Транспортні характеристики вантажів.....	44
3.2. Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та документальне оформлення морського перевезення.....	49
3.3. Розрахунок чистої вантажопідйомності судна	58
3.4. Складання вантажного плану	60
3.5. Характеристика експлуатаційних умов рейсу	62
4. Оцінка морехідних якостей судна.....	64

4.1. Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна	64
4.2. Розрахунки посадки і початкової остійності	68
4.3. Контроль остійності за матеріалами Інформації	70
4.4. Розрахунок і побудова діаграм остійності	70
4.5. Перевірка нормованих параметрів остійності	72
4.6. Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності.....	73
4.7. Контроль загальної поздовжньої міцності судна	74
5. Дослідження системи обробки сигналів РЛС.....	76
5.1. Історія розвитку.....	76
5.2. Сутність та принцип функціонування РЛС	79
5.3. Вимоги ІМО до РЛС та ЗАРП	86
5.4. Дослідження сучасних тенденцій розвитку ЗАРП	100
5.4.1. Принцип функціонування РЛС/ЗАРП.....	100
5.4.2. Шляхи підвищення точностних характеристик.....	104
5.4.3. Похибки суднового навігаційного обладнання	110
6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі	112
6.1. Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі	112
6.2. Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу.....	118
7. Охоронні заходи і цивільна оборона на судні.....	120
7.1. Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту.....	120
7.1.1. Вихідні дані (сценарій виникнення надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту).....	120
7.1.2. Оцінка масштабів хімічного зараження території.....	
7.1.3. Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат.....	127
7.2. Розподіл обов'язків та відповідальності щодо забезпечення охорони судна.....	123
Висновок.....	130
Список використаної літератури.....	131

Найважливіша проблема на флоті - підвищення безпеки мореплавання. Щорічне збільшення кількості і тоннажу судів призводить до суттєвого ускладнення навігації. Збільшення розмірів, швидкостей і щільності руху суден, вимоги різних судноплавних компаній до ведення суднової документації та скорочення часу стоянки загострює дефіцит часу у судноводія. Тому зараз особливо гостро стоїть питання про те, як допомогти судноводію в його роботі.

Найважливішими нормативними документами в мореплаванні є конвенції, які розроблені ММО і прийняті країнами-учасниками цих конвенцій, а також багатьма іншими країнами. Найбільш важливими є Міжнародна конвенція про охорону людського життя на морі (SOLAS - 74); Міжнародна конвенція про підготовку, дипломування моряків та несення вахти (STCW - 95/78); Міжнародні правила попередження зіткнень суден (COLREG - 72); Міжнародний кодекс управління безпекою (ISM Code).

Грунтуючись на останньому документі, судноплавні компанії розробляють свої додаткові правила, вимоги та рекомендації до екіпажів своїх суден.

Таким чином, питання безпеки мореплавання є основним, тому йому необхідно приділяти багато уваги.

Планування переходу полягає в тому, щоб підготувати плавання судна так, щоб перехід від причалу до причалу був виконаний належним чином. При цьому першим критерієм, який потрібно враховувати, є безпека судна і усіх членів екіпажу та людей, що знаходяться на ньому. За допомогою планування переходу ризик навігаційних помилок зводиться до мінімуму.

Дана дипломна робота є комплексним опрацюванням та дослідженням рейсу.

1. ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

2. Тип судна: Контейнеровоз
3. Назва судна: MSC Loreto
4. Позивний сигнал судна: 5LPJ2
5. IMO № 9934735
6. MMSI № 636022600
7. Рік і місце будівництва: 2023, Китай
8. Класифікаційне товариство: GL
9. Прапор: Liberia
10. Найбільша довжина: 335 (м)
11. Довжина між перпендикулярами: 319.9 (м)
12. Ширина найбільша: 42.8 (м)
13. Висота борта до верхньої палуби: 24,4 (м)
14. Найбільша осадка T (м) в залежності від району плавання:
 $T_L=14,045$ (м); $T_T= 14,045$ (м); $T_3= 14,045$ (м);
15. Осадка в повному вантажу і порожньому: $T_{\max}=14.045$ (м);
 $T_{\min}=8,15$ (м);
16. Водотоннажність (т):
В повному вантажі: 132 195
Порожньому: 34 718
17. Тип і потужність головної енергетичної установки:
Тип: 12RT – flex96с
Максимальна потужність: 61 900 кВт
18. Експлуатаційна швидкість (вуз): у вантажі: 18.3, в баласті: 19.0
19. Гвинт : Гвинт фіксованого шагу
20. Тип і потужність кермової машини:
Тип: TCT 315
Потужність: 3000 кВт

21. Судова радіоапаратура: Inmarsat - C (2 Units) H2095C Sailor;
Inmarsat - FLEET 77 JUE – 410 F Sailor; VHF Radio / DSC (2
Units) H2095C Sailor; Navtex Receiver ICS - Nav 5 ICS Electronics
22. Валова реєстрова місткість: 94 724
23. Чиста реєстрова місткість: 50 521
24. Добова витрата палива (т/доба):
на ходу: важке паливо (HFO)-198
дизельне паливо (DO)-5
на стоянці: дизельне паливо (DO)-26

1.2. Транспортно-експлуатаційні характеристики судна

2. Схематичне креслення виду судна з розташуванням приміщень для вантажу та запасів показано на рисунку 1.1.
3. План верхньої палуби і вантажних люків приведено на рисунках 1.2 , 1.3 та 1.4.
4. Значення піднесення (Z) центра мас порожнього судна над кілем та відстань (X) від міделя (до носу – плюс, до корми – мінус) являються наступними: $Z = 13,72$ м ; $X = 144,74$ м.
5. Вантажна шкала представлена на рисунку 1.5.

1.3. Маневрені характеристики і лоцманська картка

Данні о маневрених характеристиках, данні по діаметру повороту представлені у вигляді рисунка 1.6.

Данні по гальмівному шляху у вигляді лінійного графіка і данні по аварійнім поворотам представленні у вигляді рисунка 1.7.

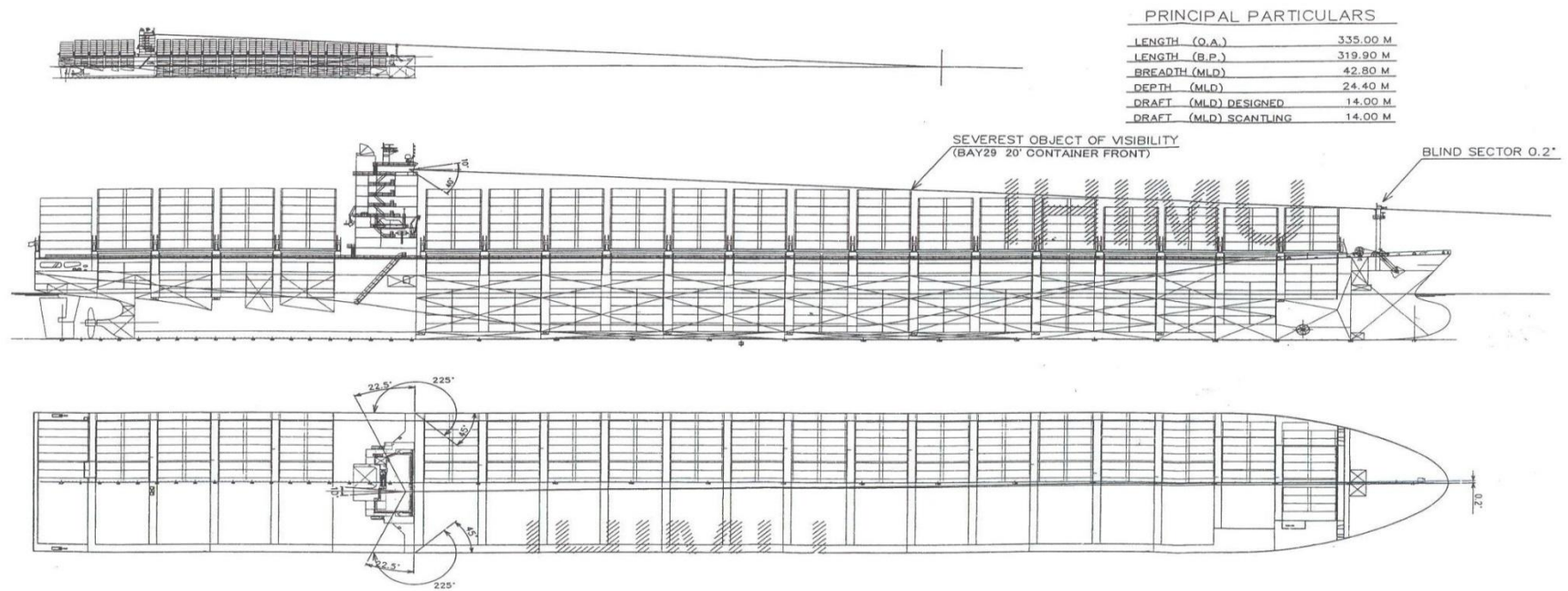


Рисунок 1.1 – Схематичне креслення виду судна.

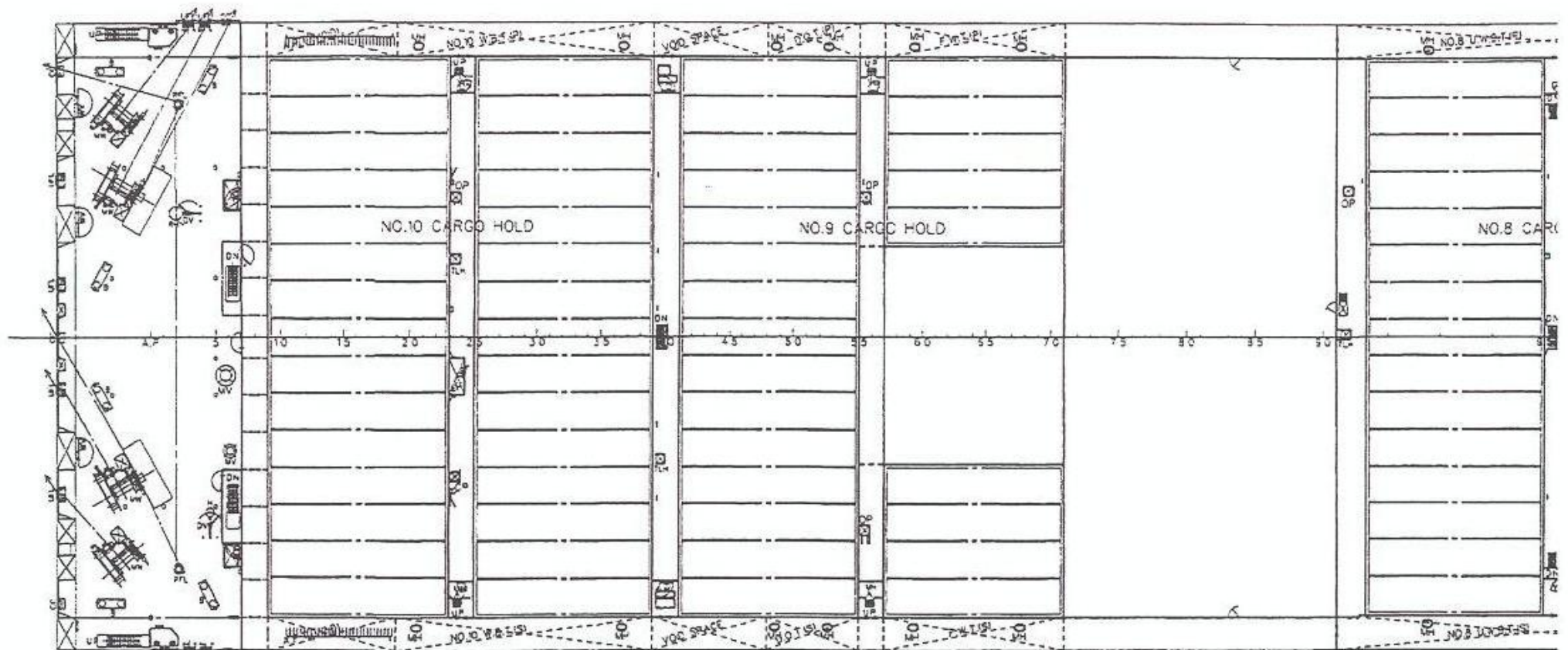


Рисунок 1.2 - План верхньої палуби судна (корма)

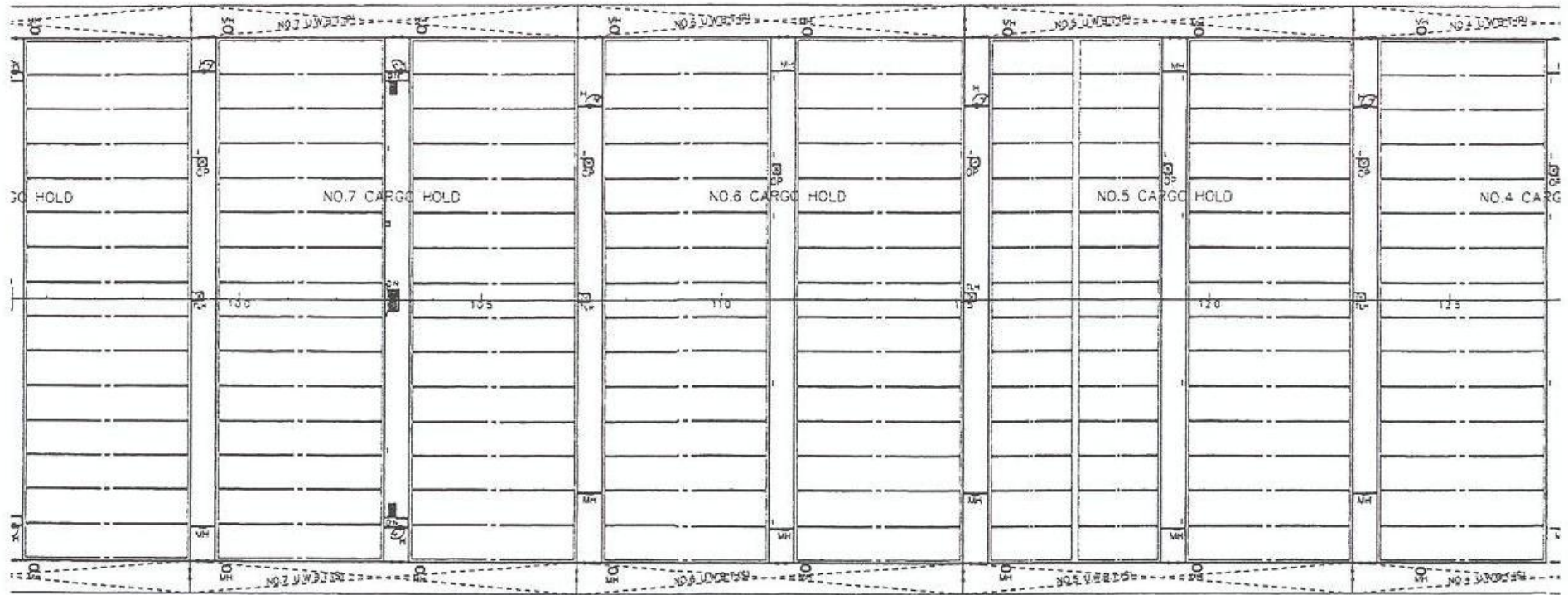


Рисунок 1.3 - План верхньої палуби судна (центр)

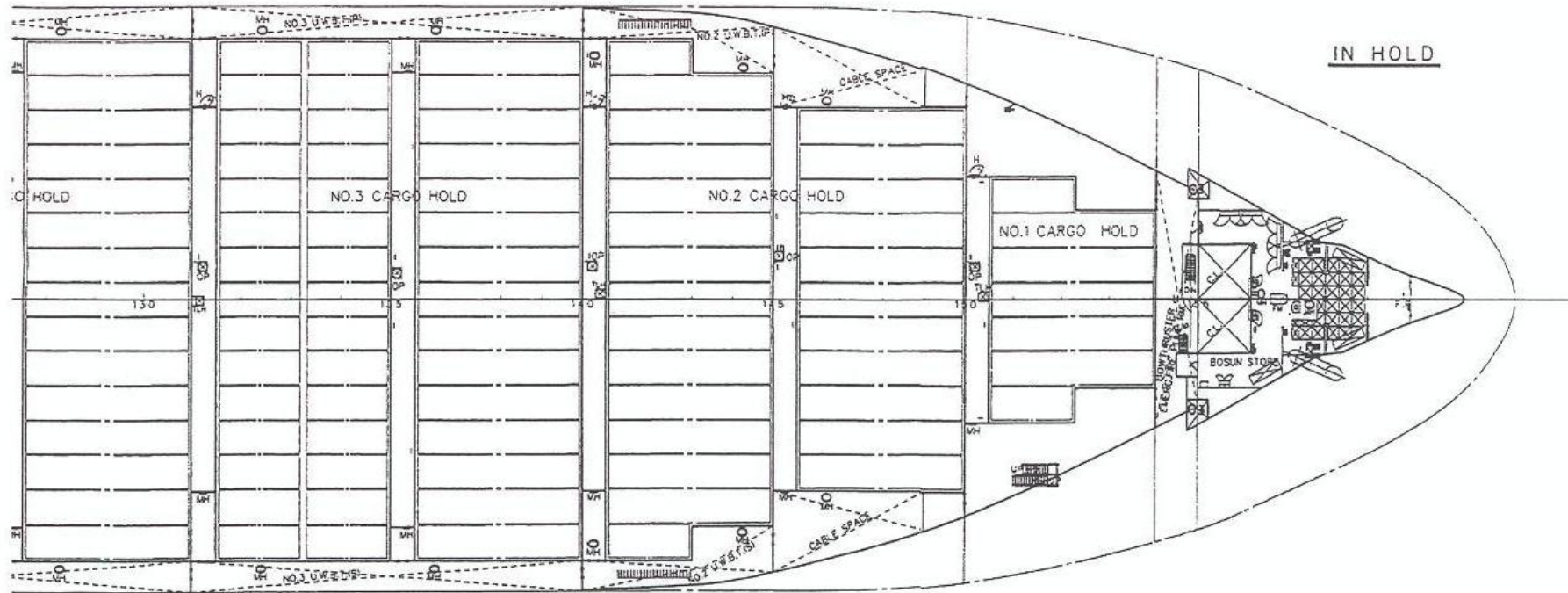
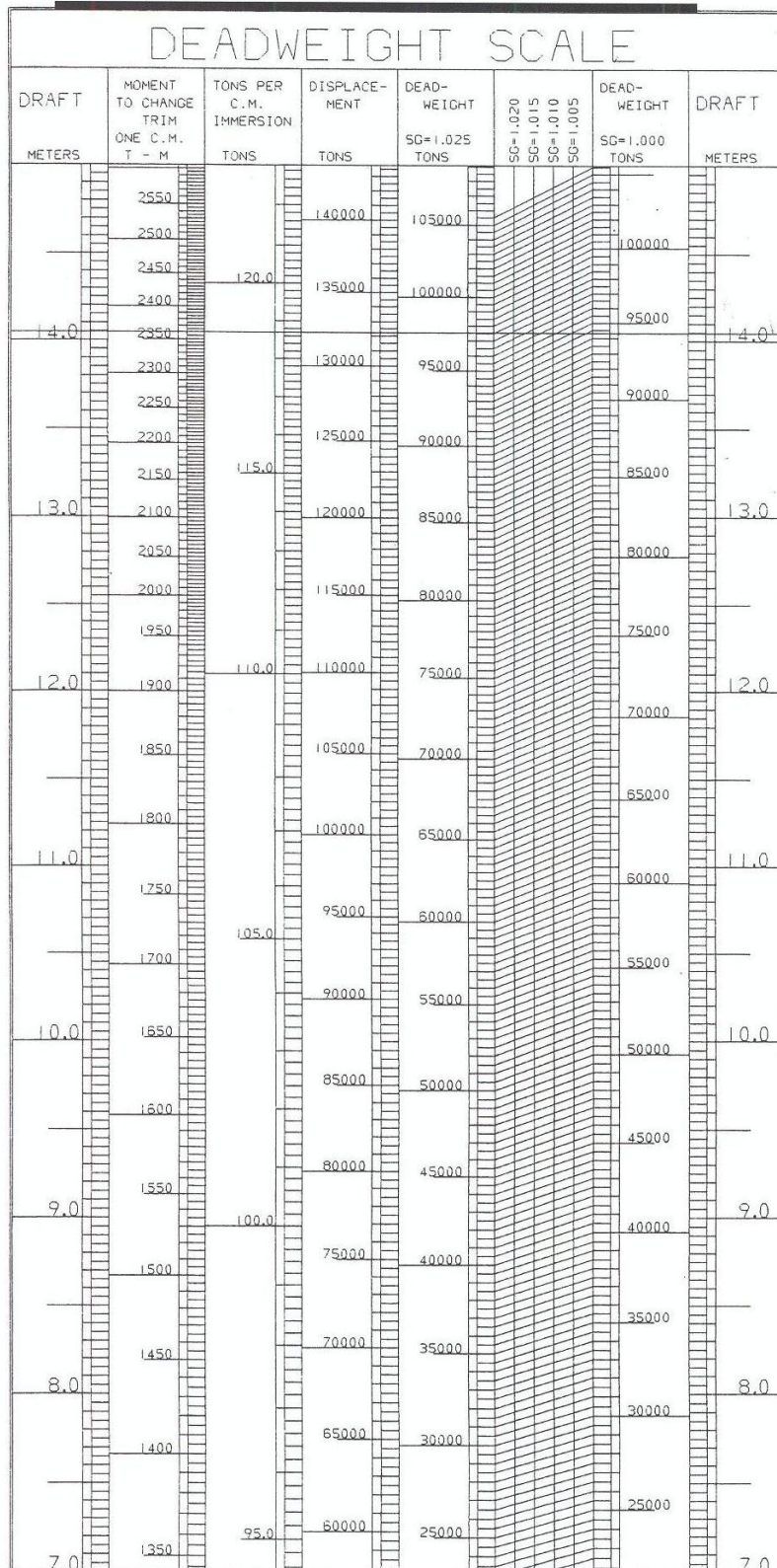


Рисунок 1.4 - План верхньої палуби судна (бак)



WATER ZONE	ALL SEASONS	FRESH
TOTAL DEPTH (M)	19.519	
FREEBOARD (M)	5.474	5.196
DRAFT (EXT.) (M)	14.045	14.323
DISPLACEMENT (T)	132,195 *	132,209
LIGHT WEIGHT (T)	34,678	
DEADWEIGHT (T)	97,517	97,531
DEADWEIGHT (LT)	95,977	95,991

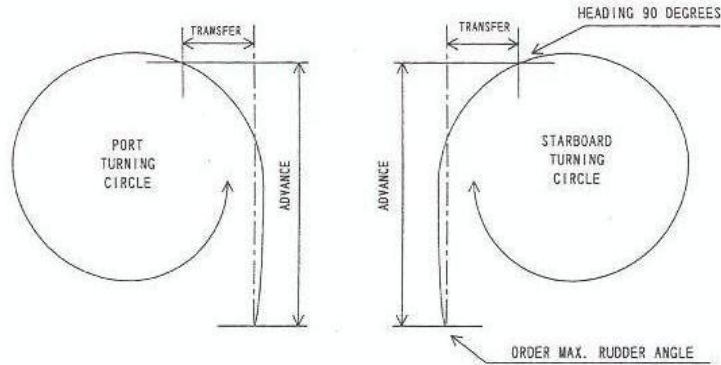
FRESH 135,514 × 1.000 / 1.025 = 132,209 (T) *

Рисунок 1.5 – Вантажна шкала

Maneuvering Characteristics

**MSC
LORETO**

MANEUVERING CHARACTERISTICS



TURNING CIRCLE

		NORMAL / FULL LOAD			NORMAL / BALLAST		
		ADVANCE	TRANSFER	TIME	ADVANCE	TRANSFER	TIME
NORMAL FULL SPEED	PORT	1035	540	2'-24"	1010	480	2'-25"
	STARBOARD	1035	540	2'-24"	1,345	565	2'-28"
HARBOUR SPEED	PORT	1025	535	3'-26"	970	475	3'-31"
	STARBOARD	1025	535	3'-26"	1015	560	3'-49"

DISTANCE AND TIME REQUIRED TO STOP SHIP (WHEN CRASH ASTERN OPERATED)

		NORMAL / FULL LOAD		NORMAL BALLAST	
		DISTANCE	TIME	DISTANCE	TIME
NORMAL FULL SPEED		5785 M	13'-10"	2,970 M	6'-55"
HARBOUR FULL SPEED		3375 M	8'-33"	1,780 M	5'-26"

RPM vs SPEED

		NORMAL / FULL LOAD		NORMAL BALLAST	
		RPM	SPEED (KNOTS)	RPM	SPEED (KNOTS)
MCR		100.0	26.5	100.0	27.2
90% MCR		99.0	25.9	97.0	26.9
75% MCR		93.0	24.8	88.0	26.0
H A R B O U R	FULL	65.0	18.3	65.0	19.0
	HALF	50.0	14.0	50.0	14.6
	SLOW	35.0	9.8	35.0	10.2
	DEAD SLOW	18.0	5.0	18.0	5.3

SHIP'S CONDITION

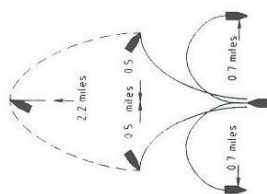
	NORMAL FULL LOAD	NORMAL BALLAST
DISPLACEMENT (MT)	132195	60780
DRAFT (M)	14.045	7.418
TRIM BY STERN (M)	0.000	5.735

THRUSTER EFFECT

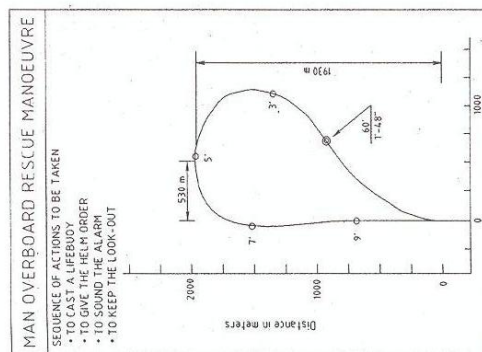
THRUSTER	kW	TURNING RATE AT ZERO SPEED	NOT EFFECTIVE ABOVE SPEED
BOW	3000	16 DEG./MIN	5 KNOTS

Рисунок 1.6 – Маневрені характеристики.

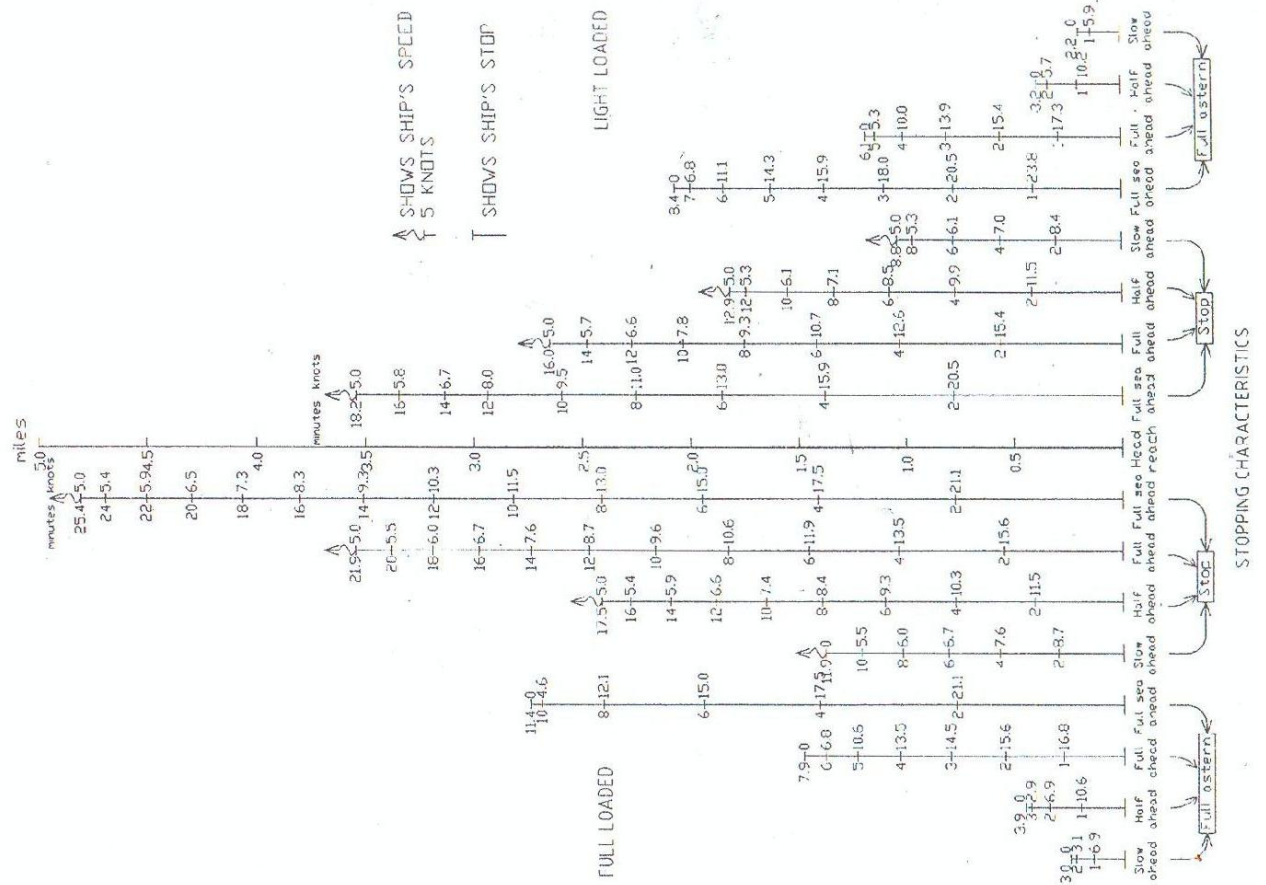
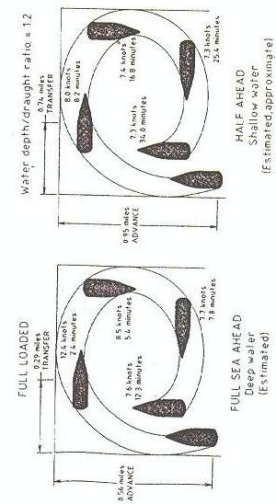
EMERGENCY MANOEUVRES



FULL SEA AHEAD
Comparison of turning (max rudder) and full astern stopping ability (rudder amidships)



MAN OVERBOARD RESCUE MANOEUVRE
SEQUENCE OF ACTIONS TO BE TAKEN
• TO CAST A LIFEBUOY
• TO GIVE THE HELM ORDER
• TO KEEP THE LOOK-OUT



Якірний устрій суміщений із швартовим устроєм. Забезпечені електромотором з декількома швидкостями.

Особливості якірного пристрою: товщина якірного ланцюга 107мм у діаметрі; клас ланцюга КЗ; номінальна тяга 544 кН; максимальна тяга 816 кН; швидкість вибору ланцюга (максимальна) 10м/хв.

Судно забезпечено електро-гідравлічним рульовим механізмом KAWASAKI.

Специфіка: максимальний робочий тиск 23.5 МПа; максимальний кут перекладки керма до 35°; границя кута керма 37.5°; швидкість перекладки на одному насосі 70° за 28 секунд.

Пристрій має два електро-гідравлічних насоса які генерують гідравлічний тиск для переміщення барабанів і повертати балер, кожен насос контролюється окремим насосним центром.

1.4. Навігаційне обладнання

Дані усіх технічних засобів навігації судна представлені у вигляді таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічні засоби навігації (ТЗН)

Прибор, система	Тип, марка	Місце установки
Магнітний компас	Tokimek SH MASS	Пеленгаторна палуба
Гірокомпас	Tokimek TG-500 (ARPA)	Ходовий мостик
Радар	Tokimek BR-25 IOC	Ходовий мостик
САРП	Tokimek Raskar 2500M-5314 (ARPA)	Ходовий мостик
Навтекс	Marac NMR 100	Ходовий мостик
G P S	JRC JLR-600 MK2	Ходовий мостик
G P S	Furuno GP-80	Ходовий мостик
Ехолот	JRC, JFE-570 S	Ходовий мостик
Weather facsimile receiver	JRC, JAX 90	Ходовий мостик
Курсограф	C-Plath	Ходовий мостик

Точнісні характеристики технічних засобів навігації зображені у вигляді таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Точнісні характеристики технічних засобів навігації

Тип і марка приладу	Навігаційні параметри	СКП одного вимірювання
Гірокомпас Tokimek TG-500 (ARPA)	курс / пеленг	0,3-0,5°
Радіолокатор Tokimek Raskar 2500M-5314(ARPA)	пеленг	1,0-1,5°
	дистанція	0,1 кбт
		0,6%D
Радіолокатор Tokimek BR-2510C	пеленг	1,0- 1,5°
	дистанція	32 м
		0,6%D
Ехолот JFE-570S	глибина	0,5%
		0,7%
		1%
		>1%
Лаг Tokimek D-201	швидкість	0,5%

1.5. Забезпечення непотоплюваності

Водонепроникність на судні забезпечується герметичністю зовнішньої обшивки, другого дна, десяти водонепроникним перебиранням, ілюмінаторами і однієї водонепроникною дверима в машинному відділенні.

Осушна система. Для видалення води з стічних колодязів трюмів і машинного відділення, румпельне відділення, приміщення лага і ланцюгових ящиків на судні передбачена осушувальна система. Управління клапанами, встановленими на відростках осушення трюмів - дистанційне з пульта розташованого в МВ.

Систему обслуговують три осушувальних насоса, встановлених в машинному відділенні. Для запобігання засмічення приймачів осушення, осушувальні колодязі трюмів виконані каскадного типу. Відкриті кінці

приймачів забезпечені сітками або опущені в прийомні колодязі, що закриваються ґратами. У осушувальних насосів встановлені грязьові коробки. Всі клапани на приймачах осушення вороття - запірного типу.

Румпельне відділення осушується ежектором, встановленому в цьому приміщенні. Ланцюгові ящики осушуються ежектором. Цим ежектором передбачено осушення приміщень, що знаходяться під баком, за допомогою переносного шланга. Осушення під палубних клінкетних вигородек проводиться переносними ежекторами через штатні прийомні труби, виведені на верхню палубу. Контроль за наявністю води в колодязях трюмів здійснюється через вимірювальні труби і сигналізатори верхнього рівня. Світлова сигналізація від верхнього рівня в стічних колодязях виведена в ЦПУ і в рульову рубку.

2. АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1. Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

Загальні вимоги щодо планування переходу містяться у вимогах кодексу з підготовки та дипломування моряків та несення вахти (ПДМНВ - 78/95) у розділі А - VIII / 2, частина 2, які формулюються наступним чином:

- Майбутній рейс має плануватися заздалегідь, беручи до уваги всю наявну до цього інформацію;

- Старший механік повинен, проконсультувавшись з капітаном, визначити заздалегідь потреби майбутнього рейсу, беручи до уваги потреби в паливі, воді, мастильних матеріалах, хімікатах, витратних та інших запасних частинах, інструментах, запасах та інших вимог;

- До початку кожного рейсу капітан кожного судна повинен забезпечити, щоб передбачуваний шлях з порту відходу до першого порту заходу планувався, використовуючи відповідні карти та інші навігаційні посібники, необхідні для майбутнього рейсу, що містять точну повну і відкориговану інформацію щодо тих навігаційних обмежень і небезпек, які мають постійний або передбачуваний характер, і які мають відношення до безпеки плавання суден;

- По завершенні перевірки запланованого шляху, беручи до уваги всю що до нього інформацію, запланований шлях повинен бути прокладений на відповідних картах і бути постійно доступним для вахтового помічника капітана, який до того як лягти на відповідний курс, зобов'язаний перевірити його;

- Якщо в ході рейсу прийнято рішення про зміну наступного порту заходу або якщо необхідно суттєво відхилитися від запланованого шляху з інших причин, змінений шлях повинен опрацьовуватися заздалегідь, до того як він буде істотно змінений.

Планування переходу і його виконання включає в себе чотири послідовних фази:

- Оцінка (Appraisal);
- Планування (Planning);
- Виконання (Execution);
- Управління (Monitoring);

Оцінка майбутнього плавання проводиться на основі зібраної інформації, яку судноводій може зібрати з таких джерел:

Каталог карт і книг (Catalogue of Admiralty Charts and Publications NP131);

Навігаційних карт (Charts) - необхідно з'ясувати, на якій картографічній основі складені карти, щоб підвищити достовірність прокладки на ній обсервацій, отриманої по навігаційних супутникам;

Океанські шляхи світу (Ocean Passage For the World) - містить відомості про кліматичні особливості районів світу, про системи океанських течій;

Маршрутні і лоцманські довідкові карти;

Лоції (Pilot Books, Sailing Directions);

Перелік вогнів і туманних сигналів (Admiralty List of Lights and Fog Signals);

Таблиці припливів (Tide Tables);

Повідомлення мореплавцям (Notices to Mariners);

Радіонавігаційні і місцеві попередження (Radio and Local Warnings);

Планування переходу складається з трьох етапів:

Трансокеанський перехід і відкриті морські води;

Прибережні води і вузькості;

Ділянки лоцманської проводки.

При плануванні трансокеанського переходу вибирають шлях з урахуванням оцінки майбутніх метеорологічних умов (клімату, погоди) за багаторічними даними, а також з урахуванням фактичної погоди і її прогнозу. Необхідно враховувати також океанські течії. Визначають відстань між

портами, розраховують на перехід з урахуванням штормового запасу необхідну кількість бункера, мастил, води, провізії.

Прибережне плавання і плавання в обмежених водах вимагає значно більшої уваги. Шлях обирають осторонь від небезпек з урахуванням систем розподілу руху. Беруть до уваги національні вимоги та обмеження при проходженні територіальних вод. Враховують час проходження найбільш складних ділянок, освітленість на цей час, дії приливних течій і т.п.

При плануванні плавання по ділянках лоцманської проводки необхідно враховувати маневрові елементи свого судна, співвідношення опади і глибин під кілём, збільшення опади від швидкості і від крену на повороті, зміна швидкості, необхідне для встановлення часу проходження, коли можуть виникнути обмеження при підході вночі або залежно від висоти припливу.

При виконанні переходу головним завданням є контроль за безпечним плаванням судна за маршрутом, заданому попередньою прокладкою шляхом безперервного ведення виконавчої прокладки. Виконавча прокладка полягає у веденні числення шляху судна на картах, визначенні місця судна, періодичної корекцією обсерваціями числення шляху, нанесенні на карту счислімим і обсервованного місць судна.

Управління переходом покладається на капітана судна, який є координуючим ланкою при оцінці переходу, його плануванні та виконанні.

2.2. Оцінка запланованого переходу

У цьому параграфі наводимо конкретну інформацію, що відноситься до опрацьовується переходу, що відповідає етапу «Passage plan Appraisal». Для цього проводиться підбір навігаційних карт, посібників і публікацій на заданий перехід по Каталогі Адміралтейських карт і публікацій (Catalogue of Admiralty Charts and Publications) щорічно видаваним гідрографія ВМС Британії (British Hydrographer to Navy).

Відомості про підібраних картах і книгах оформляємо у вигляді таблиці 2.1 та 2.2.

Таблиця 2.1 – Перелік адміралтейських карт на перехід

Тип карти	Chart No.	Title of Chart or Plan	New Edition
1	2	3	4
Гене- ральні	2649	Western Approaches to the English Channel	Mar. 2003
	4011	North Atlantic Ocean Northern Part	Oct.2015
	2666	Grand Banks of Newfoundland	Jul.2015
	2670	Cape Breton to Delaware Bay	Jun. 2011
	2492	Bay of Fundy to Block Island	Apr. 2009
Путьові	2148	Approaches To Fecamp and Dieppe	Jul.2015
	2613	Cap de la Hague to Fecamp	Feb.2008
	2454	Start Point to The Needles including Off Casquets TSS	Sep.2002
	442	Lizard Point to Berry Head	Mar. 2003
	2490	Monhegan Island to Cape Porpoise	May.2007
	2488	Portland Harbor	Dec.2011
Non- Navigatio nal Charts	5006	The World – Time Zone Chart	Oct. 1999
	5307	The World – Main Ocean Routes: Power Vessels	Dec. 1973
	5310	The World – General Surface Current Distribution	May 1968
	D6083	The World – Load Line Rules	May 1968
	5006	The World – Time Zone Chart	Oct. 1999
	5307	The World – Main Ocean Routes: Power Vessels	Dec. 1973
	5310	The World – General Surface Current Distribution	May 1968
	D6083	The World – Load Line Rules	May 1968
		Astronomical Charts	
		Climatic Chart	
		Magnetic Variation Charts	
		Ocean Plotting Sheets	
		Mercator Plotting Sheets	
		Plotting Diagrams	

Таблиця 2.2 - Адміралтейські публікації на перехід

Admiralty Tide Tables	
NP 201	Volume 1, United Kingdom and Ireland (including European Channel Ports)
NP 202	Volume 2, Europe (excluding United Kingdom and Ireland), Mediterranean Sea and Atlantic Ocean
Sailing Directions (Pilots)	
NP 28	Dover Strait Pilot
NP 27	Channel Pilot
NP 59	Nova Scotia and Bay of Fundy Pilot
NP 69	East Coast Of The United States Pilot, Vol. 2
Admiralty List of Lights and Fog Signals	
NP 74	List of Lights, Volume A - British Isles and North Coast of France
NP 82	List of Lights, Volume J – Western Side of North Atlantic Ocean from Maine to Cabo Orange including Gulf of Mexico and Carribean Sea
Admiralty List of Radio Signals	
NP 286(1)	Volume 6 – Part 1, Vessel Traffic Service and Port Operations United Kingdom and Europe (excluding Arctic, Baltic and Mediterranean Coast)
NP 286(5)	Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations North America, Canada and Greenland.
NP 285	Volume 5 - Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS)
Miscellaneous Publicationns	
100	The Mariners Handbook – Containing information on Admiralty Charts and Navigational Publications, General Navigation, General Meteorology and Ice
136	Ocean Passages for the World
131	Catalogue of Admiralty Charts and Publications – 2024
139	Echo-sounding Correction Tables, Edition 3 1980
133A	Chart Correction Log and Folio Index – Second Edition 1999
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
	Annual Summary of Admiralty Notices to Mariners
	Fairplay 2024 – World Shipping Encyclopaedia
	Ports Guide 2024

2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

Для отримання оперативної інформації про погоду і зміни в навігаційній обстановці по маршруту проходження судна необхідно організувати систематичний прийом гідрометеорологічних і навігаційних повідомлень, що передаються по радіо.

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

Станції і розклад передач факсимільних карт на перехід приводяться в таблиці 2.3.

На переході Діеппе – Портленд шлях судна пролягає через район NAVAREA I, II, IV.

Станції NAVTEX, які можуть бути використані на переході зведені в таблицю 2.4.

Таблиця 2.3 – Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

№	Радіо-станція	Позначення і границі карти	Зміст передачі	Час передачі
1	Northwood	A 1:15000000 5°4N 82°W, 5°4N 51°E 26°N 45°W, 28°N 12°E	Surface Analysis	0000-1200
2	Boston US C.G	1:20,000,000 (a) 65°N 95°W 65°N 10°E 15°N 95°W 15°N 10°E	36 hour 500 hPa Prognosis 48 hour Surface Prognosis 48 hour Wind/ Wave Prognosis	0835-1935 0855-1955 0905-2005

Таблиця 2.4 – Райони NAVAREA, станції NAVTEX на переході

№	Ділянка переходу	Район NAVAREA	NAVTEX	NAVAREA
1	2	3	4	5
1	Порт Дієппе – Атлантичний океан	II	Horta [F]	France
2	Атлантичний океан – Порт Портленд	IV	New Orleans [G]	USA
		IV	Miami [A]	USA
		IV	Bermuda Harbour [B]	USA

Таблиця 2.5 – Зв'язок на переході

№	Станція	Спосіб зв'язку	Канали, частоти	Примітки
1	Dieppe Port Control	VHF	16	Call pilot 2 hrs before departure
2	Penzance	VHF	73	
3	Shelburne	VHF	73,16	
4	Portland Port Control	VHF	14	Order a pilot

Таблиця 2.6 – СУРС по маршруту переходу

№	Traffic separation scheme	Station	VHF	Reporting point description
1	Off Casquets TSS	Casquets	13	Reporting system area

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. Для опису гідрометеорологічних умов необхідно перехід розбити на ділянки (три і більше) в залежності від відстані між портами. Необхідні данні вносимо в таблиці 2.7 та 2.8.

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

Характеристики за ділянками	Англійський канал			Атлантичний океан			Східне узбережжя США		
Атмосферний тиск, гПа	1015			1016			1016		
Напрявлен-ня вітру	Повторюваність вітру, %			Повторюваність вітру, %			Повторюваність вітру, %		
	Сумар-на	11-15 м/с	>16 м/с	Сумарна	11-15 м/с	>16 м/с	Сумар-на	11-15 м/с	>16 м/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N	1	-	1	1	-	1	9	8	1
NE	15	3	2	14	3	2	1	-	-
E	3	1	-	10	1	-	2	-	-
SE	7	-	-	7	-	-	1	-	-
S	13	-	-	12	-	-	1	-	-
SW	14	-	-	8	-	-	5	1	-
W	10	-	-	14	-	-	17	1	1

Продовження табл. 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NW	7	-	-	13	-	-	1	-	-
Результуючий вітер	направлення, у румбах	NNE		направлення, у румбах	ESE		направлення, у румбах	WNW	
	швидкість, м/с	7		швидкість, м/с	8		швидкість, м/с	6	
Максимальна швидкість вітру, м/с	спостережена	8		спостережена	9		спостережена	8	
	розрахункова	7		розрахункова	10		розрахункова	11	
Повторюваність штилів, %	36			27			25		

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

Характеристики ділянками за	Англійський канал	Атлантичний океан	Східне узбережжя США
Температура повітря, °C	14	16	20
Температура води, °C	6	8	11
Відносна вологість, %	87	92	81
Повторюваність туманів, %	6	3	рідко
Видимість менше 2 міль	1	0	1
Хмарність, бали	6	8	5
Солоність води, ‰	59	63	57
Щільність води, кг/м³	1.025	1.025	1.025

Продовження табл. 2.8

Постійні течії	назва	Північно-Атлантичне	Гольфстрим	Гольфстрим
	термодинамічна характеристика	тепле	тепле	тепле
	направлення	NE	E	NE
	швидкість, вузл.	2	1-2	2-3
	стійкість	60-80	75-90	75-100
Швидкість припливних течій, вузл.		1-3	0,5	1-3
Висота хвиль, м	середня	4	4	3
	максимальна	7	7	5
Період хвиль, с		10	11	9

2.2.3. Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні

Підхід до берега з моря справедливо вважається найбільш відповідальною частиною плавання: більше 60% всіх навігаційних аварій відбувається саме при підходах до берега. Точність місця і курсу судна при підході до берегів набуває надзвичайну важливість, тим більше (дуже часто), що мілини, банки та окремі підводні скелі висунуті в море на відстані. Останнє спостерігається особливо часто у низинних берегів, в гирлах рік, біля берегів, які рясніють в острови, і т.п.

Велику допомогу безпеки мореплавання в такій обстановці роблять штучно споруджені і раціонально поставлені ЗНЗ, що збільшують точність

навігаційного визначення місця судна і, що зменшують час, необхідний для впізнання об'єктів спостереження і загальної конфігурації берега.

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

Уважне вивчення карт і посібників для плавання дозволить виявити найбільше безпечні ділянки узбережжя, чисті від підводних небезпек. За відсутності в лоції спеціальних вказівок про вибір курсів і швидкості в даному районі вибирають ту ділянку узбережжя, де є характерний, далеко видимий орієнтир, який не можна сплутати з іншим, навіть на екрані РЛС. У цьому випадку курс прокладають прямо на цей орієнтир і по можливості перпендикулярно до ізобати. При вимушеній плаванні уздовж берега без надійних обсервацій слід обирати курси, які розходяться з небезпечними ізобати, але не паралельні їм. У всіх випадках слід уникати проходів в безпосередній близькості від навігаційних небезпек, наприклад між банкою і берегом або між банками і т.п. Складні ситуації сприяють появі помилок. Не рекомендується також «зрізати кути», тому що подібний виграш у відстані відводить судно від рекомендованих курсів та істотно знижує безпеку плавання.

Під виразом «плавання в видимості берегів» розуміється плавання в районі моря, віддаленою від берегів на таку відстань, за якої можливе робити звичайні візуальні або радіолокаційні обсервації. При такому плаванні судноводії, необхідні карти, які більш докладно показують всі деталі морської обстановки, які мають навігаційне значення. Останнє можливе лише на великомасштабних (подорожніх або приватних) ПМК. Тому в прибережному плаванні прокладку ведуть на шляхових НМК масштабу 1:100000-1:250000, а в районах складних у навігаційному відношенні - на приватних НМК масштабу 1:50000.

Однак одного нанесення на карту шляху судна недостатньо: плавання судна необхідно погоджувати з рельєфом дна, видимими берегами, які застерігали знаками і т.п. Більше того, в обстановці прибережного плавання по карті потрібно вивчити поступово, що відкриваються берега і водні простори, щоб завчасно обрати об'єкти для визначення місця і заздалегідь знати, де і як треба змінювати курси для того, щоб безпечно йти далі.

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

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

Складність прибережного плавання у туманну погоду викликає необхідність в організації та встановлення в найбільш відповідальних і небезпечних місцях берегової туманною сигналізації. Судноводій повинен уважно стежити за такими туманними сигналами, швидко і безпомилково розпізнавати їх. Під час туману він повинен максимально використовувати всі наявні в його розпорядженні технічні засоби, вести безперервний радіолокаційний огляд, уважно стежити за змінами навколишнього середовища. Так, наприклад, зміна хвилі з навітряного берега означає, що судно зайшло під прикриття берега; збільшення хвилі - судно вийшло з-під такого прикриття, а при плаванні уздовж ланцюжка островів - судно проходить протоку.

Порт Дієппе.

Сигнальний пост порту обладнаний сучасною радіостанцією і радіолокаційної установкою. В даний час здійснюється велика програма розширення і реконструкції порту.

Ремонт. У порту розташовані сухі доки.

Бункерування. Паливо відпускають з барж в будь-якому місці порту.

Митниця і карантин. Виконання встановлених формальностей і оформлення необхідних документів на суднах, які прибули в порт Дієппе, проводиться безпосередньо біля причалу. Нижче дається основний перелік і кількість основних документів, необхідних для оформлення приходу/відходу в порту:

- 1) Ship's Register.
- 2) 2 Lists Passengers in Transit.
- 3) 2 Lists Passengers Disembarking.
- 4) 2 Personal Effects Lists.
- 5) 3 Crew Lists indicating full date and place of birth, nationality and No of Identity Document (Seaman's Book or Passport).
- 6) 2 Stores Lists indicating alcoholic beverages in bottles and size of bottles.
- 7) International Health Declaration.
- 8) Manifests and usual ship documents.

План порту Дієппе зображений на рисунку 2.1.

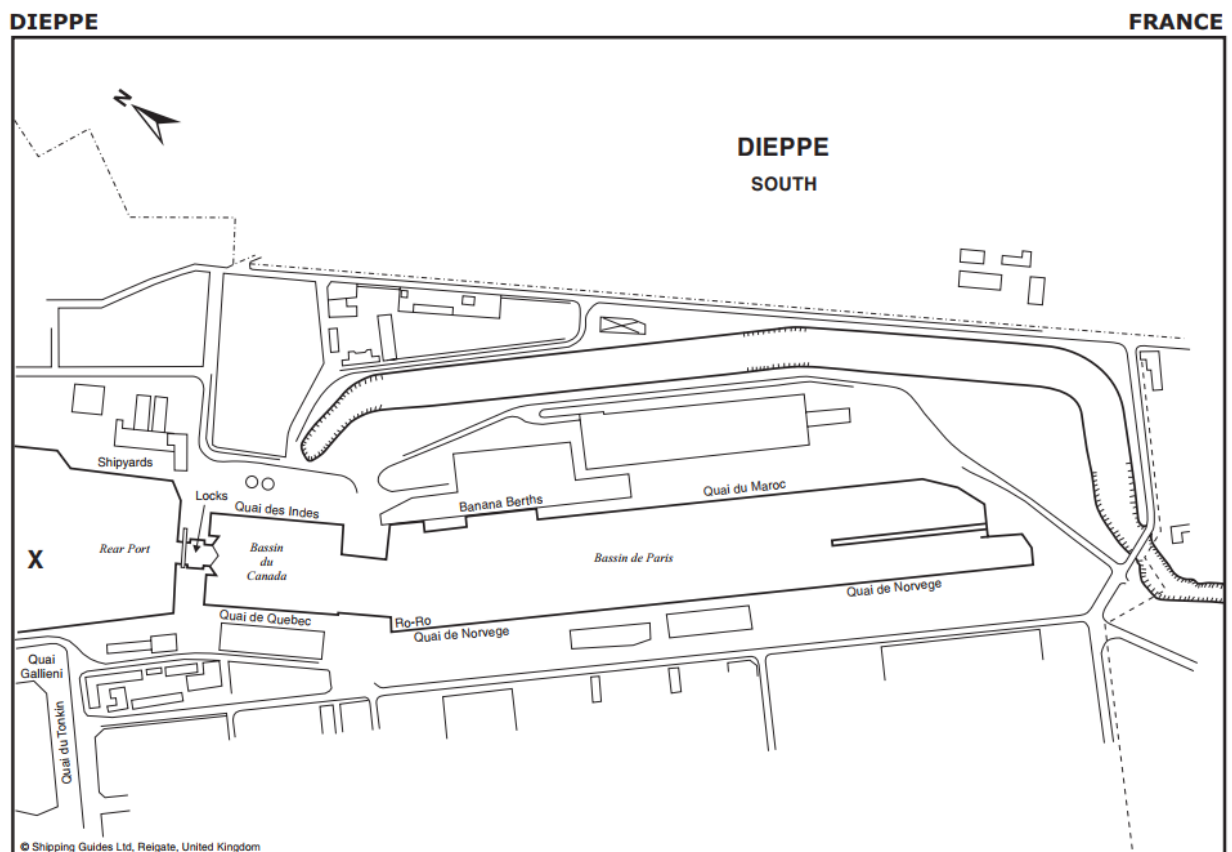


Рисунок 2.1 – План порту Дієппе

Порт Портленд знаходиться в північно-східній частині США. Порт має зовнішню гавань, в якій розташовані кілька островів, що прикривають порт з моря і між якими розташовані вхідні фарватери, і внутрішню гавань, в якій знаходиться основна частина порту.

Лоцманська проводка обов'язкова. ЕТА нотіс рекомендується подавати агентам за 48 годин до проходження морського буя.

Судна з надводним бортом більше ніж 9.1 м повинні знаряджати парадний трап 6.1 м над водою. Лоцман виконує посадку в межах морського буя. Лоцманська служба вимагає висоту трапу над водою 1.8 м. Зв'язок з лоцманом виконується на 9 каналі УКВ.

Береговій охорону і судновому агенту потрібно переслати повідомляти про прибуття (NOR) та список екіпажа не пізніше ніж за 96 години до прибуття, якщо прибувають з іноземного порту.

Документи необхідні на прихід судна в порт :

Crew list

Passenger list

Crew's effects declaration

Ship's stores declaration

Health declaration

Vaccination list

List of ports of call

Cargo declaration

Manifest of cargo.

План порту Портленд зображений на рисунку 2.2.

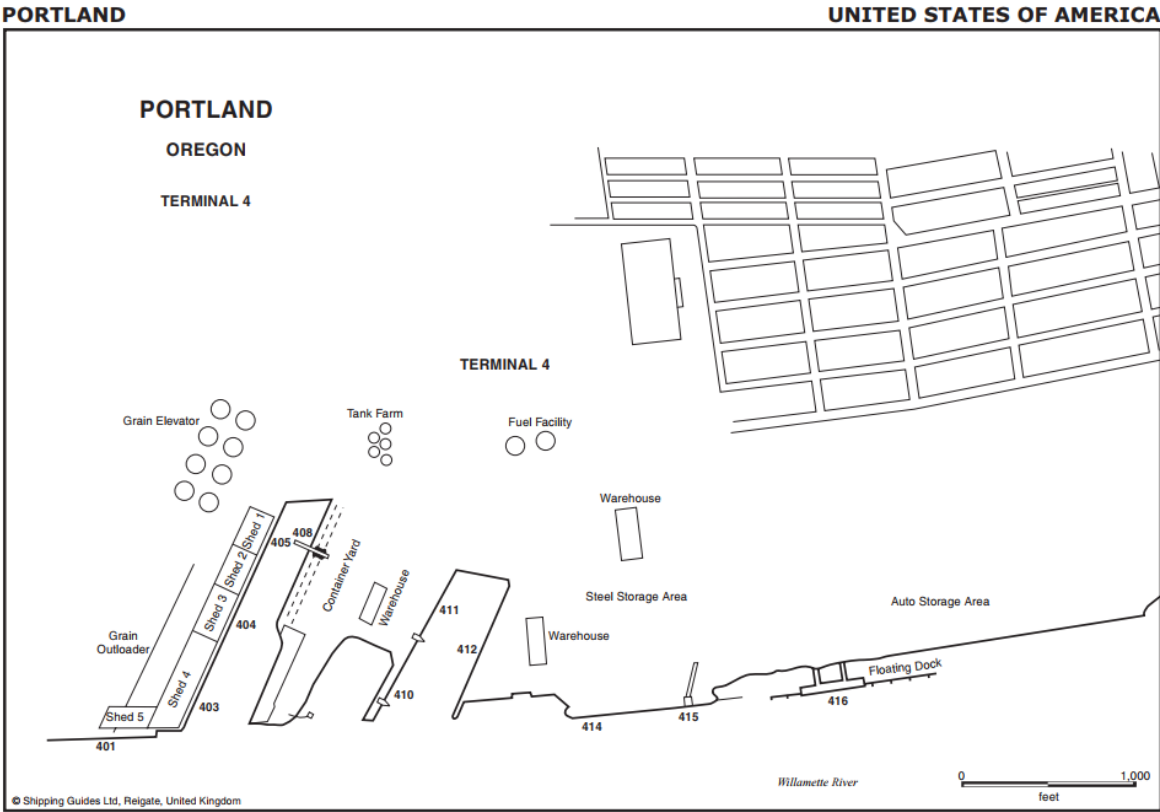


Рисунок 2.2 – План порту Портленд

Таблиця 2.9 – Засоби навігаційного обладнання

№	Назва	Координати		Характеристика	Дальність видимості, милі
		широта	довгота		
1	2	3	4	5	6
1	Radar tower	49 54.5`N	001 04.2`E	Fl5s	15
2	Jetee Est	49 21.9`N	000 04.7`E	OcR.4s	21
3	Gatteville	49 41.9`N	001 15.9`W	Fl(2)10s	18
4	Start Pt.	50 13.3`N	003 38.4`W	Fl(3)10s	24
5	Lizard Point	49 57.6`N	005 11.9`W	Fl3s	12
6	Tacher I	43 35.3`N	070 14.6`W	Fl.R5s	29

2.3. Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1. Розрахунок ортодромії

Основними критеріями при виборі оптимального шляху судна це безпека, метеоумови, економічність для збережень перевезення вантажу та досягнення економічного прибутку, в кінцевому результаті. На океанських переходах найкоротшим відстанню між двома точками є ортодромія, так як форма землі-сфера.

Для вибору плавання по ортодромії необхідно спочатку розрахувати доцільність плавання саме таким способом. Для цього знаходять довжину локсодромії і ортодромії, а потім виконують їх порівняння. Це роблять за допомогою наступних формул:

$$S = \frac{PШ}{\cos K} \quad (2.1)$$

$$\operatorname{tg} K = \frac{PД}{PМЧ} \quad (2.2)$$

$$\cos D = \sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \cos(\lambda_2 - \lambda_1) \quad (2.3)$$

$$\delta = S - D \quad (2.4)$$

Рівняння ортодромії для нанесення на меркаторську карту:

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \operatorname{ctg} K_0 \cdot \sin(\lambda_1 - \lambda_0) \quad (2.5)$$

де λ_0 – довгота точки перетину екватора ортодромією;

K_0 – кут між меридіаном и ортодромією.

Розрахунок параметрів ортодромії:

$$\lambda_o = \frac{(\lambda_K + \lambda_H)}{2} - a \tan \left[\operatorname{tg} \left(\frac{\lambda_K - \lambda_H}{2} \right) \cdot \sin(\varphi_K + \varphi_H) \cdot \operatorname{cosec}(\varphi_K - \varphi_H) \right] \quad (2.6)$$

$$\operatorname{ctg} K_o = \operatorname{tg} \varphi_K \cdot \operatorname{cosec}(\lambda_K - \lambda_o) \quad (2.7)$$

Таблиця 2.10 – Розрахунок локсодромії

φк	42°20,52'N	МЧ	2793,2	λк	071°01,4'W	К	261,8
φн	49°27,54'N	МЧ	3405,9	λн	000°09,37'E	S	-2895,6
РШ	6°53'S	РМЧ	-612,7	РД	070°52'W		

Таблиця 2.11 - Розрахунок ортодромії

$\sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2$	+	0,52
$\cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \cos(\lambda_2 - \lambda_1)$	+	0.16
$\cos D$		0.68
D		2829,4

Висновок: різниця між локсодромією і ортодромією складе 66.2 миль.

Маршрут судна будемо прокладати по ортодромії.

Таблиця 2.12 – Поворотні крапки ортодромії

λ_i	$\text{tg } \varphi_i$	φ_i	Курс	Відстань
1	2	3	4	5
005° 00.0W	1,18	49° 43.0N		
007° 00.0W	1,18	49° 43.0N	270°	77.88
010° 00.0W	1,19	50° 04.6N	281.7°	117.9
015° 00.0W	1,21	50° 29.8N	279.4°	193.3
020° 00.0W	1,22	50° 41.8N	275.5°	190.8
025° 00.0W	1,22	50° 41.0N	271.7°	190.0
030° 00.0W	1,21	50° 27.3N	267.8°	191.0
035° 00.0W	1,19	50° 00.4N	263.9°	193.8
040° 00.0W	1,16	49° 19.8N	260.1°	198.3
045° 00.0W	1,13	48° 24.8N	256.3°	204.8
050° 00.0W	1,08	47° 14.1N	252.5°	213.4

2.3.4. Складання маршрутних листів

Попередня прокладка виконується відповідно до вимог. Вона виконується на путьових картах найбільш зручного для переходу масштабу, який може містити важливі навігаційні дані. При виконанні прокладки наносять лінії шляху судна на безпечних відстанях від навігаційних небезпек, відзначають точки поворотів, проводяться і підписуються пеленг на вибрані орієнтири і дистанції до них; відзначаються траверзи і контрольні відстані.

Таблиця 2.13 – Попередня прокладка

WP	Lat	Lon	RL/GC	Distance	Course	Total	Port XTE	Stb. XTE
						Distance		
0	49° 56.3' N	001° 05.0' E	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
1	50° 09.8' N	001° 52.2' W	RL	115,01 nm	276,7 °	115,01 nm	0,10 nm	0,10 nm
2	49° 43.0' N	005° 00.0' W	RL	124,25 nm	257,5 °	239,26 nm	0,10 nm	0,10 nm
3	49° 43.0' N	007° 00.0' W	RL	77,88 nm	270,0 °	317,14 nm	0,10 nm	0,10 nm
4	50° 04.6' N	010° 00.0' W	RL	118,38 nm	280,5 °	435,51 nm	0,10 nm	0,10 nm
5	50° 29.8' N	015° 00.0' W	RL	194,05 nm	277,5 °	629,57 nm	0,10 nm	0,10 nm
6	50° 41.8' N	020° 00.0' W	RL	191,53 nm	273,6 °	821,10 nm	0,10 nm	0,10 nm
7	50° 41.0' N	025° 00.0' W	RL	190,78 nm	269,8 °	1011,88 nm	0,10 nm	0,10 nm
8	50° 27.3' N	030° 00.0' W	RL	191,76 nm	265,9 °	1203,64 nm	0,10 nm	0,10 nm
9	50° 00.4' N	035° 00.0' W	RL	194,51 nm	262,0 °	1398,15 nm	0,10 nm	0,10 nm
10	49° 19.8' N	040° 00.0' W	RL	199,08 nm	258,2 °	1597,23 nm	0,10 nm	0,10 nm
11	48° 24.8' N	045° 00.0' W	RL	205,55 nm	254,5 °	1802,78 nm	0,10 nm	0,10 nm
12	47° 14.1' N	050° 00.0' W	RL	214,16 nm	250,7 °	2016,94 nm	0,10 nm	0,10 nm
13	46° 26.0' N	052° 52.0' W	RL	127,51 nm	247,8 °	2144,46 nm	0,10 nm	0,10 nm
14	45° 22.3' N	056° 54.6' W	RL	181,00 nm	249,4 °	2325,45 nm	0,10 nm	0,10 nm
15	44° 16.2' N	061° 02.2' W	RL	188,22 nm	249,4 °	2513,67 nm	0,10 nm	0,10 nm
16	43° 19.1' N	064° 32.5' W	RL	162,66 nm	249,5 °	2676,33 nm	0,10 nm	0,10 nm
17	43° 14.0' N	066° 00.0' W	RL	64,12 nm	265,4 °	2740,46 nm	0,10 nm	0,10 nm
18	43° 37.6' N	070° 10.7' W	RL	184,19 nm	277,4 °	2924,65 nm	0,10 nm	0,10 nm
19	43° 37.8' N	070° 12.6' W	RL	1,39 nm	278,2 °	2926,05 nm	0,10 nm	0,10 nm
20	43° 39.5' N	070° 13.5' W	RL	1,82 nm	339,0 °	2927,87 nm	0,10 nm	0,10 nm

2.3.3 Графічний план переходу

Графічний план переходу Дієппе – Портленд представлений на рис. 2.3.

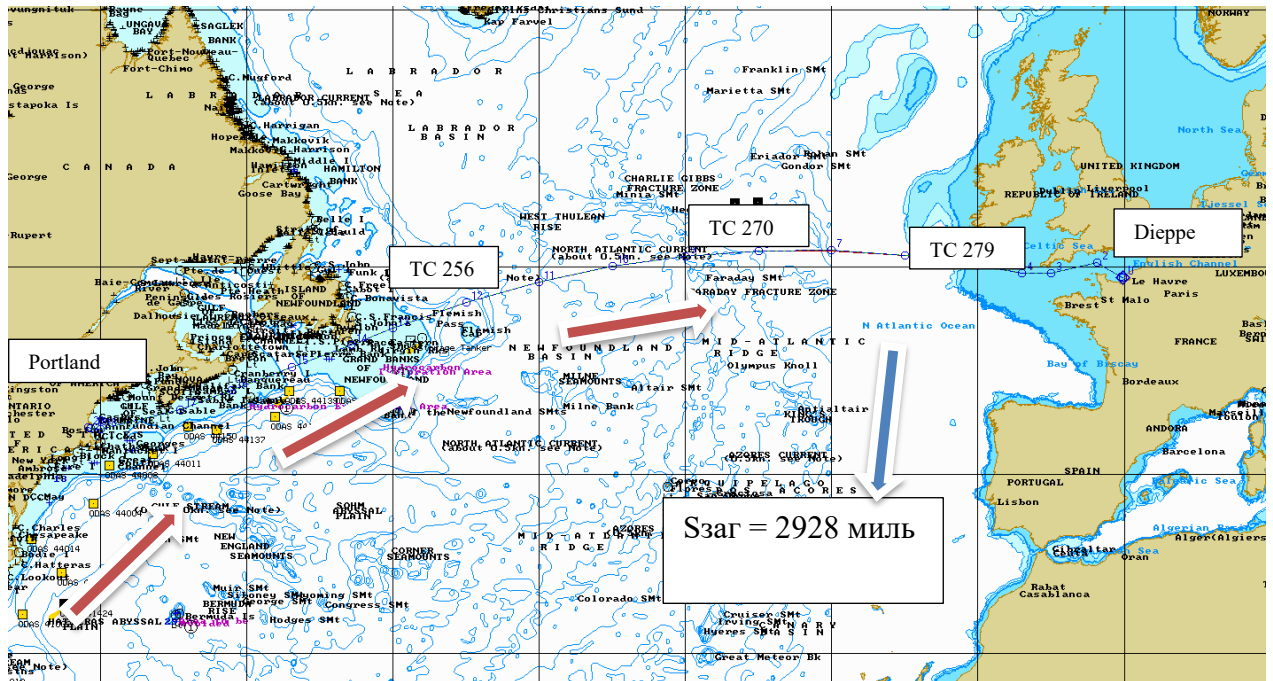


Рисунок 2.3 - Графічний план переходу

2.3.4. Розрахунок природної освітленості

Природна освітленість важливий чинник, який впливає на безпеку навігації. Статистика показує, що 40% аварій відбувається у нічний час. Розрахунок природної освітленості виконуються в два наближення: По широкій і датами запланованого переходу вибираємо з Альманаху моменти сходу, заходу Місяця і Сонця, після використовуючи довготу переводимо отримане час в суднове. Отримані дані оформляємо у вигляді таблиці, а місця сходу і заходу Місяця і Сонця вказуємо за свідомо розрахованим координатами на карті.

Час сходу / заходу Сонця (Місяця) у портах приведено у місцевому часі, а в океані у грінвічеському часі.

Елементи освітленості на протязі подорожі зображені у вигляді таблиці 2.14.

Таблиця 2.13 – Елементи освітленості

Date	Twilight	SUN				Twilight	MOON		
		Sun- rise ZT	Z	Sunset ZT	Z		Moon- rise ZT	Age	Moonset ZT
05.11.24	06:41	07:50	111	17:35	246	18:46	01:14	24(82%)	17:25
08.11.24	08:25	09:49	117	19:12	244	20:14	06:01	27(93%)	17:53
12.11.24	05:39	06:36	119	16:35	246	17:28	07:12	2(7%)	17:11

2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

Таблиці припливів містять відомості про час настання і висотах повних і малих вод. Ці дані представлені в таблиці 2.14 та 2.15. Представлено графік припливів на рисунку 2.4 та 2.5.

Таблиця 2.14 – Приливні явища в порту Дієппе

05.11.2024		
	Time	Height
High	1:22	8,8 m
	13:35	8,7 m
Low	8:06	1,7 m
	20:27	1,6 m

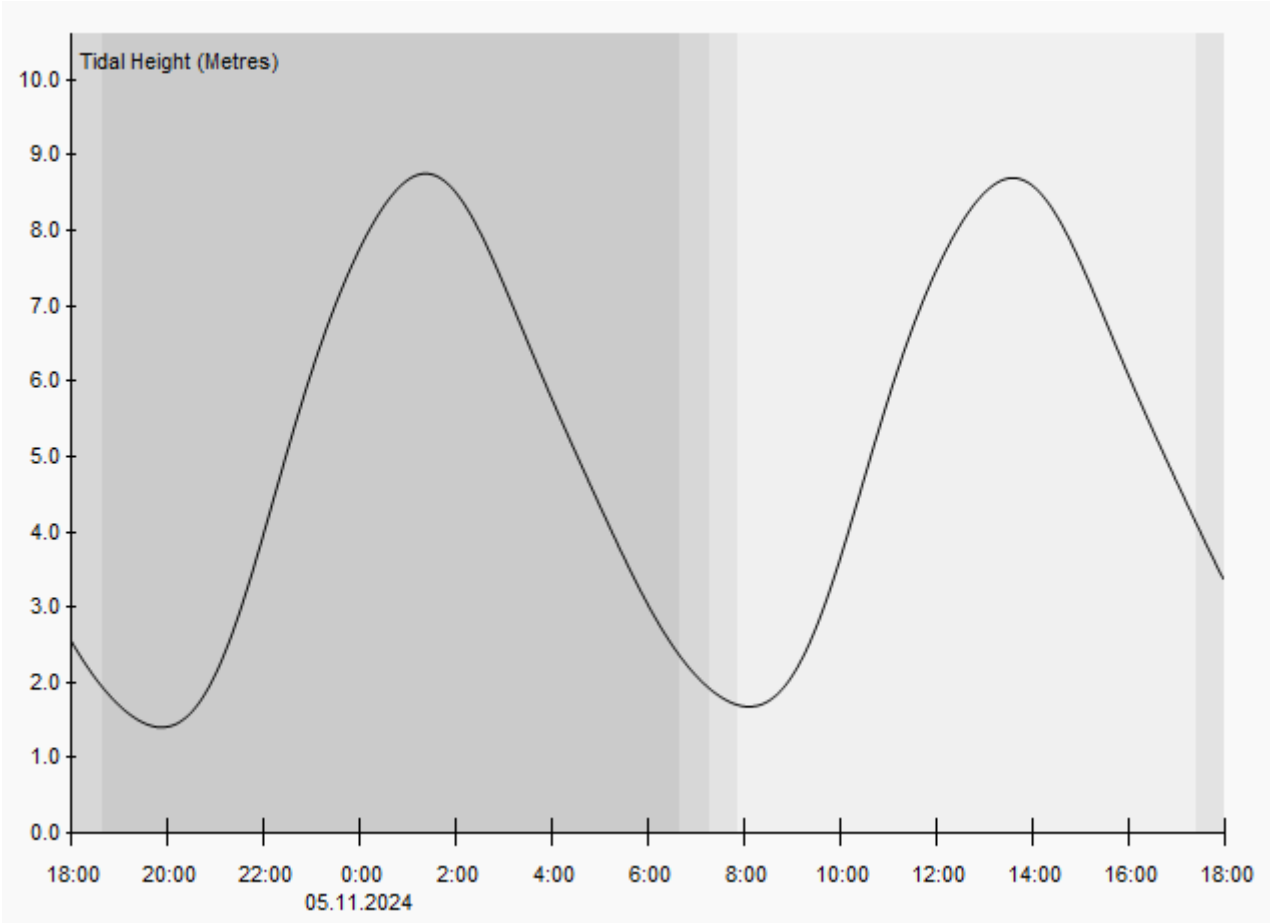


Рисунок 2.4 – Графік приливу в порту Дієппе

Таблиця 2.14 – Приливні явища в порту Портленд

12.11.2024		
	Time	Height
High	7:27	3,1 m
	19:52	3,1 m
Low	1:11	0,0 m
	13:41	0,0 m

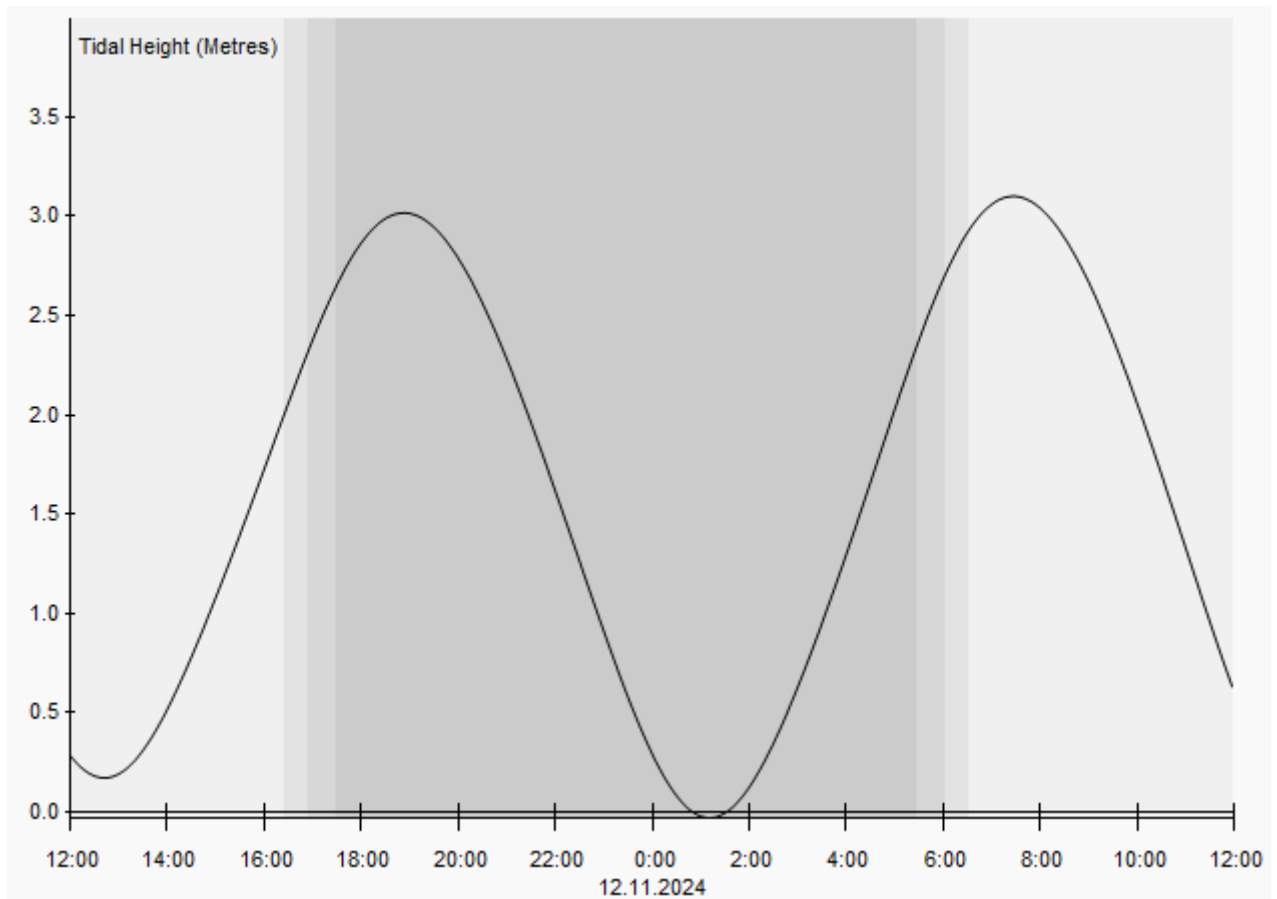


Рисунок 2.4 – Графік приливу в порту Портленд

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 дифферента 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

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

$$UKC = 2,0 \text{ метри}$$

Збільшення осадки від хвилювання

$$\Delta d_g = 0.6h_g = 0,9 \text{ м.}$$

Збільшення дифферента на корму на мілководді

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

$$H_{\min} = 11,95 + 2,0 + 0,9 + 0,8 = 15,65 \text{ метра}$$

Після розрахунків робимо висновки що для безпечного проходу малих глибин, ми повинні мати мінімальну глибину 15,7 метра.

2.4 Висновки

Перехід з порту Дієппе у порт Портленд проходить по північній частині Атлантичному океану.

При плаванні вздовж берегів та на підходах до портів найбільш точні способи визначення місця судна є з допомогою РЛС та візуально, як і комбінованим способом. Резервний спосіб обсервації - GPS та астрономічний.

Запропонований шлях судна є безпечним.

3.ОБРОБКА І РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ

3.1 Транспортні характеристики вантажів

Одним з важливих етапів підготовки до розрахунку вантажного плану є детальне вивчення транспортних характеристик і властивостей вантажів, правильний облік яких сприяє забезпеченню безпеки плавання суден, своєчасної і збереженої їх доставці.

Контейнери. До перевезення представлені 20-ти футові і 40-ка футові контейнери. Усі контейнери закриті та опечатані, їх вміст не відомо.

На кришках люків контейнери кріплять штиковими фітингами та іншим кріпленням. Використовують фіксатори (одинарні та подвійні, що являють собою пластини з двома шипами (один зверху, інший знизу), які ставлять у прорізі фітингів верхнього і нижнього контейнерів; спеціальні струбцини для з'єднання двох сусідніх контейнерів за фітинги зверху; ланцюга зі скобами і спеціальними гаками для фітингів. Контейнери в штабелях встановлюють впритул один до одного.

Після того як штабеля сформовані, їх закріплюють похилими з'ягуванням з ланцюгів і сталевих канатів за допомогою талрепів для запобігання як поперечного, так і поздовжнього зсуву. Оптимальним кріпленням є з'ягування під кутом 45° до основи штабеля навхрест.

Основні транспортні характеристики перевезених вантажів представимо в табличній формі.

Таблиця 3.1 – Основні характеристики вантажів

Назва вантажу	Тип контейнерів	Валові норми вантажних робот TEU/доб	
		Навантаження Дієппе	Вивантаження Портленд
Контейнери	20'	1800	1900
Контейнери	40'		

Таблиця 3.2 – Типи і види контейнерів

Тип/вид	Призначення
1	2
контейнери універсальні:	Цей загальний термін застосовний для будь-якого типу контейнерів, не призначених для перевезення повітряним транспортом і не призначених спочатку для перевезення особливих видів вантажів, наприклад, вантажів, що потребують регулювання температури, рідин або газів, сухих сипких або таких вантажів, як легкові автомобілі і худобу.
контейнер загального призначення (ISO 1496/1):	Контейнер повністю закритий і пило водонепроникний, що має жорсткий дах, жорсткі бокові стінки, жорсткі торцеві стінки, що має хоча б в одній торцевій стінці двері і призначений для перевезення і зберігання широкої номенклатури вантажів. Найпростішого виду такого контейнера дано код типу 00. Контейнер загального призначення, що має відкривається дах може використовуватися для такої ж спеціальної мети, як і відкритий зверху контейнер.
контейнер особливого призначення:	Цей загальний термін застосовний до всіх універсальним контейнерів, які мають конструктивні особливості, або для полегшення укладання вантажу і вивантаження інакше, ніж через двері в одному торці, або для інших особливих цілей, наприклад, вентиляції.
контейнер закритий вентильований	Контейнер закритого типу, аналогічний контейнеру загального застосування, але спеціально призначений для транспортування вантажів, що потребують природну або примусову вентиляцію.

контейнер відкритий зверху	Контейнер, подібний у всіх відносинах з контейнером загального призначення, за винятком того, що у нього немає жорсткого даху, але може бути гнучкий розсувний або знімний чохол, зроблений наприклад, з брезенту або пластику, або армованого пластичного матеріалу і зазвичай підтримуваний відкидними або знімними балками даху. Такі контейнери можуть мати відкидні або знімні верхні торцеві поперечні елементи над своїми торцевими дверима.
контейнер на базі платформи	Контейнер, який не має бічних стінок, але що має таке ж підстава, як контейнер-платформа. Цей загальний термін застосовний для будь-якого універсального контейнера, що не має жорстких бічних стінок або замінюють їх рам, здатних витримувати всі навантаження, які може нести або передавати бокова стінка контейнера загального призначення, і має з цієї причини раму підстави.
контейнер на базі платформи з повною верхньою рамою	Контейнер на базі платформи, що має постійну жорстко закріплену конструкцію, несучу поздовжнє навантаження між торцями даху.
контейнер на базі платформи з неповною верхньою рамою	Контейнер на базі платформи без постійної жорстко закріпленої поздовжньої несучої конструкції між верхніми торцями.
контейнер на базі платформи з неповною верхньою рамою і	Контейнер на базі платформи з неповною верхньою рамою, але має складні торцеві рами з повним поперечним рамним з'єднанням між кутовими стійками.

складними торцями	
контейнер-платформа	Вантажна платформа, взагалі не має верхньої рами, але тієї ж довжини і ширини, що і підстава контейнера даної серії, і обладнана верхніми і нижніми кутовими фітингами, розташованими в плані як і на інших контейнерах серії 1, таким чином, щоб можна було використовувати деякі однакові пристосування для підйому і закріплення.
контейнери для спеціальних вантажів:	Це загальний термін, застосовуваний для позначення контейнерів тих типів, які по конструкції призначаються для перевезення вантажів особливих категорій.
ізотермічний контейнер	Контейнер з ізольованими стінками, дверима, підлогою і дахом, що забезпечують обмеження теплообміну між внутрішнім простором контейнера і зовнішнім середовищем.
термоізований контейнер:	Ізотермічний контейнер без застосування холодильних та / або опалювальних установок.
рефрижераторний контейнер з доповнюю хладагентом	Ізотермічний контейнер, що має в якості холодоагенту: лід; сухий лід, з регульованою або нерегульованою сублімацією; зріджені гази, з регульованим або нерегульованим випаровуванням. У цьому визначенні мається на увазі, що такий контейнер не вимагає зовнішнього джерела енергії або подачі пального.
рефрижераторний контейнер з	Ізотермічний контейнер, що має холодильну установку (механічний компресор, абсорбційну установку і т.д.).

машинним охолодженням	
опалювальний контейнер:	Ізотермічний контейнер, що має обігрівальне пристрій.
рефрижераторний і опалювальний контейнер	Ізотермічний контейнер, який обслуговується холодильним пристроєм (механічним або з доповнюю хладагентом) і обігрівальної установкою.
контейнер-цистерна	Контейнер включає два основних елементи: цистерну або цистерни і каркас (рамні елементи), що відповідають вимогам міжнародного стандарту ISO 1496/3.
контейнери для інших видів вантажів	Різні типи контейнерів - для перевезення автомобілів, худоби та інші, побудовані, загалом, згідно з вимогами ISO до контейнерів і призначені тільки / або спочатку для перевезення особливих вантажів. Номери коду типу були присвоєні контейнерів для худоби (85) і автомобілів (86); існують ще резервні номери для інших особливих видів вантажів.

Перевезення генеральних вантажів і вантажів, що перевозяться в укрупнених вантажних одиницях, регламентуються міжнародними документами:

- International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 74/78), Chapters VI, VII;
- International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78);
- International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code);
- Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing (CSS Code);

- Code of Safe Practice for Ships Carrying Timber Deck Cargoes, 2011 (2011 TDC Code);
- Thomas Stowage: The Properties and Stowage of Cargoes.

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

Всі вантажні пристрої судна повинні бути повністю підготовлені до прийому вантажу, обумовленого в договорі морського перевезення.

Приведення трюмів у відповідний для даного вантажу стан починається з очищення залишків вантажу, що раніше перевозиться, видалення матеріалів сепарації і прокладки, прибирання сміття. Далі підготовка ведеться залежно від особливостей вантажу, підготовленого до перевезення.

Трюмні л'яла необхідно розкривати і очищати після кожного вивантаження, оскільки в них збирається вода, що стікає з трюмів і містить домішки вантажів, які можуть розкладатися. Л'яла очищають, промивають, просушують, під час очищення л'ял оглядають і очищають приймальні відростки осушної системи і замірних л'яльних трубок, що виходять на верхню палубу.

До огляду і перевірки вантажних приміщень екіпаж судна виробляє відповідні роботи залежно від роду вантажу і його особливих властивостей. Окрім очищення, миття, провітрювання, може бути потрібно прикриття всіх металевих поверхонь мішковиною, брезентом або спеціальне забарвлення. Перед прийомом вантажів, які можуть пошкодити повітряні, вимірювальні, баластні і осушні труби, електропроводку і інші пристрої трюму, необхідно надійно захистити їх установкою захисних кожухів, ґрат і т.п.

Особлива увага при підготовці до прийому будь-якого роду вантажу необхідно приділяти надійності водовідливної і протипожежної систем, які слід перевіряти у дії.

Підготовка до перевезення генеральних вантажів включає підбір матеріалів прокладки і сепарації, без яких судно не може вважатися готовим до вантажних операцій. У тих випадках, коли судновласник зобов'язаний надати матеріали прокладки і сепарації, судно не вважатиметься готовим до завантаження до тих пір, поки ці матеріали не тільки доставлять на борт, але і розподілять по трюмах з урахуванням характеру і кількості вантажів. Судно не вважається готовим до початку вантажних робіт і у тому випадку, коли воно не забезпечене засобами для кріплення вантажу. При нестачі на судні засобів для кріплення вантажів - тросів, скоб і талрепів - капітан зобов'язаний завчасно повідомити порт (вантажовідправника) про необхідність доставки до початку завантаження кріпильного матеріалу і пристосувань брусів, дошок, упорів, дроту, струбцин і тросових затисків.

Порядок прийому і здачі контейнерних вантажів в портах.

Загалом комерційні умови та порядок документування лінійних контейнерних перевезень регулюється законодавством країн і правилами портів навантаження і вивантаження, правилами роботи терміналів, умовами лінійного коносаменту, розкладу і тарифного плану, умовами договору купівлі-продажу товару.

Вантажовласник зобов'язаний строго виконувати всі технічні умови перевезення і враховувати фізико-хімічні властивостям вантажів, що пред'являються для морського перевезення.

Завантаження вантажів у контейнери і вивантаження їх з контейнерів поза територією терміналу проводиться турботами і за рахунок вантажовідправника чи вантажоодержувача відповідно. В окремих випадках за погодженням з терміналом ці операції можуть проводитися в порту як самим власником вантажу, так і силами і засобами порту за

дорученням і за рахунок вантажовласника. Вантаж в контейнер повинен завантажуватися вантажовідправником не вище встановлених технічних норм завантаження. При використанні контейнера під перевезення вантажу, для якого технічна норма завантаження не встановлена, або під перевезення вантажів, що мають різні технічні норми, завантаження контейнера повинна проводитися до повної місткості, але не вище вантажопідйомності.

У разі завантаження контейнера понад його вантажопідйомності вантажовідправник зобов'язаний на вимогу порту або судна вивантажити надлишок вантажу з контейнера.

Перевізник не несе відповідальності за збереження вантажу в контейнері, якщо він доставлений в справному стані і з непошкодженими пломбами. Якщо під час вивантаження виявлені контейнери з ушкодженнями, які не виключають можливості доступу до вантажу, або з зірваними або неясними пломбами, то в порту призначення їх розкривають і виробляють перевірку вмісту за рахунок перевізника. У перевірці беруть участь представники терміналу, незалежні сюрвеєри. Результати її фіксують спеціальним актом. В інших випадках дефективні контейнери не розкривають, але становлять акт із зазначенням характеру і розмірів пошкодження.

При виявленні в порту в момент передачі контейнерів з одного виду транспорту на інший або від одного перевізника іншому ушкоджень або відсутності пломб, неясних знаків на пломбах або невідповідності знаків і номерів на пломбах зазначених в перевізних документах здає сторона (або її агент) зобов'язана перевірити що знаходиться в контейнері вантаж і в установленому порядку скласти за результатами перевірки комерційний акт або акт-звіт (за імпорфтними вантажами) і опломбувати контейнер своєю пломбою. Видача комерційних актів іншого виду транспорту проводиться до оформлення передавального завідомо.

Контейнери, завантажені небезпечними вантажами або містять вантажі, класифікують як забруднювачі моря, або містять небезпечний вантаж, що перевозиться з маркуванням "Підвищена температура", повинні мати маркування збільшеними знаками безпеки (попереджувальними знаками). Вид знаків встановлено МОПОГ. Попереджувальні знаки, знак "Забруднювач моря" і знак "Підвищена температура", повинні розташовуватися на двох бічних стінках, торцевій стінці і на правих дверей контейнера. Місце нанесення знаків на бічних стінках має бути таким, щоб знаки були видні при відкритих дверях контейнера. Знаки, нанесені на торцеву стінку контейнера, повинні бути видні водієві тягача, який здійснює транспортування контейнера. Знаки, що поміщаються на двері контейнера, не повинні закривати нанесені на неї написи.

Перевізник має право на свій розсуд перевозити контейнери на верхній палубі судна без погодження з власником вантажу.

Розміщення контейнерів на судні повинно здійснюватися у відповідності з вантажним планом. Вантажний план повинен складатися терміналом навантаження для кожного рейсу судна і затверджуватися капітаном судна. У вантажному плані повинні бути приведені:

- Сумарна таблиця кількості занурених на судно контейнерів за типом, по завантаженню (навантажені, порожні) і по портам призначення із зазначенням номера рейсу і дати відходу, порту відправлення і порту призначення;

- Таблиця для розрахунку сумарної маси вантажу контейнерів на судні і моментів цієї маси щодо основної площини судна і міделю;

- Таблиця для розрахунку остійності і посадки судна з вантажем контейнерів на момент відходу з порту навантаження і приходу в порт вивантаження;

- Схеми розміщення контейнерів на судні в поздовжньому і поперечному перетинах (по рядах) із зазначенням кількості

контейнеромісце в кожному ряду (в чисельнику - на палубі, в знаменнику - в трюмі) і умовного позначення кожного контейнеромісце.

При складанні вантажного плану, виходячи із запланованого до навантаження кількості контейнерів, відзначається кожної контейнеромісце із зазначенням номера контейнера, індексу власника і маси бруто контейнера в тонах, при цьому має бути дотримано допустиме вертикальне розподіл мас контейнерів в штабелі, враховані контейнери різної висоти і з центром тяжкості, що перевищує половину висоти контейнера, а також контейнери з небезпечними вантажами, що вимагають особливих умов розміщення з урахуванням дотримання положень про їх поділі на борту судна.

Прийом контейнерів терміналом здійснюється за товарно - транспортними документами. Ввезення контейнерів на термінал і їх вивезення виконується відправниками (одержувачами) контейнерів на підставі заявок, підтверджених портом, яких договорів або угод на перевалку контейнерів. Повідомлення одержувача про який прибув навантаженому контейнері проводиться агентом перевізника або за його дорученням експедитором вантажовласника.

Перед завантаженням вантажні транспортні одиниці з розташованими в них небезпечними вантажами повинні бути перевірені на наявність зовнішніх ознак пошкодження, витоку або висипання вмісту. Будь-яка вантажна транспортна одиниця з ознаками пошкодження, витоку або висипання не повинна прийматися до перевезення до тих пір, поки не буде відремонтована, або з неї не будуть вивантажені пошкоджені вантажні одиниці.

Час, що надається вантажовідправнику (вантажоодержувачу) на оформлення документів, завезення (вивезення) своїми засобами контейнера, навантаження (вивантаження) вантажу і повернення контейнерів в порт, встановлюється начальником порту в залежності від місцевих умов і не повинно перевищувати 12 год для контейнерів масою

брутто 3 і 5 т і 24 год для великотоннажних контейнерів з моменту повідомлення вантажоодержувача (вантажовідправника) про який прибув навантаженому або надання порожнього контейнера під завантаження.

Норми часу повинні бути оголошені в кожному притягує, що здійснює операції з контейнерами. Відправник повинен своєчасно передати перевізнику всі стосуються вантажу документи, передбачені портовими, митними або іншими адміністративними правилами, і нести відповідальність за будь-які збитки (простий судна, митні штрафи та ін.), Викликані неправильним, неповним оформленням цих документів або їх несвоєчасною передачею.

2. Документальне оформлення перевезення контейнерних вантажів

Після закінчення вивантаження терміналом формується відомість прийому імпортного вантажу в форматі EDI і направляється агенту. Агент, в даному випадку, - це юридична особа, належним чином акредитоване лінією на представлення її інтересів і належним чином уповноважена на виконання всіх дій в інтересах судновласника.

Судновласник / агент повинен направити терміналу попередні нотіс про очікуваних-мій датою приходу судна в Порт за 7 діб до запланованої дати приходу, а також уточнити очікуваний час приходу суден за 48 годин до приходу судна до причалу, а при тривалості переходу менше 24 годин - не пізніше ніж через 2 години після виходу з попереднього порту. У разі, якщо на судні перевозяться контейнери з небезпечним вантажем, контейнери з небезпечним вантажем, судно зобов'язаний сповістити про це термінал за 48 годин до прибуття.

На кожен пред'явлений до перевезення контейнер відправник повинен скласти вантажний ордер (доручення, наряд, накладну). У вантажному ордері обов'язково вказуються номер контейнера, тип контейнера, вагу брутто контейнера, маса нетто контейнера, маса нетто вантажу, його найменування, відбитки пломб.

На прийнятий до перевезення контейнер видається коносамент (морська накладна), в яку вносяться всі реквізити вантажу і контейнера, а також відмітка "Вміст контейнера за заявою відправника".

Допускається навантаження в один контейнер декількох партій вантажу одного або декількох вантажовідправників на адресу одного або декількох вантажоодержувачів, причому на кожну партію повинен бути виданий коносамент, в якому вказуються всі реквізити вантажу і контейнера. Такі збірні контейнери формуються агентом перевізника або портом, опломбовуються перевізником або його агентом і розформовується в порту призначення. У коносаментах на вантажі в таких контейнерах робиться відмітка LCL / LCL.

Якщо в контейнер вантажиться кілька партій вантажу одним вантажовідправником на адресу декількох вантажоодержувачів, то такий контейнер розформовується в порту вивантаження. На кожну партію складається коносамент, в якому вказуються всі реквізити вантажу і контейнера. У коносаменті робиться відмітка FCL / LCL.

Не пізніше, ніж через 2 години після виходу судна з порту навантаження агент направляє на електронну адресу терміналу вивантаження: вантажний план вивантаження судна в форматі EDIFACT, тип BAPLIE; список контейнерів, підлягає вивантаженню в форматі EDIFACT, тип COPRAR або CUSCAR; список коносаментів (маніфест), що містить інформацію про вантаж російською мовою в форматі EDI (CUSCAR); список транзитних контейнерів, які підлягають штивки в форматі EDIFACT, тип MOVINS.

Навантаження і вивантаження вантажів на судно супроводжується оформленням низки документів, що проходять через судно і візуються старшим помічником і капітаном. Вони включають в себе:

1. Документи про кількість і приналежності вантажу:

- Списки на вантажі, дозволені митницею - підписуються представниками порту, повинні звірятися з даними тальманської розписок.

Якщо при здачі вантажу вантажоодержувач робить зауваження по зміні якості вантажу, що сталося не з вини судна, старший помічник зобов'язаний зробити запис в графі зауважень про те, що судно не несе відповідальності за зазначені одержувачем дефекти. Декларації про небезпечний вантаж (Dangerous Goods Declaration), пакувальні листи (Packing List) - документи необхідні відповідно до Міжнародного морського кодексу по небезпечним вантажам.

Тальманської розписка (Tally Sheet) - підписується лічильником вантажу від судна і від порту і використовується при оформленні документів на передане кількість вантажів, а також при розгляді претензій по вантажу.

навантажувальний ордер (Shipping Order) - первинний транспортний документ, з-тримає всі необхідні дані про вантаж і який є підставою для його приймання на судно або виписки коносаменту на цей вантаж; підписується вантажовідправником. У разі передачі вантажу на судно на підставі навантажувального ордера, старший помічник ставить свій підпис на копіях, які з цього моменту називаються штурманської розпискою.

Коносамент (Bill of Lading) - документ, що видається судновласником або його агентом власнику відправляється морем вантажу в посвідченні факту прийняття його до перевезення. Коносамент є документом, що містить умови і оговорки договору морського перевезення. Виписується на кожну партію вантажів за даними дорученнями і штурманської розписки за формою обумовленої договором перевезення.

Вантажний маніфест (Manifest of Cargo) - список коносаментів і основних відомостей про вантажі (відправник, отримувач, маркування, рід упаковки, кількість, маса, номери коносаментів, фрахт) пред'являється судовий адміністрацією таможеним органам, агентам і стивідорних компаній в портах призначення. Число примірників визначається звичаями портів. Використовується для обліку перевезених вантажів і стягнення фрахту, контролю над якістю і збереженій перевезенням вантажів.

2. Документи, що засвідчують збереження, якісний стан вантажу, і вантажних приміщень:

- Акти огляду вантажних приміщень - акти про готовність трюмів до прийому вантажу. Завіряються капітаном.

Якісні посвідчення - специфікації (Specification), якісні сертифікатами (Certificate of Quality) та інші документи, що засвідчують якість даної партії вантажу. Видаються офіційними організаціями та лабораторіями.

- Морський протест (Sea Protest) - заява капітаном про прийняття екіпажем всіх заходів щодо забезпечення схоронності вантажу в цілях захисту інтересів судновласника, коли втрата або пошкодження вантажу сталися в результаті дій непереборної сили. Підписується капітаном і членами екіпажу, представниками агента і засвідчується нотаріусом.

- Список ушкоджень (Damage List) - документ про характер шкоди вантажу, подавати-мого на борт судна. Цей документ підписує старший помічник капітана.

3. Документи про час роботи з вантажем на судні:

- Нотіс про готовність (Notice of Readiness) - документ, що засвідчує готовності судна до проведення вантажних операцій. Нотіс про готовність вважається документом, що визначає початок стоянкового часу, якщо він поданий в терміни, встановлені договором про морської перевезенні. Підписується капітаном.

- Таймшит (Time Sheet) - акт обліку стоянкового часу - складають в кожному порту навантаження і вивантаження. Його підписує капітан і представник фрахтователя.

- Акт по сталійному часу - складають при виникненні спорів з розрахунку періоду часу вантажно-розвантажувальних робіт.

Також, протягом 24 годин з моменту закінчення вивантаження термінал формує «Генеральний акт», «Акт-повідомлення» на кожне виявлене розбіжність між фактичним станом вантажу і даними в списку

на вивантаження, а також комплект актів про пошкодження контейнерів на все виявлені під час вивантаження пошкодження контейнерів (рис. 1).

У разі, якщо під час вивантаження з судна встановлено, що контейнер має дефект, що дозволяє спричинити псування або недостачу вантажу, термінал повідомляє агента. До закінчення обробки судна агент зобов'язаний видати розпорядження, що визначає дії терміналу щодо пошкодженого контейнера. В іншому випадку, лінія проводить вивантаження пошкодженого контейнера за замовчуванням. Будь-які ризики заподіяння збитків або шкоди, а також всі витрати, пов'язані з переміщенням і організацією зберігання контейнерів відносяться на рахунок агента. при виявленні на прибулих на судні контейнерах відсутності пломби або пломб з неясними номерами, агент зобов'язаний забезпечити до закінчення вивантаження судна навішування власної пломби. Представник адміністрації судна (агент), уповноважений співробітник контейнерного терміналу і представник митного органу підписують генеральний акт, акти-звіту, акти про пошкодження протягом 24 годин з моменту закінчення вивантаження судна.

Лінія надає комплект документів до митного органу для оформлення. Оформлені в митниці документи: генеральний акт, відомість прийому імпортного вантажу на термінал, комплект коносаментів, актів-повідомлень і повідомлень передаються агенту. Для всіх вивантажених контейнерів за умовчанням встановлюється статус - «вивезення заборонений».

3.3 Розрахунок кількості запасів і чистої вантажопідйомності

Повна розрахункова водотоннажність судна Δ_p , яка служить початковою величиною при визначенні його чистої вантажопідйомності Δ на рейс, залежить від вантажних марок в портах завантаження і вивантаження і вантажних марок і обмежень осідання на трасі переходу.

Для визначення Δ_p по карті зон і сезонних районів визначаються діючі вантажні марки відповідно до часу рейсу.

У даного судна вантажна марка однакова для всіх сезонів.

$$\Delta_p = 132195 \text{ т}$$

Після знаходження розрахункової водотоннажності судна визначається повна вантажопідйомність (дедвейт) судна:

$$\Delta_w = \Delta_p - \Delta_o,$$

де: Δ_o - водотоннажність судна в порожньому, т.

$$\Delta_w = 132195 - 34678 = 97517 \text{ т}$$

Далі знаходимо чисту вантажопідйомність

$$\Delta_{\text{ч}} = \Delta_w - P_{\text{зап}} - \text{const},$$

де $P_{\text{зап}}$ – загальна кількість запасів, $\text{const} = 408,9\text{т}$ – константа, яка включає усі невраховані в розрахунок вагові навантаження.

Загальна кількість запасів знаходиться як:

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

де $P_{\text{зап}}^x$ – ходові запаси, $P_{\text{зап}}^{\text{ст}}$ – стояночні запаси.

Кількість ходових запасів визначають як суму:

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

де: $P_{\text{т}}^x$, $P_{\text{в}}^x$, $P_{\text{см}}^x$ – відповідно кількість палива, води і смазочного мастила, необхідного на перехід від порту навантаження до порту вивантаження з урахуванням коефіцієнта штормового запасу $K_{\text{шт}}$ (по даним судовласника).

Більш детально:

$$P_{\text{п}}^x = q_{\text{п}}^x * t_x * (1 + K_{\text{шт}}) + q_{\text{диз.п}}^x * t_x * (1 + K_{\text{шт}}),$$

$$P_{\text{в}}^x = q_{\text{в}}^x * t_x * (1 + K_{\text{шт}}),$$

$$P_{\text{см}}^x = 0,05 * P_{\text{т}}^x,$$

де $q_{\text{т}}^x$ – добова норма витрати важкого палива на ходу (т/доб); $q_{\text{диз.п}}^x$ – добова норма витрати дизельного палива на ходу (т/доб); $q_{\text{в}}^x$ – добова норма витрати води на ходу (т/доб); t_x – ходовий час (доб).

$$P_{\text{п}}^x = 198 * 7,2 * (1 + 0,1) + 5 * 7,2 * (1 + 0,1) = 1607,76\text{т}$$

$$P^x_B = 8*7,2*(1+0,1)=63,36\text{т}$$

$$P^x_{\text{см}} = 0,05*1607,76=80,39\text{т},$$

$$P^x_{\text{зап}} = 1607,76+63,36+80,39= 1751,51\text{т}.$$

Стояночні запаси визначають як:

$$P^{\text{ст}}_{\text{зап}} = q^{\text{ст}}_{\text{т}}*t_{\text{ст}} + q^{\text{ст}}_{\text{в}}*t_{\text{ст}},$$

де $q^{\text{ст}}_{\text{т}}$ – добова норма витрати палива на стоянці (т/доб), $q^{\text{ст}}_{\text{в}}$ – добова норма витрати води на стоянці (т/доб), $t_{\text{ст}}$ – час стоянки в порту.

Час стоянки в порту визначаємо як:

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

де Q_i – кількість вантажу,

M – валова норма вантажних робіт.

$$t_{\text{ст}} = \left(\frac{6597}{1800} + \frac{6597}{1900} \right) + 0,71 = 7,85 \text{ доб.}$$

$$P^{\text{ст}}_{\text{зап}} = 26*7,85+8*7,85=266,9\text{т}$$

Таким чином загальна кількість запасів буде дорівнювати

$$P_{\text{зап}} = 1751,51+266,9 = 2018,41 \text{ т.}$$

Чиста вантажопідйомність буде дорівнювати:

$$\Delta_{\text{ч}} = 97517 - 2018,41 - 408,9 = 95089,69\text{т}.$$

Значення чистої вантажопідйомності більше маси вантажу.

3.4 Складання вантажного плану

Перевізник несе відповідальність за неправильне розміщення, кріплення і сепарацію вантажів на судні. Неправильне або невдале розміщення вантажів, перевантаження окремих відсіків неминуче призводить до неприпустимих напружень на корпус судна, а в окремих випадках навіть пошкоджень або аварії.

Розподіл вагового навантаження по вантажним приміщенням судна надано в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Розподіл вагового навантаження по вантажним приміщенням

Bay	Deck / Hold	20' контейнера		40' контейнера	
		Кількість, TEU	Вага, т	Кількість, TEU	Вага, т
1	2	3	4	5	6
Bay №2 (1/3)	Deck	140	1680		
	Hold	28	336		
Bay №6 (5/7)	Deck	160	1920		
	Hold	72	864		
Bay №10 (9/11)	Deck	170	2040		
	Hold	104	1248		
Bay №14 (13/15)	Deck	170	2040		
	Hold	126	1512		
Bay №18 (17/19)	Deck	204	2448		
	Hold	124	1488		
Bay №22 (21/23)	Deck	204	2448		
	Hold	148	1776		
Bay №26 (25/27)	Deck	204	2448		
	Hold	146	1752		
Bay №30 (29/31)	Deck	238	2856		
	Hold	150	1800		
Bay №34 (33/35)	Deck	238	2856		
	Hold	266	3192		
Bay №38 (37/39)	Deck	238	2856		
	Hold	150	1800		
Bay №42 (41/43)	Deck	238	2856		
	Hold	150	1800		
	Deck	268	3126		

Bay №46 (45/47)	Hold	150	1800		
Bay №50 (49/51)	Deck	268	3126		
	Hold	150	1800		
Bay №54 (53/55)	Deck	268	3126		
	Hold	150	1800		
Bay №58 (57/59)	Deck	268	3126		
	Hold	146	1752		
Bay №62 (61/63)	Deck	268	3126		
	Hold			58	1569
Bay №66 (65/67)	Deck	268	3126		
	Hold			68	1932
Bay №70 (69/71)	Deck	238	2856		
	Hold			60	1708
Bay №74 (73/75)	Deck			134	3752
	Hold			54	1512
Bay №78	Deck			12	336
Разом		6210	74520	386	10836

3.5. Характеристика експлуатаційних умов рейсу

При складанні вантажного плану необхідно в комплексі враховувати характеристики судна, вантажів, переходу і портів рейсу.

Гідрометеорологічні умови плавання та характеристика портів рейсу представлені в розділі 2.

Порт відходу: Порт Дієппе (густина води 1,025 т / м³)

Порт приходу: Портленд (густина води 1,025 т / м³)

Відстань між портами: S = 2829 миль

Порт Дієппе знаходиться у північно - атлантичній сезонній зимній зоні, на час рейсу діє зимня вантажна марка, порт працює цілодобово без свят і вихідних.

Порт Портленд знаходиться у північно - атлантичному зимньому сезонному районі, на час рейсу діє літня вантажна марка. Робочі години: Контейнерний термінали працює протягом 24 годин і 3 зміни, включаючи неділі.

4. ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1. Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

Розподіл запасів на відхід і прихід представлено в таблиці 4.1 і 4.2.

Таблиця 4.1 – Розподіл запасів на відхід

Назва цистерн	На відхід				
	Маса, т	X, м	Z, м	Mx, тм	Mz, тм
1	2	3	4	5	6
Паливо					
№7 F.O.T. (P)	392,04	848,85	126,9	332783,5	49749,88
№7 F.O.T. (S)	392,04	848,85	126,9	332783,5	49749,88
№8 F.O.T. (P)	392,04	865,85	97,37	339450,4	38172,93
№8 F.O.T. (S)	392,04	865,85	97,37	339450,4	38172,93
Всього моторного палива	1568,16				
Дизельне паливо					
Diesel oil T (P)	121,85	46,55	13,96	5672,118	1701,026
Diesel oil T (S)	121,85	46,55	13,96	5672,118	1701,026
Всього дизельного палива	243,7				
Мастильна олива					
M/E L.O. Stor. T. (P)	40,195	68,39	12,65	2748,936	508,4668
M/E L.O. Sett. T. (S)	40,195	68,5	12,65	2753,358	508,4668
Всього масла	80,39				
Прісна вода					
Fresh water T.(P)	63,08	57,92	14,84	3653,594	936,1072
Fresh water T.(S)	63,08	57,92	14,84	3653,594	936,1072
Всього прісної води	126,16				
ВСЬОГО ЗАПАСІВ	2018,41	678,069 2	90,2377 7	1368622	182136,8

Таблиця 4.2 - Розподіл запасів на прихід

Назва цистерн	На прихід				
	Маса, т	X, м	Z, м	Mx, тм	Mz, тм
1	2	3	4	5	6
Паливо					
№7 F.O.T. (P)	35,64	848,851	126,9	30253,05	4522,716
№7 F.O.T. (S)	35,64	848,851	126,9	30253,05	4522,716
№8 F.O.T. (P)	35,64	865,857	97,37	30859,13	3470,267
№8 F.O.T. (S)	35,64	865,857	97,37	30859,13	3470,267
Всього моторного палива	142,56				
Дизельне паливо					
Diesel oil T (P)	12,185	46,55	13,96	567,2118	170,1026
Diesel oil T (S)	12,185	46,55	13,96	567,2118	170,1026
Всього дизельного палива	24,37				

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6
Мастильна олива					
M/E L.O. Stor. T. (P)	4,02	68,39	12,65	274,9278	50,853
M/E L.O. Sett. T. (S)	4,02	68,5	12,65	275,37	50,853
Всього масла	8,04				
Прісна вода					
Fresh water T.(P)	12,6	57,92	14,84	729,792	186,984
Fresh water T.(S)	12,6	57,92	14,84	729,792	186,984
Всього прісної води	25,2				
ВСЬОГО ЗАПАСІВ	200,17	626,3109	83,93788	125368,7	16801,84

Розподіл вантажу по вантажним приміщенням представляється у таблиці 4.3. Контейнероплан зображений на рисунку 4.1.

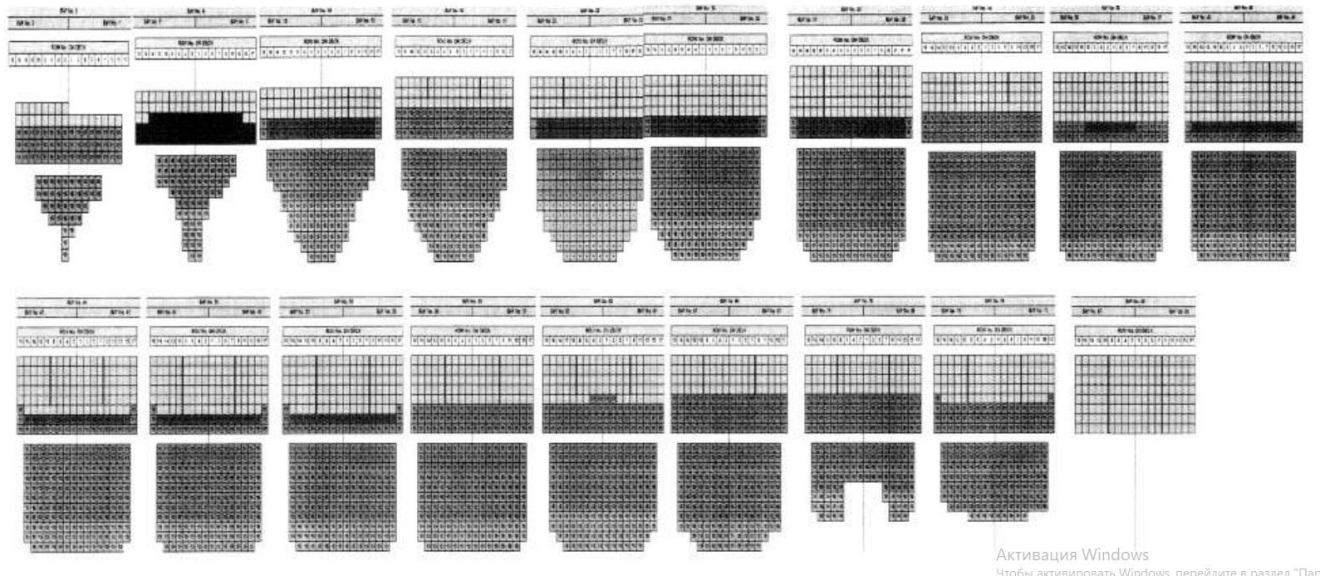


Рисунок 4.1 – Вантажний план судна

Таблиця 4.3 – Розподіл вантажу по вантажним приміщенням

№ Боя	Кількість, шт		Маса, т		Плече X (від КП), м	Момент Mx, тм	
	трюм	палуба	трюм	палуба		трюм	палуба
1	2	3	4	5	6	7	8
1	10	65	120,00	780,00	297,71	35725,20	232213,80
3	18	75	216,00	900,00	291,65	62997,05	262487,70
5	33	75	396,00	900,00	283,83	112396,68	255447,00
7	39	85	468,00	1020,00	277,77	129996,36	283325,40
9	49	85	588,00	1020,00	268,95	158142,60	274329,00
11	55	85	660,00	1020,00	262,89	173507,40	268147,80
13	59	85	708,00	1020,00	255,07	180589,56	260171,40

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4	5	6		7	8
15	67	85	804,00	1020,00	250,78		201627,12	255795,60
17	111	102	1332,00	1224,00	239,65		319213,80	293331,60
19	113	102	1356,00	1224,00	233,59		316748,04	285914,16
21	73	102	876,00	1224,00	225,67		197686,92	276220,08
23	75	102	900,00	1224,00	219,61		197649,00	268802,64
25	71	102	852,00	1224,00	210,69		179507,88	257884,56
27	75	102	900,00	1224,00	204,63		184167,00	250467,12
29	75	119	900,00	1428,00	196,71		177039,00	280901,88
31	75	119	900,00	1428,00	190,65		171585,00	272248,20
33	133	119	1596,00	1428,00	182,66		291525,36	260838,48
35	133	119	1596,00	1428,00	176,60		281853,60	252184,80
37	75	119	900,00	1428,00	167,31		150579,00	238918,68
39	75	119	900,00	1428,00	161,25		145125,00	230265,00
41	75	119	900,00	1428,00	152,33		137097,00	217527,24
43	75	119	900,00	1428,00	138,35		124515,00	197563,80
45	75	134	900,00	1608,00	146,27		131643,00	235202,16
47	75	134	900,00	1608,00	132,29		119061,00	212722,32
49	75	134	900,00	1608,00	123,37		111033,00	198378,96
51	75	134	900,00	1608,00	117,31		105579,00	188634,48
53	75	134	900,00	1608,00	109,39		98451,00	175899,12
55	75	134	900,00	1608,00	103,33		92997,00	166154,64
57	75	134	900,00	1608,00	94,41		84969,00	151811,28
59	71	134	852,00	1608,00	88,35		75274,20	142066,80
61	0	134	0,00	1608,00	61,01		0,00	98104,08
63	0	134	0,00	1608,00	46,13		0,00	74177,04
65	0	134	0,00	1608,00	54,95		0,00	88359,60
67	0	134	0,00	1608,00	40,07		0,00	64432,56
69	0	134	0,00	1608,00	32,15		0,00	51697,20
71	0	104	0,00	1248,00	26,09		0,00	32560,32
73	0	0	0,00	0,00	17,27		0,00	0,00
75	0	0	0,00	0,00	11,21		0,00	0,00
78	0	0	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
Σ20'	2160	4050	25920,00	48600,00	183,19	155,46	4748280,77	7555186,50
2	0	0	0,00	0,00	294,72		0,00	0,00
6	0	0	0,00	0,00	280,76		0,00	0,00
10	0	0	0,00	0,00	265,96		0,00	0,00
14	0	0	0,00	0,00	253,77		0,00	0,00
18	0	0	0,00	0,00	236,66		0,00	0,00
22	0	0	0,00	0,00	222,60		0,00	0,00
26	0	0	0,00	0,00	207,70		0,00	0,00
30	0	0	0,00	0,00	193,64		0,00	0,00
34	0	0	0,00	0,00	179,59		0,00	0,00
38	0	0	0,00	0,00	164,24		0,00	0,00
42	0	0	0,00	0,00	149,34		0,00	0,00
46	0	0	0,00	0,00	135,28		0,00	0,00
50	0	0	0,00	0,00	120,38		0,00	0,00

54	0	0	0,00	0,00	106,32		0,00	0,00
58	0	0	0,00	0,00	91,42		0,00	0,00
62	57	0	1596,00	0,00	57,94		92472,24	0,00
66	69	0	1932,00	0,00	43,14		83346,48	0,00
70	61	0	1708,00	0,00	29,08		49668,64	0,00
74	54	134	1512,00	3752,00	14,28		21591,36	53578,56
78	0	12	0,00	336,00	0,00		0,00	0,00
Σ40'	241	146	6748,00	4088,00	36,62	13,11	247078,72	53578,56
Сума	240	4196	32668,00	52688,00	152,91	144,41	4995359,49	7608765,06
20'	6210		74520,00		165,10		12303467,27	
40'	387		10836,00		27,75		300657,28	
Всього	6597		85356,00		147,67		12604124,55	

Таблиця 4.4 - Розподіл вантажу по приміщенням

№ ярусу	№ Бея	20'		40'		Всього		Плече Z, тм	Момент Mz, тм
		Кільк. шт	Маса, т	Кільк. шт	Маса, т	Кільк. шт	Маса, т		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	9-59	266	3192	0	0	266	3192	45,10	143959,20
4	5-59	328	3936	0	0	328	3936	42,50	167280,00
6	5-59	346	4152	0	0	346	4152	39,90	165664,80
8	5-59	364	4368	0	0	364	4368	37,30	162926,40
10	1-71	384	4608	23	644	407	5252	34,70	182244,40
12	1-75	160	1920	44	1232	204	3152	32,10	101179,20
14	1-75	126	1512	54	1512	180	3024	29,50	89208,00
16	1-75	122	1464	60	1680	182	3144	26,90	84573,60
18	1-75	30	360	60	1680	90	2040	24,28	49531,20
82	1-78	604	7248	29	812	633	8060	21,68	174740,80
84	1-78	604	7248	17	476	621	7724	19,08	147373,92
86	1-78	604	7248	17	476	621	7724	16,48	127291,52
88	1-78	604	7248	17	476	621	7724	13,88	107209,12
90	1-78	604	7248	17	476	621	7724	11,28	87126,72
92	17-78	476	5712	17	476	493	6188	8,68	53711,84
94	29-78	378	4536	17	476	395	5012	6,08	30472,96
96	45-78	210	2520	15	420	225	2940	3,48	10231,20
Сума		6210	74520	387	10836	6597	85356	22,08	1884724,88

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

Таблиця 4.5 – Зведені данні і розрахунок водотоннажності на відхід

Найменування статей навантаження	На відхід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		x	z	Mx	Mz
Судно порожнем	34678,00	144,74	13,72	5019293,72	475782,16
Суднові запаси	2018,41	99,09	8,28	199999,34	16711,62
Вантаж	85356,00	147,67	22,08	12604124,55	1884724,88
Разом водотоннажність	122052,41	146,03	19,48	17823417,61	2377218,66

Таблиця 4.6 – Зведені данні і розрахунок водотоннажності на прихід

Найменування статей навантаження	На прихід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		x	z	Mx	Mz
Судно порожнем	34678,00	144,74	13,72	5019293,72	475782,16
Суднові запаси	200,17	95,57	8,81	19130,27	1763,19
Вантаж	85356,00	147,67	22,08	12604124,55	1884724,88
Разом водотоннажність	120234,17	146,73	19,65	17642548,54	1889136,81

4.2. Контроль посадки і початкової остійності

Розрахунок посадки судна на відхід і прихід виконується з використанням вантажної шкали (Cargo Scale) та гідростатичних кривих (Hydrostatic Curves).

Таблиця 4.7 – Розрахунок посадки судна на відхід і прихід

Найменування величини	Позначення і формула	Значення величин	
		Відхід	Прихід
Масова водотоннажність, т	D	122052,4	120234,2
Абсциса центра ваги судна, м	x_g	146,03	146,73
Густина води, т/м ³	ρ	1,025	1,025
Водотоннажність об'ємна, м ³	$V = D/\rho$	119075,5	117301,6
Осадка судна, м	T	12,61	12,43
Момент диферентуючий на см, тм/см	M_{cm}	2140,0	2100,0
Абсциса центра плавучості судна, м	x_c	147,70	148,32
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	x_f	137,74	136,83
Апліката поперечного метacentра, м	z_m	20,92	21,49
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,68	0,67

Продовження табл. 4.7

Диферент судна, м	$d = D(x_g - x_c) / (100 M_{cm})$	-0,56	-1,03
Осадка носом, м	$T_H = T + (L/2 - x_f) d/L$	12,33	11,91
Осадка кормою, м	$T_K = T_H - d$	12,89	12,94

Для виконання розрахунків і контролю остійності судна необхідно визначити поправки на вплив вільної поверхні рідких вантажів (запасів) до метацентричної висоти і плеч статичної остійності. Поправочні моменти Δm_h вибираються з таблиці даних по судовим цистернам.

Таблиця 4.8 - Поправки на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h , тм
№7 F.O.T. (P)	456
№7 F.O.T. (S)	428
№8 F.O.T. (P)	129,4
№8 F.O.T. (S)	528
Diesel oil T (P)	188,1
Diesel oil T (S)	642,1
Fresh water T.(P)	534
Fresh water T.(S)	413
Сума $\sum \Delta m_h$	3318,6

Таблиця 4.9 - Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення і формула	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	122052,4	120234,2
Невиправлена апліката центра ваги, м	z_{g0}	19,65	19,48
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	21,48	21,22
Невиправлена метацентрична висота, м	$h_0 = z_m - z_{g0}$	1,83	1,74
Виправлення на вільні поверхні, м	$\Delta h = \sum \Delta m_h / D$	0,03	0,03
Виправлена апліката центра ваги, м	$z_g = z_{g0} + \Delta h$	19,68	19,51
Виправлена метацентрична висота, м	$h = h_0 - \Delta h$	1,80	1,74

4.3. Контроль остійності за матеріалами Інформації

Перевірка остійності по критичній аплікаті центра ваги судна виконана в табл. 4.10.

Таблиця 4.10 - Перевірка остійності по критичній аплікаті центра ваги судна

Найменування величин	Позначення і формула	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	122052,4	120234,2
Виправлена апліката центра ваги судна, м	Z_g	19,68	19,51
Максимальна гранична апліката центра ваги судна, м	$Z_g \max$	20,41	20,21

Так як $z_g \leq z_g \max$, то всі вимоги до остійності виконані.

4.4. Розрахунок і побудова діаграм остійності

За допомогою пантокарен виконаємо розрахунок плечей статичної остійності.

Виправлені плечі статичної остійності розраховані по формулі:

$$l = l_{\phi} - l_b = l_{\phi} - z_g \sin \theta,$$

де: l_{ϕ} – плече остійності форми, що знімається з пантокарен для різних кутів крену залежно від об'ємної водотоннажності V ; l_b – плече остійності ваги; z_g – виправлена апліката центра ваги судна.

Виправлені плечі динамічної остійності визначені чисельним інтегруванням пліч статичної остійності.

Плечі динамічної остійності визначені по формулі:

$$d = \frac{\Delta \Theta^{pad}}{2} \sum_{\text{инт}} l = 0,0873 \sum_{\text{инт}} l ,$$

$\sum_{\text{инт}} l$ – інтегральна сума плечей статичної остійності.

Розрахунки плечей статичної і динамічної остійності представлені в таблиці 4.11.

Таблиця 4.11 – Розрахунок плечей статичної і динамічної стійкості.

На відхід ($V=119075,5 \text{ м}^3$)							
Кути крену, °	0	10	20	30	40	50	60
Плече остійності форми l_f , м	0	3,52	6,91	10,36	13,35	15,01	15,70
Плече остійності ваги l_b , м	0	3,38	6,66	9,74	12,52	14,92	16,87
Плече статичної остійності l_s , м	0	0,14	0,25	0,62	0,83	0,09	-1,17
Шаг кута крену, рад	0	0,175	0,175	0,175	0,175	0,175	0,175
На відхід ($V=117301,6 \text{ м}^3$)							
Кути крену, °	0	10	20	30	40	50	60
Плече остійності форми l_f , м	0	3,57	7,02	10,50	13,53	15,21	15,94
Плече остійності і ваги l_b , м	0	3,41	6,72	9,82	12,63	15,05	17,01
Плече статичної остійності l_s , м	0	0,16	0,30	0,68	0,90	0,16	-1,07
Шаг кута крену, рад	0	0,175	0,175	0,175	0,175	0,175	0,175

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

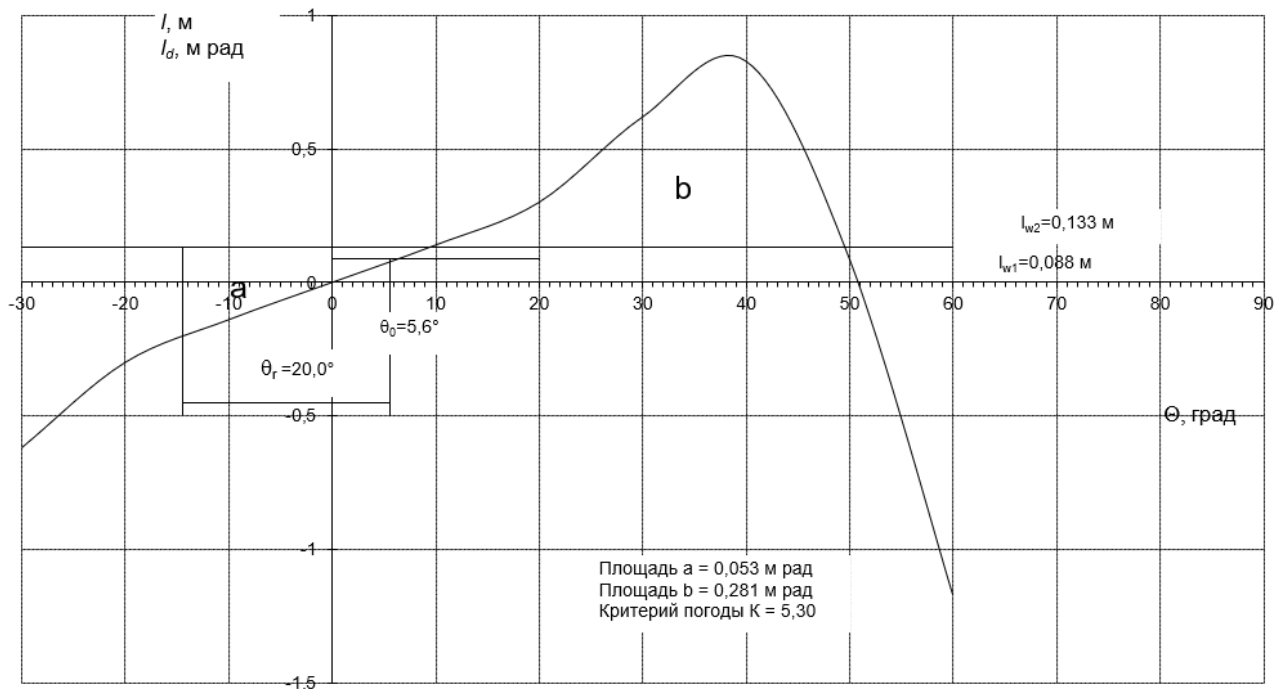


Рисунок 4.1 - Діаграма остійності на відхід

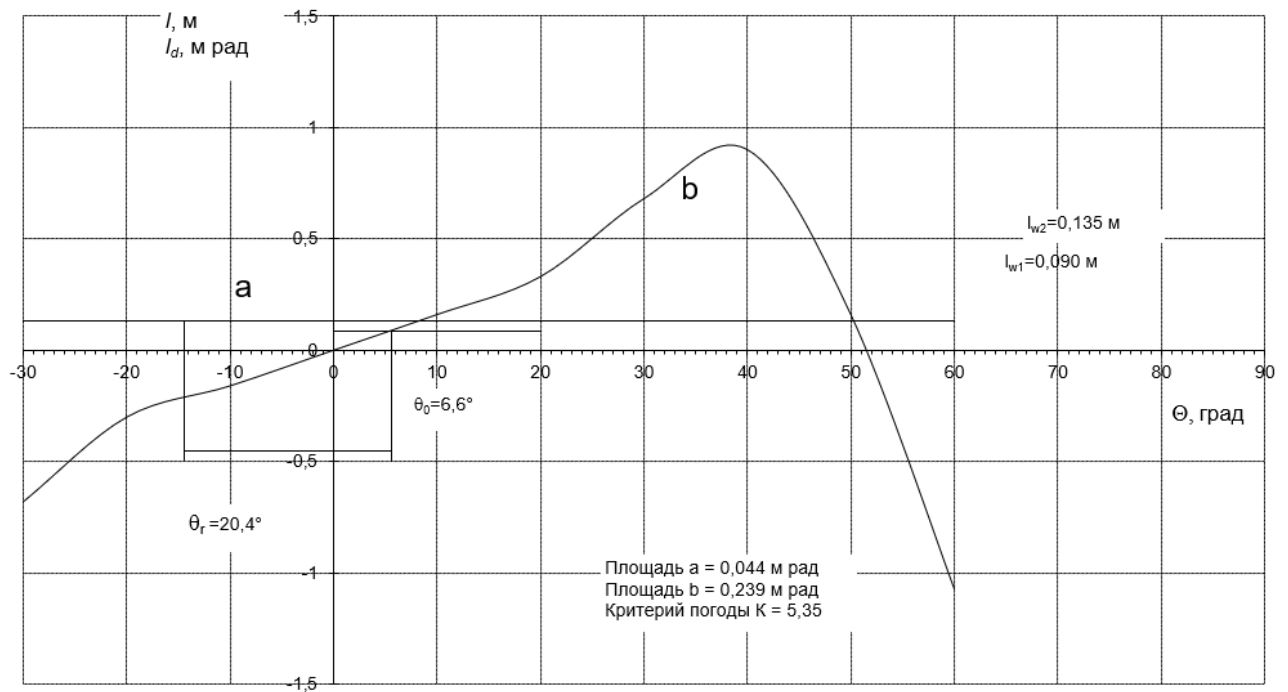


Рисунок 4.1 - Діаграма остійності на відхід

4.5. Перевірка нормованих параметрів остійності

Для перевірки остійності за вимогами ІМО виконаємо розрахунки нормованих параметрів на початок та кінець рейсу і результати представимо в таблиці 4.12.

Таблиця 4.12 - Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення та формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	122052,4	120234,2
Осадка судна, м	T	12,61	12,43
Виправлена метацентрична висота, м	h	1,79	1,74
Площа парусності, м ²	A _v (з Інформації)	9836	9894
Апліката центра парусності, м	$z_v = z - T/2$	15,04	15,13
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	$l_{w1} = 0.504 A_v z_v / (gD)$	0,088	0,090
Плече кренувального моменту від пориву вітру, м	$l_{w2} = 1.5 * l_{w1}$	0,133	0,135

Продовження табл. 4.12

1	2	3	4
Коефіцієнт	k (з таблиці ISC)	0,734	0,734
Відносна ширина	B/T	6,29	6,29
Безрозмірний множник	X_1 (з таблиці ISC)	1,000	1,000
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,68	0,67
Безрозмірний множник	X_2 (з таблиці ISC)	1,000	1,000
Інерційний коефіцієнт	$c=0.373+0.023B/T-0.043L/100$	0,3135	0,3146
Період хитамиці, с	$T=2cB/\sqrt{h_0}$	20,06	20,40
Коефіцієнт	S (з таблиці ISC)	0,0944	0,0942
Коефіцієнт	$r=0.73+0.6(z_g-T)/T$	0,6882	0,6999
Амплітуда хитамиці, °	$\theta_{rIMO}=109kX_1X_2\sqrt{rS}$	20,0	20,4
Кут заливання, °	θ_f (з Інформації)	>50	> 50
Кут входу палуби у воду, °	$\theta_d=\arctg(2(H-T)/B)$	14,5	15,2
Кут крену від постійного вітру, °	θ_0 (з ДСО)	5,62	6,60
Кут крену при хитамиці назустріч вітру, °	$\theta_1=\theta_{rIMO}-\theta_0$	14,4	13,8
Границя площ "b" діагр. справа	θ_b	50	50
Площа "a" ДСО, м рад	a	0,053	0,044
Площа "b" ДСО, м рад	b	0,281	0,239
Критерій погоди	$K=b/a$	5,30	5,35

4.6. Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

Перевірка остійності суден виконується зіставленням розрахованих значень з регламентованими у формі таблиці 4.13.

Таблиця 4.13 – Перевірка виконання загальних вимог Кодексу ІМО

Найменування величин	Позна- чення	Значення величин			Викон. (Yes/No)
		норма- тивне	відхід	прихід	
Загальні вимоги:					
Площа під ДСО до кута крену 30°, м рад	A ₃₀	≥0,055	0,136	0,119	Yes
Площа під ДСО до кута крену 40°, м рад	A ₄₀	≥0,09	0,283	0,255	Yes
Площа під ДСО між кута крену 30° та 40°, м рад	A ₃₀₋₄₀	≥0,03	0,148	0,136	Yes
Плече ДСО при куті крену 30° або більше, м	l ₃₀	≥0,20	0,94	0,87	Yes
Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, °	θ _m	≥25°	37,4°	37,3°	Yes
Виправлена метацентрична висота, м	h	≥0,15	1,79	1,74	Yes
Критерій погоди	K _{IMO}	≥ 1	5,30	5,35	Yes
Кут крену від постійного вітру, °	θ ₀	≤16°	5,6°	6,6°	Yes

Остійність задовольняє вимогам ІМО на всьому переході.

4.7. Контроль загальної поздовжньої міцності судна

На судах, які мають велику довжину, особливо велика небезпека порушення загальної поздовжньої міцності корпусу є нераціональне розміщення вантажів та / або запасів.

Через відсутність даних для розрахунку, дані взяті із програми “Cargo Max V 2.01”. Розрахунок представимо в табличній формі.

Таблиця 4.15 – Розрахунок і перевірка загальної повздовжньої міцності судна

Переріз	КП, м	SF, т	SFsea, %	BM, тм	BMsea, %
1	2	3	4	5	6
0	0	308	5	915	1
12	9,52	670	12	5295	6
31	24,28	1989	36	53448	63
47	37,00	2316	43	84622	65
66	51,76	2962	48	121568	68
106	85,86	627	7	159742	73
125	100,62	-581	-7	160395	73
144	115,38	-1059	-11	149528	68
163	130,14	-864	-9	129557	59
182	144,90	-981	-11	116259	55
201	159,66	-1688	-20	78104	54
220	174,42	-2088	-52	50761	48
239	189,18	-1936	-48	17602	25
258	203,94	-244	-4	4010	8
278	218,70	-163	-3	260	1
296	233,62	14	0	46	0

Максимальна перерізуєча сила в процентному відношенні 48% на 65 шпангоуті.

Максимальний згибаючий момент в процентному відношенні 73% на 106 та 125 шпангоуті.

5. ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ РЛС

5.1. Історія розвитку

У наш час наявність на судні РЛС стало стандартом, відсутність на містку сучасного судна радара або САРП може привести штурмана в подив.

Часто вважають, що РЛС була британським винаходом, можливо тому, що британці першими почали її систематичне використання для задач ППО. Однак, в дійсності, дослідження велися паралельно також в Німеччині, Італії, Франції та Сполучених Штатах.

Базові принципи роботи РЛС були сформульовані вже досить давно і були відомі всім. У 1888 році, німецький фізик Генріх Герц довів, що електромагнітні хвилі, які після цього стали називати хвилями "Герца", поведуться подібно до променів світла, і можуть бути зібрані в один промінь, і відбиватися від металевої поверхні, даючи відповідний сигнал, який може бути прийнятий.

Через кілька років, в 1904 році, інженер з Дюссельдорфа на ім'я Християн Хулсмайер зажадав патент на винайдений ним "радіофонічний вимірювальний апарат", який складався з розташованих поруч передавача і приймача. Ці пристрої були об'єднані таким чином, що хвилі, які випромінює передавачем, запускали приймач, якщо вони відбивалися від металевого об'єкта. Цей апарат, який німецький інженер назвав телемобіскопом, був здатний приймати звуки, подібні дзвону дзвіночка, приймаючи відображені електромагнітні хвилі від металевих об'єктів на відстані декількох сотень ярдів.

Невеликий крок був зроблений в 1922 році, коли Гільєрмо Марконі, під час конференції, що проводилася Інститутом американських радіоінженерів, роз'яснив практичну цінність використання радіохвиль для навігації на морі. Він розповів про апарат, здатний випромінювати електромагнітний промінь в певному напрямку, який при зустрічі з металевим об'єктом, на зразок корабля, відбивався б назад.

У 1933 році, в присутності італійського військового командування, Марконі продемонстрував "інтерференцію" при прийомі сигналів, яка виникала при проїзді автомобіля поруч з радіолучем радіостанції, яка зв'язувала Рим і Кастангандолфо, яка працювала на довжині хвилі 90 см.

Ініціатива Марконі закінчилася формальною пропозицією, яка була схвалена Міністерством війни Італії в 1935 році, про будівництво Радіо-детекторного телеметрії.

Однак, найбільш важливий внесок в розробку РЛС був зроблений двома американськими фізиками - Грегорі Брейтом і Мерле Туве в 1924 році. Вони провели серію експериментів, в яких використовували радіоімпульси для визначення висоти шару іонізованого газу, який оточує Землю. Вимірюючи час затримки відбитого від газового шару імпульсу і його повернення до Землі, вони виявили, що іонізований газовий шар знаходиться на висоті приблизно 110 км і, що він відбиває радіохвилі.

У Німеччині, на початку 1930 року, доктор Рудольф Кунхольд, керівник Управління досліджень німецьких ВМС, намагався розробити апарат здатний виявляти під водою цілі методом відбиття від них звукових хвиль; в даний час такий апарат називається сонаром. Проводячи свої експерименти, доктор Кунхольд зрозумів, що можна досягти під водою може бути також досягнуто і в повітрі за допомогою радіохвиль. Він провів в цій новій області серію експериментів і застосував у своєму приладі нову електронну лампу виробництва голландської компанії Philips, здатну генерувати потужність 70 Вт на частоті 600 МГц - що було досить переконливо в той час. Кунхольд закінчив будівництво своєї РЛС в 1934 році в науково-дослідних лабораторіях німецьких ВМС в Пелзерхакене. Представлення нового апарату високопоставленим військово-морським офіцерам мало великий успіх, оскільки крім здатності виявляти корабель на дальності 11 км РЛС також, виявила і невеликий літак, який випадково з'явився в тому місці.

У Сполучених Штатах, дослідження по РЛС велися і в Управлінні Signal Corps, і в дослідницькій лабораторії ВМС, які працювали незалежно. У 1936

році, дослідницька лабораторія ВМС розробила прототип РЛС, яка працювала на частоті 200 МГц. Перша серія цих систем, під торговою маркою СХАМ, в 1941 році була встановлена на кораблях основних з'єднань ВМС. У 1939 - 1941 роках Signal Corps розробило великої дальності РЛС під позначенням SCR-270. Одна з таких систем брала участь у відбитті атаки японців на Перл-Харбор вранці 7 грудня 1941 року. Однак, хоча оператор РЛС і отримав відповідні сигнали від майбутніх літаків, ніхто не привів кораблі, що стояли в порту, в бойову готовність.

Спочатку, в Великобританії, дослідження в області коротких хвиль велися виключно в наукових цілях, типу визначення висоти деяких верств іоносфери, виявлених в 1926 році британським фізиком Є.В. Апплетон (шари Апплетона). Однак, на горизонті збиралися грозові хмари війни і розуміння того, що Великобританія особливо вразлива для повітряних нальотів, призвело до значного стимулювання наукових робіт в спробі надолужити згаяний час.

Перші результати цих робіт були отримані, коли фізику Роберту А. Уотсону-Ватту - нащадку відомого Джеймса Ватта, що дав своє ім'я одиниці виміру електричної енергії, вдалося візуалізувати радіосигнали за допомогою катодного-променевої трубки Брауна і визначити електрооптичним способом час поширення випромінювання. Через кілька років, в 1935 році, Уотсон-Ватт розробив перше практично застосовне обладнання для виявлення присутності літаків.

Нові вимоги, що пред'являються до РЛС, привели до розробки абсолютно нової техніки, нових принципів радіолокації. В даний час на сучасних РЛС імпульс посиляється станцією є сигнал, закодований за досить складним алгоритмом (найбільш поширений код Баркера), що дозволяє отримувати дані підвищеної точності і ряд додаткових відомостей про ціль, що спостерігається. З появою транзисторів і обчислювальної техніки потужні мегаватні передавачі пішли в минуле. На їх зміну прийшли складні системи РЛС середньої потужності об'єднані за допомогою ЕОМ. Завдяки впровадженню інформаційних технологій стала можлива синхронна автоматична робота

декількох РЛС. Радіолокаційні комплекси постійно вдосконалюються, знаходять нові сфери застосування. Однак є ще маса невивченого, тому ця область науки ще довго буде цікава фізикам, математикам, радіоінженерам; буде об'єктом серйозних наукових робіт та досліджень.

5.2. Сутність та принцип функціонування РЛС

Основними вузлами і пристроями РЛС є: антенний пристрій, хвилеводно-фідерний тракт, передавальний пристрій, приймальний пристрій, антенні перемикачі та візуальний індикатор.

Опорний генератор спільно з синтезатором частот формує послідовність посилок, яка управляє роботою всіх пристроїв.

Передавач випромінює на робочій частоті послідовність періодичних імпульсів - зондувальні сигнали.

Зондувальний сигнал з виходу передавача надходить в антенний перемикач, що забезпечує під час випромінювання зондуючого імпульсу шунтування входу приймача. Зондувальні імпульси по антенно-хвилеводному тракту надходять на вхід антени. Антена випромінює сигнали. Привід обертає антену в азимутальній площині і забезпечує вимір поточного азимута щодо обраної лінії відліку (діаметральної площини судна або напрямлення на північ).

Відбиті сигнали від цілі надходять на вхід антени і далі по хвилеводній лінії на вхід приймача. Антенний перемикач відкриває вхід приймача під час пауз між випромінюванням імпульсами і, навпаки, шунтує вихід передавача, для того щоб уникнути непотрібних втрат прийнятих ехосигналів.

Сигнали в приймальнику посилюються, селектуються від перешкод і після детектора надходять на вхід візуального індикатора для подальшої обробки. Сигнали управління приймачем і візуальним індикатором, як зазначалося вище, формуються в синтезаторі частот генератора, що задає їх.

На екрані візуального індикатора відображаються навігаційні параметри цілей, виявлених радіолокатором.

Блок живлення формує потрібні номінали напружень з необхідною потужністю для живлення вузлів РЛС.

У радіолокації використовуються радіохвилі з довжиною хвилі, що припадає на сантиметровий (рідше дециметровий) і міліметровий діапазони. Сам же вид випромінюваного сигналу досить простий. Як правило, це послідовність коротких у часі імпульсів, які сліднують один за іншим через час, який на багато перевершує тривалість цих імпульсів. Ширина спектра таких сигналів в переважній більшості випадків виявляється у багато разів менше несучої частоти випромінюваного сигналу f_0 , тобто у радіолокаційних сигналів (за винятком особливих випадків) відношення $\Delta f / f_0 \ll 1$. Для функцій $U(t)$, що володіють такою властивістю (вузькосмугові сигнали), як це вперше показав Гільберт, допустимо уявлення

$$U(t) = A(t)\cos(2\pi f_0 t + \varphi(t)) \quad (5.1)$$

Виявляється, таке на вигляд просте уявлення, яким є вираз (1.1), несе в собі серйозну проблему, що перетворює радіолокацію з точки зору вирішення поставлених перед нею завдань в клас особливих наук.

Перейдемо тепер до розгляду процесів, що мають місце після проходження прийнятим сигналом антенних трактів та надходженням його на вхід радіоприймального пристрою РЛС.

Оскільки в радіолокації доводиться мати справу з дуже малими сигналами, інтенсивність яких порівнянна з інтенсивністю власних шумів самого радіоприймального пристрою РЛС (часто корисний сигнал навіть багато менше шумового сигналу), необхідно враховувати, що на вхід радіолокаційного приймача постійно впливає шумовий сигнал, який, як це випливає із загальної теорії, також має вигляд квазігармонічного коливання, що визначається рівністю (5.1). При цьому його амплітуда і фаза є випадковими функціями часу.

Таким чином, у всіх випадках, пов'язаних з наявністю або відсутністю цілі, і навіть у випадках спостереження вільного простору, на вхід радіоприймального пристрою РЛС завжди впливає деякий квазігармоніческого коливання виду (5.1) з випадковими амплітудою і фазою.

Уявімо сигнал, що впливає на вхід РЛС, у вигляді двох доданків, перше з яких відноситься до виявляють сигналу, а друге до всіх інших, в тому числі і шумового сигналу:

$$U_{in}(t) = nA_1(t)\cos(2\pi f_0t + \varphi_1(t)) \dots + A_{\Sigma}(t)\cos(2\pi f_0t + \varphi_{\Sigma}(t)) \quad (5.2)$$

У рівність (5.2) введено параметр n , який в разі наявності цілі приймається рівним 1 ($n = 1$), а в разі її відсутності - рівним нулю ($n = 0$).

Рівність (5.2) дозволяє формалізувати основне завдання радіолокації і сформулювати її наступним чином. У рівнянні (5.2) потрібно визначити значення параметра n і, якщо $n = 1$, визначити характер зміни функцій $A_1(t)$ і $\varphi_1(t)$. При цьому вимірюванню піддається тільки функція $U_{in}(t)$. Відомими можуть вважатися деякі характеристики виявленої цілі, що впливають на характер зміни в часі функцій $A_1(t)$ і $\varphi_1(t)$. Доданок, пов'язаний з шумовою частиною вхідного сигналу, принципово невідомий, так як носить випадковий характер, а тому функція $U_{in}(t)$ також є випадковою функцією часу.

Зі сказаного ясно, що строго вирішити поставлене завдання, тобто вирішити рівняння (5.2), принципово неможливо, тим більше за результатами будь-якого разового вимірювання в якийсь фіксований момент часу $t = t_1$.

Рівняння (5.2) дозволяє зробити ще ряд принципових висновків.

Перш за все зазначимо, що безпомилково відповісти на питання, чому дорівнює параметр n , тобто відповісти на питання, є чи ні в дозволеному елементі ціль, яку потрібно виявити, принципово неможливо. Ця відповідь може бути тільки у вигляді припущення, кількісними оцінками якого можуть виступати якісь ймовірності достовірності цього припущення. Отже, адекватним математичним апаратом для задач виявлення, для більшості радіолокаційних цілей, можуть виступати методи математичної статистики і теорії ймовірностей.

Другий висновок, який впливає з розгляду рівняння (5.2), полягає в тому, що достовірність висновку про значення параметра n можна збільшити, збільшуючи час спостереження, тобто збільшуючи відрізок функції $U_{in}(t)$, що піддається аналізу.

Нарешті ще один висновок, який можна зробити, аналізуючи з загальних позицій рівняння (5.2), полягає в тому, що відмінність у вигляді функцій $U_{in}(t)$ при наявності або відсутності мети полягає у відмінності статистичних законів, яким підкоряються випадкові функції $U_{in}(t)$.

Спробуємо з'ясувати, які принципи необхідно закласти в процес обробки прийнятого сигналу, щоб допущені при цьому помилки у відповіді на питання про наявність чи відсутність мети були якимось чином мінімізовані, а для цього спробуємо розібратися в тих типах помилок, які неминуче виникають в процесі прийняття рішення про наявність чи відсутність мети.

Щоб розібратися у виникаючих типах помилок, розглянемо просту ситуацію, коли фонові відображення відсутні або ними просто можна знехтувати.

Нехай радіоприймальний пристрій РЛС виробляє якусь обробку прийнятого сигналу. У цьому випадку на виході цього приймача сформується сигнал, який є деякою функцією від адитивної суміші прийнятого сигналу і власного шуму приймального пристрою. Це дає можливість вихідну напругу представити в наступному вигляді:

$$U_{out}(t) = f(U_{in}(t) + nU_s(t)) \quad (5.3)$$

У цій формулі $U_{in}(t)$ - власний шум радіоприймального пристрою, завжди присутній в суміші і завжди впливає на вхід цього пристрою; $U_s(t)$ - сигнал, викликаний віддзеркаленням від виявленої цілі, який присутній в названій суміші тільки при наявності цілі ($n = 1$) в спостережуваному елементі дозволу.

Хоч би яка була функція $f(z)$, у всіх випадках рішення про наявність чи відсутність мети буде прийматися в якийсь фіксований момент часу $t = t_1$, тобто в результаті деякого разового вимірювання. Дати ж конкретну відповідь на питання, чому дорівнює коефіцієнт n , принципової можливості немає. Як

же бути в цьому випадку? Яким має бути вирішальне правило? Як не дивно, відповідь на друге питання незалежно від способу обробки сигналу (виду функції $f(z)$) досить простий і очевидний. Єдиним можливим вирішальним правилом може виступати тільки порогове правило. Воно зводиться до того, що якщо вхідна напруга $U_{in}(t)$ більше деякого значення (порогового значення) U_0 , то слід вважати, що мета є; якщо ж має місце зворотна ситуація, то слід визнати, що цілі немає.

Розібрана ситуація дозволяє побачити, що процедура прийняття рішення при пороговому правилі, тобто процес виявлення, супроводжується помилками двох типів. Розглянемо ці помилки.

При радіолокаційному спостереженні можливі дві ситуації: перша - в елементі дозволу перебуває ціль (ситуація А), друга - в елементі дозволу цілі немає (ситуація В). В обох випадках спостерігач може прийняти одне з двох рішень: або ціль є (рішення 1), або її немає (рішення 2). Таким чином, можливі чотири варіанти, які умовно можна позначити так: $A1$, $A2$, $B1$, $B2$. При цьому два рішення - $A1$ і $B2$ - є істинними, а два інших - $A2$ і $B1$ - помилковими.

Отже, ми маємо справу з двома типами помилкових рішень: 1) Хибна тривога, коли при відсутності в елементі дозволу цілі приймається рішення про її наявність (варіант $B1$; відповідна ймовірність називається ймовірністю помилкової тривоги, вона зазвичай позначається буквою F). 2) Пропуск цілі, коли при наявності цілі приймається рішення про її відсутність (варіант $A2$; відповідна ймовірність називається ймовірністю пропуску цілі, вона зазвичай позначається різницею $1 - D$).

Два інших рішення є істинними. 1) Правильне виявлення, коли при наявності цілі приймається рішення про її наявність (варіант $A1$; відповідна ймовірність називається ймовірністю правильного виявлення, вона зазвичай позначається буквою D). 2) Правильне не виявлення, коли при відсутності мети приймається рішення про її відсутність (варіант $B2$; відповідна ймовірність називається ймовірністю правильного не виявлення, вона зазвичай позначається різницею $1 - F$).

Які б завдання і цілі не стояли перед РЛС, у всіх випадках бажано якомога рідше приймати помилкові рішення. Однак при пороговому вирішальному правилі в розпорядженні спостерігача є тільки одна-єдина можливість "впливу" на ситуацію: змінювати величину порога U_0 . Розглянемо, як величина U_0 впливає на ймовірності помилкових рішень, перерахованих вище.

Зростання порогового значення U_0 природно призводить до зменшення ймовірності помилкової тривоги, але тягне за собою зростання ймовірності пропуску цілі. Навпаки, зменшення порогового значення U_0 призводить до зменшення ймовірності пропуску цілі, але тягне за собою зростання ймовірності помилкової тривоги.

Від чого ж залежить вибір порога і ким, і чим він визначається? Рівень вірогідності помилкових рішень визначається виключно споживачем радіолокаційної інформації, виходячи з цільового призначення РЛС. У свою чергу, ймовірності помилкових рішень визначають граничне значення. Таким чином, в кінцевому рахунку рівень порога визначає сам споживач радіолокаційної інформації. Розглянемо тепер критерії, якими керується споживач радіолокаційної інформації.

Наявність двох незалежних ймовірностей помилкових рішень відкриває шлях до безмежної кількості всіляких критеріїв оцінки ефективності обробки сигналів радіоприймачем РЛС, тобто оцінки ефективності алгоритму обробки $f(z)$ у формулі (5.2). У радіолокації прийнятий критерій Неймана-Пірсона, відповідно до якого при фіксованій ймовірності помилкової тривоги оцінюється ймовірність правильного виявлення. Завдання обробки радіолокаційного сигналу зводиться тому до вибору такої функції $f(z)$, при якій в рамках названого критерію максимізується ймовірність правильного виявлення. Пристрій, який одночасно забезпечує максимально можливу вірогідність правильного виявлення при заданій ймовірності помилкової тривоги, називається оптимальним за критерієм Неймана-Пірсона.

У попередніх міркуваннях відкритим залишилося питання про вибір моменту часу t_1 прийняття рішення. У розглянутих задачах є два характерних моменти. Перший з них t_s визначається моментом, коли відбитий від цілі сигнал почав впливати на вхід радіоприймального пристрою, і другий момент t_f - момент закінчення цього впливу.

Ясно, що прийняття рішення завчасно t_f , тобто при $t = t_1 < t_f$, нерозумно, так як при цьому втрачається інформація про сигнал за проміжок часу від t_1 до t_f . Ухвалення рішення після моменту часу t_f також нерозумно, так як обробка сигналу за відсутності корисного сигналу не призведе до збільшення інформації про ситуацію. Таким чином, моментом прийняття рішення має виступати час t_f , тобто $t_1 = t_f$.

Наступне питання полягає у виробленні якихось підходів до визначення алгоритму $f(z)$.

Ясно, що при пороговому правилі лінійним алгоритм $f(z)$ існувати ніяк не може. Вимога його нелінійності виводить на квадратичну обробку прийнятого сигналу, тобто на рівень енергетичних понять. До такого ж висновку можна прийти, якщо міркувати, спираючись на суто фізичні уявлення.

Таким чином, обробка сигналу повинна зводитися до побудови такого радіоприймального пристрою, яке буде накопичувати енергію корисного сигналу за час спостереження в період часу з $t = t_s$ до $t = t_f$. Природно, що при цьому буде накопичуватися і енергія шумового сигналу, а тому синтезований алгоритм повинен забезпечувати певну вибіркковість в цій процедурі, забезпечуючи попереджувальну роль першого з названих накопичень. Фізичною основою можливості такої вибіркковості можуть виступати тільки якісь апріорні знання про досліджуваний сигнал.

Зі сказаного випливає фундаментальний висновок, що будь-який як завгодно малий по відношенню до власних шумів радіоприймального пристрою сигнал може бути виділений з його суміші з цим шумом при досить тривалому спостереженні за процесом. Відбитий сигнал може бути в тисячі,

якщо не в мільйони разів менше власних шумів радіоприймальних пристроїв РЛС.

Побудова алгоритмів обробки радіолокаційних сигналів безпосередньо пов'язана зі знанням статистичних закономірностей суміші корисного сигналу, фонових сигналів і власного шуму радіоприймального пристрою. Чим більш повними і достовірними знаннями володіє дослідник, тим ефективніше працює алгоритм, тим меншими можна зробити ймовірності помилкових рішень. Саме тому так багато уваги приділяється розробці різних теоретичних моделей і експериментальних досліджень по визначенню цих закономірностей.

5.3. Вимоги ІМО до РЛС та ЗАРП

Згідно Резолюції А.823 (19), ІМО від 23 листопада 1995 р., засоби радіоелектронного спостереження поділяються на:

ЗЕП - засоби електронної прокладки. Мінімальний діаметр екрану 180 мм. Може супроводжувати 10 цілей. Встановлюється на суднах від 300 до 500 рег.т.

ЗАС - засоби автоматичного супроводу. Мінімальний діаметр екрану 250 мм. Може супроводжувати 10 цілей. Встановлюється на суднах від 500 до 1000 рег.т.

ЗАРП (ARPA) - засоби автоматичної радіолокаційної прокладки. Мінімальний діаметр екрану 340 мм. Може супроводжувати від 20 цілей. Встановлюється на суднах від 10000 рег.т обов'язково.

Асамблея, беручи до уваги Статтю 16 (j) Конвенції про Міжнародну морську організацію, що стосується функцій Асамблеї, беручи до уваги Правило 12 Глави 5 Міжнародної конвенції з охорони людського життя на морі 1974 року, з урахуванням уточнень, приймаючи до уваги Резолюцію А. 222, яка стосується техніко-експлуатаційних параметрів РЛС, визнаючи

бажаним узгодити такі вимоги до техніко-експлуатаційних параметрів суднових РЛС з техніко-експлуатаційними вимогами до САРП (Резолюція А.422 (11)) і рекомендацій до радіолокаційних маяків-відповідачів (Резолюція А.423 (11)), з огляду на Рекомендації 41-й сесії Комітету з безпеки мореплавання:

1) приймає Рекомендації по техніко-експлуатаційним вимогам до параметрів суднових РЛС, які вказані в додатку до цієї Резолюції

2) рекомендує Урядам, щоб:

(а) техніко-експлуатаційні параметри суднового радіолокаційного обладнання, що встановлюються з 1 січня 1984 р не поступалися параметрам, зазначеним в додатку до цієї Резолюції

(б) техніко-експлуатаційні параметри суднового радіолокаційного устаткування, встановленого до 1 січня 1984 р принаймні задовольняли параметрам, зазначеним в Резолюції А.222.

1. Галузь застосування.

1.1. Дані техніко-експлуатаційні вимоги ставляться до всього суднового радіолокаційного обладнання, встановленого з 1 січня 1984 р відповідно до правила 12 (в уточненій редакції) Глави 4 Міжнародної конвенції з охорони людського життя на морі 1974 р.

1.2. РЛС, встановлені до 1 січня 1984 р повинні принаймні задовольняти техніко-експлуатаційним вимогам, що рекомендуються Резолюцією А.222 (7).

2. Призначення.

Радіолокаційна станція (РЛС) повинна забезпечувати індикацію відносного положення суден, інших надводних об'єктів, буїв, берегової лінії і навігаційних знаків так, щоб сприяти навігації і попередженню зіткнень.

3. Вимоги.

Все РЛС повинні відповідати наступним мінімальним вимогам.

3.1. Максимальна дальність.

При нормальних умовах поширення, коли антена РЛС розташована на висоті 15 м над рівнем моря, при відсутності перешкод від моря РЛС повинна забезпечувати чітку індикацію:

3.1.1. Берегової лінії -

при висоті берега до 60 м на відстані 20 миль

при висоті берега до 6 м на відстані 7 миль

3.1.2. Надводних об'єктів -

суден валовою місткістю 5000 т на відстані 7 миль незалежно від ракурсу невеликого судна довжиною 10 м на відстані 3 милі

об'єктів, аналогічних навігаційному бую, що мають ефективну поверхню розсіювання приблизно 10 кв.м на відстані 2 милі

Параметри РЛС повинні бути такими, щоб при бортовий і кильової хитавиці ± 10 характеристики виявлення задовольняли цим вимогам.

3.2. Мінімальна дальність.

Надводні об'єкти, зазначені в п. 3.1.2. цих Рекомендацій, повинні бути чітко видимі з відстані 50 м до відстані 1 миля при незмінному положенні органів управління, крім перемикача шкал дальності.

3.3. Індикатор.

3.3.1. Без застосування зовнішніх збільшувальних пристроїв індикатор повинен забезпечувати відображення відносного руху при орієнтації щодо діаметральної площини судна без стабілізації на екрані з ефективним діаметром не менше ніж

1. 180 мм для суден валовою місткістю від 500 до 1600 т.

2. 250 мм для суден валовою місткістю від 1600 до 10000 т.

3. 340 мм при наявності на судні одного індикатора і 250 мм в разі установки другого індикатора для суден валовою місткістю 10000 т і вище.

(Забезпечуються на ЕПТ з діаметром 9, 12 і 16 дюймів відповідно)

3.3.2. Індикатор повинен передбачати один з двох наборів шкал дальності:

1. 1.5, 3, 6, 12 і 24 милі і одна шкала з номіналом більше 0.5 і менше 0.8 милі або 2. 1, 2, 4, 8, 16 і 32 милі

Можуть бути передбачені додаткові шкали.

3.3.3. У будь-який час має передбачатися чітка індикація обраної шкали дальності і інтервалу між кільцями дальності.

3.4. Вимірювання дальності

3.4.1. Для вимірювання дальності повинні бути передбачені нерухомі електронні кільця дальності

1. Для набору шкал, відповідних вимозі підпункту 3.3.2.1, на шкалі з номіналом більше 0.5 і менше 0.8 милі має забезпечуватися, принаймні 2 кільця дальності і для кожної з решти шкал - по 6 кілець дальності

2. Для набору шкал дальності, відповідних вимогу підпункту 3.3.2.2, на кожній шкалі має бути 4 кільця дальності

3.4.2. Рухомий електронний маркер дальності повинен мати цифровий звіт.

3.4.3. Нерухомі кільця дальності і нерухомий маркер дальності повинні забезпечувати вимірювання дальності до об'єкта з похибкою, що не перевищує 1.5% від максимального значення використовуваної шкали або 70 м, в залежності від того, що більше.

3.4.4. Повинна бути передбачена можливість зміни яскравості рухливих кілець дальності і нерухомого маркера дальності до повного зняття з екрану.

3.5. Відмітка курсу.

3.5.1. Курс судна повинен вказуватися на екрані з максимальною похибкою не більше $\pm 1^\circ$. Ширина лінії позначки курсу повинна бути не більше 0.5° .

3.5.2. Повинні бути вжиті заходи для виключення позначки курсу за допомогою перемикача, який не може залишатися постійно в положенні <Відмітка курсу виключена>.

3.6. Вимірювання напрямків.

3.6.1. Повинні бути вжиті заходи для швидкого вимірювання напрямку на будь-який об'єкт, відмітка якого з'являється на екрані.

3.6.2. Засоби, передбачені для вимірювання напрямків, повинні забезпечувати вимірювання напрямку на об'єкт, відмітка якого розташована на краю екрану, з похибкою, що не перевищує $\pm 1^\circ$.

3.7. Роздільна здатність.

3.7.1. Індикатор повинен забезпечувати на шкалі дальності 2 милі менш роздільне відображення двох однакових цілей малого розміру на відстанях, рівних 50 - 100% від номіналу використовуваної шкали дальності і знаходяться на одному напрямку, якщо відстань між цілями не менше 50 м.

3.7.2. Індикатор повинен забезпечувати роздільне відображення двох однакових цілей малого розміру, що знаходяться на одній відстані між 50 і 100% від номіналу шкали $<1.5>$ або $<2>$ милі і їх кутовому положенні, розрізняють 2.5° .

3.8. Обертання антени.

Повинно бути передбачено безперервне автоматичне обертання антени по годинниковій стрілці в межах 360° по азимуту. Частота обертання антени повинна бути не менш як 12 об / хв.

3.9. Антена повинна бути працездатна при відносній швидкості вітру до 100 вуз. Повинні бути вжиті заходи для можливості азимутальної стабілізації РЛС від гірокомпаса, для чого в РЛС повинен бути передбачений відповідний вхід.

3.9.1. Похибка узгодження з гірокомпасом повинна бути в межах 0.5° при швидкості обертання датчика гірокомпаса 2 об / хв.

3.9.2. РЛС повинна працювати задовільно при орієнтації зображення по курсу без стабілізації зображення, коли зв'язок з гірокомпасом відсутній.

3.10. Контроль працездатності.

Повинні бути передбачені засоби для швидкого визначення під час роботи станції значного погіршення її працездатності щодо каліброваного значення, прийнятого при установці РЛС, а також для правильного налаштування в разі відсутності цілей.

3.11. Пристрої для захисту від перешкод.

Повинні бути передбачені засоби для придушення небажаних віддзеркалень від моря, дощу та інших опадів, хмар і самумів (піщаних бур). Повинна бути передбачена можливість ручного плавного регулювання органів управління коштів перешкодозахист. Орган управління в крайньому положенні проти годинникової стрілки повинен відключатися. Можуть бути передбачені додаткові автоматичні органи захисту від перешкод, однак повинна бути можливість їх відключення.

3.12. Робота станції.

3.12.1. Повинно бути передбачено включення станції і управління нею з індикатора.

3.12.2. Робочі органи управління повинні бути доступні, легко помітні і зручні в експлуатації. Якщо використовуються символи, то вони повинні виконуватися відповідно до Рекомендацій ІМО для органів управління морського навігаційного устаткування радіолокації.

3.12.3. РЛС повинна бути повністю в робочому стані протягом 4 хвилин після її включення. На сучасних РЛС картинка з'являється через 6 сек. після включення станції.

3.12.4. Повинне бути передбачене положення попередньої готовності, з якого станція може бути приведена повністю в робочий стан за 15 сек.

3.13. Стабілізація щодо води та ґрунту (індикатор справжнього руху).

3.13.1. При використанні стабілізації зображення щодо води або ґрунту точність і роздільна здатність повинні бути принаймні рівними вимогам цих Рекомендацій.

3.13.2. Переміщення початку розгортки, крім індикаторів з ручним поверненням, має обмежуватися колом радіусом не більше 75% від радіуса екрану.

3.14. Антена.

Антенна повинна бути встановлена таким чином, щоб істотно не погіршувалася ефективність РЛС.

3.15. Робота з радіолокаційними маяками.

3.15.1. Все РЛС, що працюють в діапазоні 3 см, повинні працювати горизонтально поляризованим випромінюванням.

3.15.2. Повинна бути передбачена можливість виключення пристрою обробки сигналів, які можуть виключити зображення сигналів маяка на екрані РЛС.

4. Установка декількох РЛС.

4.1. На судах, де потрібна установка двох РЛС, вони повинні бути розміщені таким чином, щоб кожна РЛС могла працювати самостійно і обидві могли працювати одночасно незалежно один від одного. Кожна РЛС повинна мати можливість підключення до аварійного джерела живлення, якщо такий передбачений відповідно до вимог Правил 1 Глави 11 Конвенції СОЛАС-74.

4.2. При установці двох РЛС може бути передбачений пристрій взаємного перемикавання приладів для підвищення гнучкості та готовності радіолокаційної установки. Він повинен бути встановлений так, щоб несправність будь-якої РЛС не викликала відключення електроживлення або іншого порушення в роботі РЛС.

Всі РЛС повинні задовольняти перерахованим вище вимогам для забезпечення безпеки мореплавання, в іншому випадку не допускається установка і експлуатація таких станцій.

Вимоги ІМО до засобів автоматичної радіолокаційної прокладки представлені в резолюції А.422 (11).

Асамблея, посилаючись на статтю 16 (j) Конвенції про Міжнародну морську організацію, що стосується функцій Асамблеї, визнає, що належне використання ЗАРП надасть допомогу в інтерпретації радіолокаційних даних і може зменшити небезпеку зіткнень і забруднення морського середовища.

Враховуючи, що САРП з низькими техніко-експлуатаційними характеристиками або при обслуговуванні недостатньо навченим персоналом можуть завдати шкоди безпеці мореплавання.

Відзначаючи Резолюцію 13 Міжнародної конференції 1978 по безпеці танкерів і запобіганню забруднення навколишнього середовища, що

стосується оснащення судів засобами автоматичної радіолокаційної прокладки.

Розглянувши Рекомендацію 41-й сесії Комітету з безпеки на морі,

1) приймає Редакцію по техніко-експлуатаційним вимогам до САРП, викладеним в додатку до цієї Резолюції

2) рекомендує Урядам:

(А) забезпечити, щоб встановлені суднові САРП відповідали вимогам, викладеним в додатку до цієї Резолюції

(б) забезпечити належне навчання правильному використанню ЗАРП, що дозволить капітанам і їх помічникам зрозуміти основні принципи експлуатації САРП, в тому числі їх переваги, недоліки і можливі похибки.

1.1. З метою зменшення небезпеки зіткнень засоби автоматичної радіолокаційної прокладки (ЗАРП) повинні:

1.1.1. Зменшити робоче навантаження спостерігачів, давши їм можливість автоматизованого отримання інформації, з тим, щоб навігаційне завдання з багатьма цілями могло вирішуватися так само просто, як воно вирішується прокладкою вручну щодо однієї цілі.

1.1.2. Забезпечувати безперервну, точну і швидку оцінку ситуацій.

1.2. На додаток до Загальних вимог до електронних навігаційних м засобам САРП повинні відповідати наступним мінімальним техніко-експлуатаційним вимогам.

2. Техніко-експлуатаційні вимоги .

2.1. Виявлення.

2.1.1. При наявності автоматичного детектора цілей характеристики виявлення повинні бути не гірше тих, які можуть бути отримані при використанні ІКО РЛС.

2.2. Захоплення.

2.2.1. Захоплення цілей може бути ручним або автоматичним. Однак в будь-якому випадку повинен бути передбачений пристрій для ручного захоплення і скидання цілей. У САРП з автоматичним захопленням повинна

бути передбачена можливість заборони захоплення в певних зонах огляду. На будь-якій шкалі дальності, на якій захоплення в певних зонах не проводиться, зона захоплення повинна бути вказана на екрані індикатора.

2.2.2. Автоматичне або ручне захоплення не повинне поступатися за якістю тих результатів, які можуть бути отримані при візуальному виявленні цілей по екрану РЛС.

2.3. Супровід.

2.3.1. САРП повинен забезпечувати автоматичний супровід, обробку, одночасне відображення і безперервне оновлення даних не менше ніж по:

20 цілям в засобах з автоматичним захопленням, незалежно від того, проводиться захоплення автоматично або вручну

10 цілям в засобах з тільки ручним захопленням.

2.3.2. Якщо передбачається автоматичний захват, то критерій захоплення цілі повинен вказуватися в технічній документації. Якщо супроводжуються не всі цілі, які спостерігаються на екрані індикатора, то супроводжувані цілі повинні бути чітко позначені. Надійність супроводу повинна бути не гірша за ту, яка забезпечується при ручному радіолокаційної прокладки безпосередньо за даними РЛС.

2.3.3. При відсутності перекидань супроводу цілей САРП повинен забезпечувати супровід захопленої мети, чітко помітною на екрані індикатора в п'яти з 10 послідовних оглядів.

2.3.4. У САРП повинні бути вжиті заходи щодо зменшення ймовірності помилок супроводу, в тому числі викликаних перекиданнями стробів супроводу. Якісний опис впливу джерел помилок на супровід, включаючи вплив малих відносин сигнал / шум і сигнал / перешкода, викликаних відображенням від моря, дощу, снігу, низьких хмар і несинхронними випромінюваннями, повинен бути зазначений в експлуатаційній документації.

2.3.5. САРП повинен допускати можливість відображення на екрані чотирьох рівно рознесених за часом попередніх місцеположень будь-якої супроводжуваної цілі за період, принаймні 8 хв.

2.4. Відображення.

2.4.1. Пристрій відображення може бути або автономним, або входити до складу РЛС. Однак він повинен включати всі дані, які забезпечуються індикатором РЛС відповідно до техніко-експлуатаційних вимог до суднових РЛС, прийнятими ІМО.

2.4.2. Конструкція САРП повинна бути такою, щоб будь-яка несправність засобу не впливала на основне радіолокаційне зображення, необхідне ІМО.

2.4.3. Ефективний діаметр екрану, на якому відображається інформація кошти, повинна бути не менше 340 мм.

2.4.4. У САРП мають передбачатися, принаймні, такі шкали дальності:

12 або 16 миль.

3 або 4 милі.

2.4.5. У САРП повинна бути передбачена індикація обраної шкали дальності.

2.4.6. САРП має допускати роботу в режимі відносного руху при орієнтації зображення <Північ>, а також <Курс> або <Курс стаб.>. Крім того, в САРП може бути передбачений режим істинного руху. В цьому випадку судноводій повинен мати можливість вибору режимів істинного або відносного руху. При цьому повинна бути чітка індикація орієнтації зображення і режиму роботи.

2.4.7. Інформація про курс і швидкість, що виробляється САРП по захопленим цілям, повинна видаватися в векторній або іншій графічній формі, яка чітко вказує екстрапольоване переміщення цілі. В цьому відношенні:

1. У САРП з відображенням екстрапольованої інформації тільки в векторній формі має передбачатися вибір між істинним і відносним векторами.

2. У САРП з відображенням даних про курс і швидкість в іншій графічній формі повинна також, за запитом, забезпечуватися індикація істинного або відносного векторів мети.

3. Довжина відображуваних векторів повинна або регулюватися судноводієм, або мати фіксований час екстраполяції.

4. Повинна бути передбачена індикація часу екстраполяції.

2.4.8. Інформація САРП не повинна маскувати радіолокаційне зображення в такій мірі, щоб погіршилось виявлення цілей. Індикація даних САРП повинна перебувати під контролем судноводія. Повинна передбачатися можливість скидання непотрібної інформації САРП.

2.4.9. Повинно бути передбачене незалежне регулювання яскравості радіолокаційного зображення і обробленої інформації САРП, аж до повного виключення останньої.

2.4.10. Метод подання інформації повинен враховувати необхідність спостереження даних САРП більш ніж одним судноводієм за умови нормальної освітленості містка, як в денний, так і в нічний час. Може бути передбачений захист екрану від попадання сонячних променів. Повинне бути передбачене регулювання яскравості.

2.4.11. Повинна бути передбачена можливість швидкого визначення пеленга і дистанції до будь-якого об'єкта, що з'являється на екрані ЗАРП.

2.4.12. Через 1 хв після появи цілі на екрані індикатора РЛС і її захоплення (ручного або автоматичного) на екрані ЗАРП повинна відображатися тенденція її руху і не пізніше ніж через 3 хв - вектор екстрапольованого переміщення відповідно до пп. 2.4.7., 2.6., 2.8.2. і 2.8.3.

2.4.13. Час відновлення всієї інформації після перемикання шкал дальності і режимів роботи САРП не повинно перевищувати часу 4 обертів антени.

2.5. Попереджувальна сигналізація.

2.5.1. САРП повинен забезпечувати візуальну і / або звукову сигналізацію про зближення цілі на задану відстань або про перетин зони, обраної судноводієм.

Ціль, яка викликала попереджувальний сигнал, повинна бути чітко позначена на екрані індикатора.

2.5.2. САРП повинен забезпечувати візуальну і / або звукову сигналізацію про будь-яку супроводжувану ціль, яка за обчисленими даними має відстань і час найкоротшого зближення, які менше значень, встановлених судноводієм.

Ціль, яка викликала попереджувальний сигнал, повинна чітко позначатися на екрані індикатора .

2.5.3. Засіб має забезпечувати сигналізацію про скидання цілі з автосупроводжування, викликаному будь-якими причинами, крім виходу мети за шкалу дальності. Положення цілі на момент скидання (втрати) має чітко позначатися на екрані.

2.5.4. Повинна бути передбачена можливість включення і виключення сигналізації

2.6. Вимоги до інформації.

2.6.1. За бажанням судноводія для будь-якої супроводжуваної цілі повинні негайно видаватися в буквено-цифровій формі наступні дані:

- 1) поточна відстань до цілі
- 2) поточний пеленг на ціль
- 3) екстрапольована дистанція найкоротшого зближення (Дк)
- 4) екстрапольований час найкоротшого зближення (Тк)
- 5) обчислений істинний курс цілі
- 6) обчислена справжня швидкість мети

2.7. Імітація маневру.

2.7.1. У САРП повинна бути передбачена можливість імітації маневру на розбіжності. При цьому обробка і відображення інформації по супроводжуваним цілям не повинні перериватися. Імітація повинна починатися натисканням спеціального перемикача з поворотною пружиною або функціональної (безповоротної) клавіші, що забезпечує на екрані індикатора позначення режиму імітації.

2.8. Точність.

2.8.1. Похибки САРП повинні бути не більше зазначених у пунктах 2.8.2. і 2.8.3. Дані значення похибок відповідають кращим результатам ручної прокладки в умовах качки $\pm 10^\circ$. З урахуванням похибок датчиків інформації.

2.8.2. Не більше ніж за 1 хв сталого супроводу САРП повинен визначити тенденцію відносного переміщення мети. При цьому значення похибок (з ймовірністю 95%) не повинні перевищувати:

2.8.3. Не більше ніж через 3 хвилини сталого супроводу САРП має визначити параметри руху цілі з похибками, що не перевищують з ймовірністю 95%.

2.8.4. Протягом 1 хвилини після завершення маневру супроводжуваної цілі або свого судна САРП повинен визначити тенденцію відносного руху цілі, а на протязі 3 хвилин визначити екстрапольоване переміщення відповідно до пп. 2.4.7, 3.6, 2.8.2 і 2.8.3.

2.8.5. САРП повинно бути розроблено таким чином, щоб при найсприятливіших умовах руху свого судна похибка, яку вносить САРП, була незначною в порівнянні з похибками, що викликаються датчиками інформації.

2.9. Сполучення з іншими приладами.

2.9.1. САРП не повинен погіршувати параметри будь-яких приладів-датчиків вхідної інформації. Сполучення САРП з іншою апаратурою не повинно погіршувати її параметрів.

2.10. Текстова перевірка і сигналізація про відмови.

2.10.1. У САРП повинна бути передбачена сигналізація про несправності режиму автоматичної прокладки, що дозволяє судноводію виконувати контроль за правильністю роботи цілі. Додатково повинні бути передбачені тестові програми для періодичної повної перевірки роботи САРП шляхом порівняння з заданими характеристиками.

2.11. Обладнання, що використовується з САРП.

2.11.1. Датчики швидкості, що сполучаються з САРП, повинні мати можливість визначати швидкість судна щодо води.

На зміну індикаторами радіолокаційного відображення на монохроматичних ЕПТ з післясвітінням прийшли монітори з растровими ЕПТ з синтезованим кольоровим зображенням. Отримана інформація перетворюється в цифровий формат і відображається на індикаторному пристрої комп'ютерного типу, що істотно полегшує роботу оператора. Користувачеві надається можливість вибору кольорової палітри. Синтезоване зображення зберігається в пам'яті відеопроцесора і може накладатися на електронну карту електронної картографічної системи. Роздільна здатність сучасних моніторів, яка визначається числом пікселів по горизонталі і вертикалі, може досягати 1280x1024.

Зменшення масогабаритних і збільшення надійнісних характеристик приймачів РЛС, побудованих на сучасній елементній базі, дозволило перейти до розміщення цих пристроїв в безпосередній близькості від антени РЛС. Ця конструктивна побудова є основною для більшості видів сучасних суднових РЛС. Розміщення приймача в безпосередній близькості від антени дозволило зменшити імпульсну потужність на виході передавача, т. як при видаленні передавача від антени на відстань більше 15 м до 50% потужності втрачається в антено-хвильовідному тракті.

РЛС використовують модульну структуру і мікропроцесори. Модульна структура забезпечує доступність системи і прискорення ремонту РЛС. Підвищена надійність системи, за рахунок постійного контролю температури блоків, струмів в джерелі живлення. При виході за межі норми одного з параметрів, система повідомляє про це оператора. Також в РЛС збільшені точнісні параметри у напрямку і по дальності. Це досягнуто за рахунок зменшення тривалості імпульсу і діаграми спрямованості.

Пристрій комп'ютерної індикації, поєднаний із засобами автоматичної радіолокаційної прокладки (ЗАРП) і з електронною картографічною системою, що розміщуються в ходовій рубці судна, став інформаційним ядром, в якому зосереджується вся інформація, необхідна судноводію. Інформація містить дані не тільки про навігаційні параметри цілей в

навколишньому судно просторі, а й про навігаційні параметри власного судна, таких, як координати, швидкість, шляховий курс, істинний курс і ін. Радіолокаційне зображення може накладатися на електронну карту, можливо планування маршруту, автоматизоване водіння судна по заданому маршруту.

Система уніфікованих інформаційних зв'язків дозволяє підключати САРП до будь-якої РЛС і до інших навігаційних засобів. Уніфікована система зв'язків САРП РЛС і електронної картографічної системи з периферійними автономними і радіотехнічними засобами навігації дозволяє отримувати всю наявну інформацію для комплексного вирішення завдань автоматизації судноводіння. На індикатор РЛС, як правило, надходить радіонавігаційна інформація від приємоіндикаторов супутникових радіонавігаційних систем ГЛОНАСС і ARPA .

Найбільшого поширення набули судові навігаційні РЛС, що працюють на хвилі $\lambda = 3,2$ см і 10 см. Але також існують станції мм діапазону. Вони призначені для збільшення чіткості радіолокаційної картини, але піддаються сильному впливу метеорологічних факторів, таких як дощ, сніг, град і т.п. Такі станції ставляться на військових кораблях, а так само використовуються береговими СУДС.

5.4. Дослідження сучасних тенденцій розвитку ЗАРП

5.4.1 Принцип функціонування РЛС/ЗАРП

Основною вимогою, що пред'являються до сучасних суден, є наявність радарів з АРРА або МАРРА системами.

АРРА системи

Всесвітня Морська Організація (International Maritime Organization, IMO) розробила вказівку оснащувати Automatic Radar Plotting Aids (ARPA) кораблі, побудовані з 1984 року [8]. Кораблі з водотоннажністю понад 10,000 тонн повинні бути обладнані спеціальною радарної системою проти зіткнень,

ARPA, яка значно полегшує навігаційну роботу. Функції ARPA - автоматичне відстеження цілей і надання додаткової навігаційної інформації. ARPA системи обробляють ці дані і виводять на екран радар а необхідну інформацію, дозволяючи штурману приймати обґрунтовані рішення про вибір маневру. Але затримки у визначенні та відстеженні цілей, помилки сенсорів і відстежуючих алгоритмів мають значний вплив на продуктивність ARPA систем, і можливість визначення, точність відстеження та достовірність виявляються недостатніми в поганих погодних умовах. Можливості мікропроцесорів і розвиток комп'ютерних технологій в 1970-х і 1980-х роках уможливило застосування різних методів для комерційних морських радарних систем. Виробники радарів використовували ці технології, щоб створити Automatic Radar Plotting Aids. ARPA - це допоміжні комп'ютерні системи обробки даних з радара, які генерують різну інформацію про рух суден.

Всесвітня Морська Організація встановила деякі стандарти, які вдосконалюють вимоги International Convention for the Safety of Life at Sea щодо наявності відповідних радарів, які автоматично позначають цілі. Головна функція ARPA може бути описана твердженням, сформульованим в IMO Performance Standards. У ньому йдеться про вимогу до ARPA "поліпшити стандарт щодо запобігання зіткнень в морі, зменшити навантаження на спостерігача і дати йому можливість автоматично отримувати інформацію, щоб він міг працювати з безліччю цілей". Як видно з цього твердження принципова перевага ARPA - це зменшення навантаження на судноводія і більш повна і швидка інформація про вибрані цілі. Типова ARPA дає уявлення про поточну ситуацію і використовує комп'ютерні технології для прогнозування майбутніх ситуацій. ARPA оцінює ризик колізій і допомагає побачити оператору можливі маневри. У різних моделях ARPA представлених на ринку можна виділити функції, які зазвичай представлені:

1. Дійсне і відносне уявлення руху.
2. Автоматичне і ручне визначення цілей.

3. Цифровий висновок інформації про виявлені цілі, такий як курс, швидкість, точку перетину курсів (closest point of approach - CPA), час до точки перетину (time to CPA - TCPA) та інші.

4. Можливість відображення інформації про гіпотетичне зіткнення прямо на дисплеї, використання вектора руху або відображення зони небезпеки (Predicted Area of Danger - PAD).

5. Можливість здійснювати пробні маневри, включаючи зміни курсу і швидкості.

6. Автоматична земна стабілізація для навігаційних цілей. ARPA обробляє інформацію з радара набагато швидше ніж звичайні радари, але тут все ще є ряд обмежень.

MARPA системи

MARPA - Mini Automatic Radar Plotting Aid. MARPA - це можливість радара відстежувати цілі і запобігати зіткнення. Цілі при цьому повинні бути вказані вручну, але відслідковуватися будуть автоматично. Повинні визначатися відстань, азимут, швидкість цілі, напрям, CPA і TCPA, бути присутня безпечна і тривожна індикація. MARPA являється більш простою формою ARPA.

Системи відстеження цілей.

Відстеження цілей - це природна вимога, що пред'являється до систем, які використовують один або більше сенсорів, спільно з комп'ютерною підсистемою, щоб інтерпретувати оточення. Звичайні сенсорні системи, такі як, радар, інфрачервоні камера і сонар, видають вимірювання від різних джерел: target of interest, clutter або thermal noise . Для відстеження необхідно зібрати дані радара із зони спостереження, що містить потенційну ціль (цілі) і розбити їх на послідовності даних отриманих від одних і тих же цілей. Зауважте, що поняття мета тут вжито в широкому сенсі слова. Коли цілі сформовані і підтверджені (confirmed) (тобто прибраний фон і скорочено кількість помилкових цілей), можна оцінити їх кількість і обчислити деякі значення, такі як, швидкість, передбачене майбутнє становище, допоміжні

відомості для класифікації об'єктів. Так як більшість систем спостереження повинні відслідковувати безліч цілей, multiple target tracking (MTT) найважливіша функція у відстеженні. Припустимо, що цілі були сформовані за попередніми даними і доступна нова порція спостережень. У загальному випадку, дані спостереження можуть приходити через рівні інтервали часу (скани (scan) або кадри (frame)) або випадково. Ми будемо використовувати термін скан (scan) для позначення тих вимірів, що прийшли разом. Потім ці спостереження розглядаються на предмет включення в уже існуючі цілі або ініціалізацію нових цілей. Тепер, встановлюється зона, розрахована на основі максимальної допустимої відстані від цілі плюс деяка помилка. І тільки спостереження, що потрапили в цю зону, можуть стати "продовженням" цілі. Якщо в цю зону потрапляють кілька об'єктів, то виникають конфлікти. На Рис. 5.1 показані основні елементи типової MTT системи.

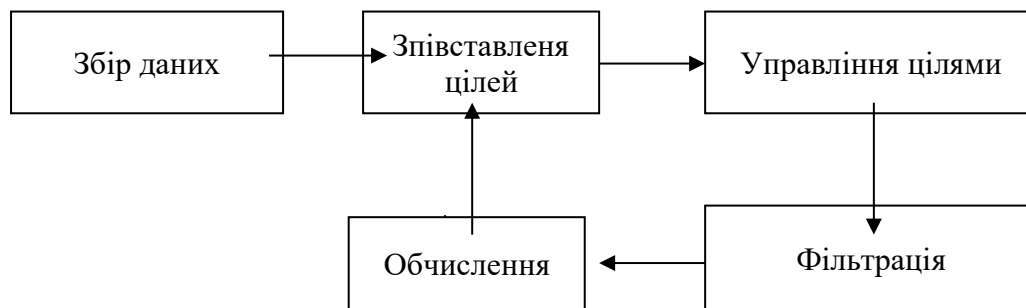


Рис. 5.1 - Типова MTT система.

Системи в використанні

З'являтися аналогічні рішення стали лише в останні кілька років. Одним з лідерів даної галузі є компанія Cambridge Pixel Ltd., заснована в 2007 році. Вона поставляє свої рішення провідним авіа - і суднобудівним компаніям США (Lockheed Martin, Northrop Grumman і ін).

Відома компанія Raymarine (r) виробляє навігаційне обладнання для катерів і яхт. Їх продукції притаманна дуже широка функціональність: робота з картплоттером, ехолотом, радаром, камерами спостереження, відображення даних двигуна і багато іншого. Але з того, що може допомогти судноводію,

вони пропонують лише системи AIS і стеження за метою за допомогою MARPA (при наявності даних про курс від курсового комп'ютера або високочастотного датчика вказівки курсу). Система MARPA не передбачає (не вимагає) автоматичного визначення цілей. Таким чином, виходить, що, навіть у одного з лідерів ринку навігаційного обладнання не вирішена задача автоматичного визначення цілей, не кажучи вже про рішення її при наявності перешкод.

5.4.2. Шляхи підвищення точностних характеристик

Наступною важливою проблемою, що стоїть перед радіолокацією, є забезпечення точності вимірювання основних параметрів і характеристик відбитих радіосигналів, що дозволяють визначати просторові координати і швидкість радіолокаційної цілі, а також відстань до цієї мети.

Виявлення радіолокаційних цілей, як уже говорилося, залежить виключно від енергії відбитого сигналу і не залежить від його виду і форми. Точність же вимірювання параметрів і характеристик сигналів залежить не тільки від їх енергії, але і від форми зондуючого сигналу. Із загальної теорії випливає, що для того щоб забезпечити високоточне визначення дальності та швидкості радіолокаційної цілі, що випромінюваний сигнал повинен мати якомога більшу тривалість у часі і мати якомога ширший спектр. (Останнє означає вимогу складності форми сигналу, його як би найбільшу відміну від самого простого радіолокаційного сигналу, яким є звичайна синусоїда). Таким вимогам задовольняють так звані складні сигнали, до яких відносяться лінійно-частотно-модульовані сигнали, сигнали з фазовою маніпуляцією, шумоподібні сигнали і ряд інших. Формування і застосування таких сигналів присвячені спеціальні розділи радіолокації. Неможливість викладу всіх проблем радіолокації в одній статті не дозволяє більш детально зупинитися на цьому питанні. Слід звернути увагу на парадоксальний висновок, що

найкращим за критерієм точності одночасного вимірювання дальності до цілі і її швидкості є ідеальний шумовий сигнал.

При читанні радіолокаційного зображення спостерігач стикається з появою на екрані різних помилкових лунь-сигналів, що заважають радіолокаційному спостереженню. Причинами їх появи можуть бути технічна недосконалість РЛС, фізичні явища, пов'язані з поширенням радіохвиль.

Внаслідок недосконалості антени не можуть збирати всю енергію в один пучок, званий головною пелюсткою. Частина енергії випромінюється і по бічних напрямках. Кількість цієї енергії невелика і складає в гарних антенах не більше 5% всієї випромінюваної енергії. Ці додаткові випромінювання називають бічними пелюстками. Лунь-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.

Якщо об'єкт знаходиться досить близько до антени і має гарну відбивну здатність, то лунь-сигнали від бічних пелюсток можуть засвітити екран РЛС. Лунь-сигнал від об'єкта, спричинений кожною боковою пелюсткою, з'являється на екрані в той момент, коли цей бічний пелюсток спрямований на об'єкт. Антена в цей момент не спрямована на об'єкт, але лунь-сигнал від бічної пелюстки з'явиться на екрані на пеленг антени, яка вказана напрямком розгортки. Дуже часто такі лунь-сигнали утворюють великі яскраво освітлені дуги, що утруднюють спостереження. Такі хибні лунь-сигнали можуть бути усунені зменшенням загального посилення і застосуванням ВАРУ (тимчасове автоматичне регулювання посилення).

Непрямі лунь-сигнали з'являються від реальних об'єктів, але в іншому напрямку, так як частина енергії, що посилюється антеною РЛС і відображена будь-якими металевими судновими конструкціями, досягає об'єктів і відбивається від них, в той час як розгортка спрямована в інший бік. Відбитий сигнал тим же шляхом повертається в антену і створює засвічення екрану в напрямку суднової конструкції, розташованої на відстані, відповідній істинній дальності до об'єкта.

Найчастіше неправдиві лунь-сигнали спостерігаються на тіньових секторах, тобто на постійних КУ, незалежно від КУ об'єкта. Вид помилкових лунь-сигналів зазвичай не відповідає виду прямого лунь-сигналу від того ж об'єкта. Якщо судно знаходиться близько до будівель, мостів і т.п., від них можуть виходити помилкові лунь-сигнали точно так само, як і від частин судна. Це зазвичай буває при плаванні в вузькості.

Точність вимірювання координат залежить від параметрів радіолокаційної станції. Наприклад, помилка у вимірі відстаней від об'єктів, при інших рівних умовах, зменшується зі зменшенням тривалості імпульсів. Помилка у визначенні напрямку на той чи інший об'єкт буде тим менше, чим більш вужчою буде діаграма спрямованості антени в горизонтальній площині.

Також точність вимірювання координат, як і будь-який процес вимірювання, залежить від помилок вимірювання. Помилки поділяються на систематичні і випадкові. Систематичними називаються помилки, що повторюються по величині і знаку від одного виміру до іншого. Систематичні помилки можуть бути визначені експериментально або розрахунковим шляхом і враховані у вигляді поправок за допомогою таблиць і графіків.

Випадковими є помилки, величина і знак яких змінюються від одного виміру до іншого. Їх точно передбачити і врахувати не можна.

Ці помилки є випадковими відхиленнями результатів вимірювань від істинного значення вимірюваної величини. На відміну від систематичних випадкові помилки врахувати неможливо, тому вони визначають в основному точність вимірювання координат. Випадкові помилки поділяються на середньоквадратичні, серединні, або ймовірні, і максимальні. Оцінка точності вимірювання координат, що вказується в паспорті РЛС, зазвичай характеризується середньозваженим значенням серединної (імовірної) помилки.

Точність дальності залежить від точності: часу запізнювання відбитого сигналу щодо зондуючого, помилок через наявність неврахованих затримок

сигналу в трактах передавача, приймача і індикатора, від випадкових помилок вимірювання дальності в індикаторних пристроях, від впливу перешкод.

Серединна (ймовірна) помилка вимірювання дальності в навігаційних РЛС перебуває зазвичай в межах 1% на шкалах дальності до 8 миль і 0,5% на шкалах вище 16 миль.

Точність вимірювання кутових координат залежить: від ширини діаграми спрямованості антени в горизонтальній площині, від рівня перешкод, від узгодженості кута передачі повороту антени і лінії розгортки на індикаторі та ін.

Прийняті відбиті сигнали спостерігаються на екрані індикатора одночасно з різними перешкодами і, в першу чергу, власними шумами приймача. Щоб об'єкт був виявлений, відбитий сигнал від об'єкта необхідно виділити на екрані на тлі шумів, що складаються при яскравій позначці з великої кількості освітлених крапок різної яскравості і форми (зернистий фон). Спостережуваність залежить як від параметрів РЛС, так і від зовнішніх причин (чутливості зору оператора, кольору світіння екрана, зовнішнього освітлення).

Параметрами РЛС, які особливо впливають на спостережуваність сигналів на екрані індикатора, є: швидкість огляду простору, частота проходження імпульсів, тривалість імпульсів, ширина смуги пропускання приймача, яскравість зображення, післясвітіння екрану, якість фокусування електронного променя, ширина діаграми спрямованості антени, посилення приймача.

При збільшенні швидкості обертання антени (швидкості огляду) кількість прийнятих відбитих імпульсів від об'єктів зменшується, тому зі збільшенням швидкості огляду спостережуваність буде погіршуватися.

На спостережуваність сигналів на тлі шумів великий вплив чинить ефект інтегрування або усереднення зображення на екрані індикатора, що викликається інерційністю зору спостерігача, післясвітінням екрану ЕПТ і накладенням декількох робочих ходів розгортки, що сліднують з частотою

проходження зондувальних імпульсів, на одну і ту ж точку (місце) екрана . Шумові крапки, що світяться будуть розподілятися хаотично, тому зі збільшенням частоти проходження імпульсів до певної величини (1000- 2000 ім/с) спостережуваність сигналів буде поліпшуватися.

Вплив тривалості імпульсів обумовлено тим, що зі збільшенням тривалості імпульсу розширюється відмітка об'єкта на екрані індикатора і звужується смуга спектра сигналу, від чого зменшується потужність шумів. Спостережуваність сигналів в цьому випадку буде збільшуватися.

При розширенні діаграми спрямованості антени збільшується число відбитих імпульсів і збільшуються розміри позначки об'єкта на екрані ЕПТ, набуваючи більш виражений дугоподібний характер. При цьому підвищується контрастність зображення сигналу на шумовому фоні.

Збільшення післясвітіння і яскравості зображення на екрані підвищує спостережуваність, оскільки в цьому випадку запам'ятовують властивості екрану і інтегрується більше число імпульсів.

Фокусування електронного променя впливає на розмір діаметра плями на екрані. Погіршення фокусування, що супроводжується збільшенням діаметра плями, погіршує спостережливість, відміток, так як при цьому зменшується яскравість позначки.

Посилення приймача впливає на амплітуду напруги сигналу, тому для поліпшення спостережливості рекомендується працювати при більшому посиленні приймача, якщо це не викликає збільшень перешкод за рахунок відображення від схвильованої морської поверхні та ін.

На спостережливість сигналів також впливає розташування позначок на екрані ЕПТ. Найкраща спостережливість має місце коли відмітка об'єкта розташовується поблизу середини лінії розгортки. Це особливо позначається на індикаторах з великим діаметром екрану. Наближення позначки до центру екрану зменшує розміри позначки, а надмірне видалення від центру послаблює яскравість сигналів внаслідок підвищення лінійної швидкості переміщення крайніх точок лінії розгортки.

Однак, якщо врахувати підвищення кутової роздільної здатності РЛС і збільшення протяжності позначки, то виявляється доцільним так вибирати масштаб шкали дальності індикатора, щоб позначки від об'єктів на екрані розташовувалися не менше ніж на половині радіуса екрану.

Основними технічними характеристиками, або параметрами суднової РЛС імпульсного типу є: довжина хвилі, частота проходження і тривалість імпульсів, потужність РЛС, чутливість і смуга пропускання приймача, спрямованість антени і ін. Довжина хвилі суднової РЛС вибирається виходячи з вимог: забезпечити роботу імпульсами малої дальності; отримати мінімальну ширину діаграми спрямованості антени в горизонтальній площині без збільшення розмірів антени; забезпечити виявлення не тільки великих, а й малих низькорозташованих надводних об'єктів; отримати задану дальність дії тощо.

Найбільшого поширення набули суднові навігаційні РЛС, що працюють на хвилі $\lambda = 3,2$ см. Застосування цієї довжини хвилі дозволяє отримати імпульси тривалістю до 0,1-0,05 мкс, виконати завдання виявлення низькорозташованих малих надводних об'єктів, порівняно зменшити вплив метеорологічних факторів на дальність дії РЛС.

При необхідності підвищити дальність радіолокаційного спостереження і позбутися від заважаючих віддзеркалень від дощових крапель, низьких хмар і ін. використовують РЛС, що працюють на хвилі 10 см. При цьому через розширення діаграми спрямованості антени в горизонтальній площині до 2-3° і збільшенні тривалості імпульсу до 1 мкс роздільна здатність РЛС по дальності і кутових координатах погіршується і знижується точність визначення координат.

Берегові станції і СУДС використовують станції мм діапазону для збільшення чіткості радіолокаційної картини.

Основні особливості берегових станцій:

- Підвищена інформативність радіолокаційного зображення;

- Можливість оцінки ракурсу і лінійних розмірів судна з найбільшим ступенем довіреності і в найкоротші терміни;
- Оперативність оцінки ситуації і динаміки її розвитку;
- Малі маса, габарити і енергоспоживання, що значно спрощує установку всередині портів;
- Обробка і відображення інформації реалізується на базі персонального комп'ютера з використанням кольорових моніторів ультра високої роздільної здатності;
- Забезпечується можливість реєстрації звукової і радіолокаційної інформації не менше ніж за 3 доби;
- Антенний приймально-передавальний пристрій (АППУ) виконано у вигляді моноблока;
- Обертання антени забезпечується безредукторним приводом.

Основні переваги РЛС полягають у використанні 8-мм діапазону, в застосуванні сучасної елементної бази та цифрової обробки інформації.

5.4.3. Похибки суднового навігаційного обладнання

Значення похибок ґрунтуються на наступних значеннях похибок датчиків інформації, характеристики яких відповідають вимогам ІМО для суднового навігаційного обладнання.

Позначення: σ (сигма) - середньоквадратичне відхилення. Для розрахунку з імовірністю 95% треба взяти 2σ

Радіолокаційна станція:

а) за рахунок флуктуацій центру відображення цілі (для судна довжиною 200 м.)

уздовж довжини цілі $\sigma = 30$ м;

вздовж найбільшої ширини цілі $\sigma = 1$ м;

б) за рахунок бортової і кільової хитавиці

похибка пеленга з максимальним значенням на курсових кутах цілі 45, 135, 225, 315. І рівна нулю на курсових кутах 0, 90, 180, 270, змінюється синусоїдально з подвоєною частотою хитавиці. Для хитавиці 10 градусів середнє значення цієї похибки дорівнює 0,22є. З накладенням синусоїдальної похибки з амплітудою 0,22є;

с) за рахунок форми головної пелюстки

середньоквадратична похибка у визначенні пеленга, дорівнює 0,05є (при нормальному розподілі);

d) за рахунок форми зондуючого імпульсу

середньоквадратична похибка у визначенні дальності, дорівнює 20 м (при нормальному розподілі);

е) за рахунок люфту антени

максимальна похибка в визначенні пеленга, дорівнює 0,05° (при рівномірному розподілі);

f) за рахунок квантування

максимальні похибки у визначенні пеленга - 0,1° і дальності - 0,01 милі відповідно (при рівномірному розподілі).

Якщо пристрій кодування пов'язаний з сельсином, середньоквадратична похибка у визначенні пеленга не перевищує 0,3° . При нормальному розподілі.

Гірокомпас.

Залишкова стала похибка не перевищує 0,5є, середньоквадратичне значення випадкової похибки становить 0,12є. При нормальному розподілі.

Лаг.

Залишкова постійна похибка калібрування не перевищує 0,5 вузла, середньоквадратичне значення випадкової похибки становить 0,07 вуз., при нормальному розподілі.

6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ

6.1 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі

Розрахунок виконаний на підставі завдання і даних, отриманих у попередніх розділах цієї дипломної роботи, взятих із 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 «MSC Loreto» з порту Дієппе в порт Портленд зведені в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 - Початкові дані для розрахунку рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Дедвейт т/х «MSC Loreto»	D_w	Тон	97517
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	2018,41
3	Відстань між портами	L	милі	2928
4	Кількість навантаженого вантажу:	$\Sigma Q_{шт}$	шт	6597
5	Фрахтова ставка за 1 шт вантажу	f_l	\$/шт	450
6	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	шт/доб.	1800
7	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	шт/доб.	1900
8	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	18,3
9	Швидкість в каналах, вузостях	v	кан. вуз.	10,0
10	Добова витрата палива на ходу:			
	важке	q^6_x	тон/доб	198,0
	легке	$q^л_x$	тон/доб	5,0
	Добова витрата палива на стоянці:			
	легке	$q_{ст}$	тон/доб	26,0
11	Ціна 1 тони палива: важке	$Ц_в$	\$/т	420
	легке	$Ц_л$	\$/т	600

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5
12	Балансова вартість судна	$C_{бал}$	\$	19503400
13	Річна норма амортизації	Ha	%	10
14	Позаексплуатаційний час	$T_{зе}$	діб.	15
15	Чисельність екіпажу	$Ч_{ек}$	чол.	23
16	Час затримки в дорозі	$t_{зат}$	доб.	-
17	Додатковий час в портах стоянки	$t_{доод}$	доб.	0,7
18	Заробітна платня	$R_{зн}$	\$/доб	3100
19	Витрати на технічне постачання	$R_{т.пос}$	\$/доб	550
20	Навігаційні витрати	$R_{нав}$	\$/доб	300
21	Портові збори	$R_{порт}$	\$	57120
22	Агентування суден	$R_{аг}$	\$/доб	300
23	Витрати на страхування судна	$R_{стр}$	\$/доб	450
24	Витрати на ремонт	$C_{рем}$	\$/мр.п.	1000000
25	Вартість одного доковання	$C_{док}$	\$	90000

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

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

$$D_{ч} = D_{в} - G_{зан}, \quad (6.1)$$

$$D_{ч} = 97517 - 2018,41 = 95498,59 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

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

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

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

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

$$t_x = 2928 / (18,3 \times 24) = 6,7 \text{ діб}$$

- стоянковий час:

$$t_{cm} = t_{cm}^n + t_{cm}^6 = \left(\frac{Q_1}{M_{n1}} \right) + \left(\frac{Q_1}{M_{61}} \right) + t_{don} \quad (6.4)$$

$$t_{cm} = 6597 / 1800 + 6597 / 1900 + 0,7 = 7,8 \text{ діб.}$$

- час рейсу складе:

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

$$t_p = 6,7 + 7,8 = 14,5 \text{ діб}$$

4. Розрахуємо провізну спроможність судна:

- зроблено шт-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 6597 \times 2940 = 19395180 \text{ шт-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_q L = 97517 \times 2928 = 285529776 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

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

$$\Sigma F_{рейс} = 6597 \times 450 = 2968650 \text{ $/рейс}$$

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 ($R_{зн}$) 3100 \$/добу;

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

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

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

$$R_{хар} = 23 \times 12 = 276 \text{ $/добу;}$$

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

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

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

t_{mn} – міжремонтний період 5 років.

$$R_{рем} = ((90000 + 1000000) / 5) / 350 = 623 \text{ \$/добу}$$

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

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

$$R_{ам} = (19503400 \times 0,1) / 350 = 5572 \text{ \$/добу};$$

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

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

де $H_{сн}$ - норма постачання;

$$R_{сн} = (19503400 \times 0,02) / 350 = 1114 \text{ \$/добу};$$

- витрати на технічне постачання ($R_{т.пос.}$) 550 \\$/добу;
- навігаційні витрати, \\$/добу ($R_{нав}$) 300 \\$/добу;
- портові збори ($R_{порт}$) 57120 \\$/рейс;
- витрати з агентування ($R_{аг}$) 300 \\$/добу;
- витрати на страхування ($R_{стр}$) 450 \\$/добу.

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

$$R_{екс} = 3100 + 276 + 623 + 5572 + 1114 + 550 + 300 + 57120 / 14,5 + \\ + 300 + 450 = 16224 \text{ \$/ добу}$$

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 %.

$$R_{кос.} = 16224 \times 0,02 = 324 \text{ \$/добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{заг} = 16224 + 324 = 16548 \text{ \$/добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{\text{общ.екс}} = 16548 \times 14,5 = 239946 \text{ \$/рейс}$$

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

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

$$R_x^6 = k_{cm} \cdot q_x \cdot C_6 \quad (6.15)$$

$$R_x^l = k_{cm} \cdot q_x \cdot C_l \quad (6.16)$$

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

$$R_x^6 = 1,1 \times 198,0 \times 420 = 91476 \text{ \$/ добу}$$

$$R_x^l = 1,1 \times 5,0 \times 420 = 2310 \text{ \$/ добу}$$

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

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

$$R_{cm}^l = 1,1 \times 26,0 \times 600 = 17160 \text{ \$/ добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

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

$$\Sigma R_{\text{пер}} = (91476 + 2310) \times 6,7 + 17160 \times 7,8 = 762214 \text{ \$/рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{\text{рейс}} = 239946 + 762214 = 1002160 \text{ \$/рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

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

$$\Sigma \Pi_{\text{рейс}} = 2968650 - 1002160 = 1966490 \text{ \$/рейс}$$

Прибуток судна «MSC Loreto» з порту Дієппе в порт Портленд з вантажем контейнери за рейс склав 1966490 \\$/рейс.

Розраховуємо якісні показники роботи судна в рейсі по методиці:

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

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

$$K_e = 350 / 3324 = 0,959$$

2. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

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

$$V_{cp} = 2928 / 6,7 = 437$$

3. Коефіцієнт ходового часу:

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

$$\varepsilon_x = 6,7 / 14,5 = 0,462$$

4. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

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

$$\mu_6 = 0,986 \times 437 \times 0,462 = 199,07$$

5. Валова прибутковість одних судно-днів:

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

$$\mu = 2968650 / 14,5 = 204734 \text{ \$ / доба}$$

6. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

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

$$S_{ум} = 1002160 / 6597 = 151,91 \text{ \$ / шт}$$

7. Собівартість 1 тонно-милі в рейсі:

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

$$S_{ум-м} = 1002160 / 19395180 = 0,0516706 \text{ \$ / шт-м}$$

8. Собівартість утримання судна в добу експлуатації:

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

$$S_{с-д} = 1002160 / 14,5 = 69114 \text{ \$ / доба.екс}$$

10. Рівень прибутковості являє відношення доходів до витрат:

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

$$PF = 2968650 / 1002160 = 2,96$$

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.

6.2. Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу

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

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$Ч_p = T_{екс} / t_p \quad (6.30)$$

$$Ч_p = 350 / 14,5 = 24,14$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma Q_{екс} = 6597 \times 24,14 = 159252 \text{ шт / рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

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

$$\Sigma Ql_{екс} = 19395180 \times 24,14 = 468199645 \text{ шт-миль / рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma F_{екс} = 2968650 \times 24,14 = 71663211 \text{ \$ / рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma R_{екс} = 1002160 \times 24,14 = 24192142 \text{ \$ / рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma П = П_p Ч_p \quad (6.35)$$

$$\Sigma П = 1966490 \times 24,14 = 47471069 \text{ \$ / рік}$$

7. Рівень прибутковості роботи судна за експлуатаційний період:

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

$$PF = 71663211 / 24192142 = 2,96$$

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

Таблиця 6.2 - Кількісні і якісні показники виконаного рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Валовий дохід	F	\$	2968650
2	Затрати загальні	R	\$	1002160
3	Прибуток	Π	\$	1966490
4	Коефіцієнт ходового часу	ε_x		0,462
5	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	милі/доб	437
6	Дохідність судна	μ	\$/ доб	204734
7	Рівень дохідності	PF		2,96
8	Собівартість перевезення 1 шт вантажу	$S_{шт}$	\$/шт	151,91
9	Собівартість 1 шт-милі	$S_{шт-м}$	\$/шт-м	0,0516706
10	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	$S_{с-д}$	\$/доб.	69114

В результаті проведених розрахунків, наведених у таблиці 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень прибутковості 2,96, прибуток 1966490 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 47471069 \$. Судно «MSC Loreto» доцільно використовувати на даній лінії.

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)

Грузове судно «Baltic Betina» стоїть біля причалу № 12 порту Дурбан (Південна Африка). Отримано повідомлення про вибух в районі спеціалізованого перевантажувального комплексу для рідких хімічних наливних вантажів. Внаслідок терористичного акту сталося аварійне знеструмлення і вихід з ладу вантажної системи танкера-хімовоза. Виникла аварійна ситуація призвела до розливу зрідженого хлору, що є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). Кількість розливої СДОР – 4 т, характер розливу «вільно». На території порту оголошена терористична загроза. Метеорологічні умови на момент аварії: час доби – день, 14.00, температура повітря 0⁰, швидкість вітру 6 м/с, вітер зустрічний, суцільна хмарність. Відстань до аварійного судна – 1 км. Місцевість відкрита, характер – водна поверхня.

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

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

7.1.2. Оцінка масштабів хімічного зараження території

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

об'єктах морського транспорту (Додаток 1 до Методичних вказівок по виконанню розділу «Охоронні заходи і цивільна оборона на судні» дипломних робіт).

1) Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря

За заданими метеорологічними умовами (час доби – день, 09:00, швидкість вітру 6 м/с, суцільна хмарність) за допомогою таблиці 7.1 визначаємо: на момент виникнення надзвичайної ситуації ступінь вертикальної стійкості повітря ступень вертикальної стійкості повітря - ізотермія.

Таблиця 7.1 – Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

Швидкість вітру, м/с	Час доби					
	День			Ніч		
	Наявність хмарності					
	відсутня	Середня	суцільна	відсутня	середня	суцільна
0,5	конвекція	Конвекція	ізотермія	інверсія	інверсія	ізотермія
0,6-2,0	конвекція	Конвекція	ізотермія	інверсія	інверсія	ізотермія
2,1 – 4,0	конвекція	Ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія
> 4,0	ізотермія	Ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія

2) Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі

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

Еквівалентна кількість Q_{91} (т) аміака у первинній хмарі дорівнює:

$$Q_{91} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_{71} \cdot Q_0 = 0,18 \cdot 1 \cdot 0,23 \cdot 0,6 \cdot 4 = 0,1 \text{ т}, \quad (7.1)$$

де: $K_1 = 0,18$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання хлору (табл. 7.2); $K_3 = 1$ – коефіцієнт (табл. 7.2); $K_5 = 0,23$ – коефіцієнт, що враховує ступінь вертикальної стійкості повітря для ізотермія (для інверсії приймається рівним 1, для ізотермії – 0,23, для конвекції – 0,08); $K_{71} = 0,6$ – коефіцієнт, що

враховує вплив температури повітря на швидкість утворення первинного хмари (табл. 7.2); $q_0 = 4$ т – кількість мазуту, що при аварії хлору.

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

Площа розливу S_p (м²) сірководню дорівнює:

$$S_p = \frac{Q_0/p}{h} = \frac{4/1,558}{0,05} = 51,34 \text{ м}^2 \quad (7.2)$$

де: V_p – об'єм сірководню, що розлився, м³; $Q_0 = 4$ т – кількість сірководню, що розлився при аварії; $\rho = 1,558$ т/м³ – щільність сірководню (табл. 7.2); $h = 0,05$ м – товщина шару сірководню (для характеру розливу – «вільно»).

Таблиця 7.2 – Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найменування СДОР	Щільність СДОР, т/ м ³		Температура кипіння, °С	Порогова токсодоза, мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів							
	Газ	Рідина			K1	K2	K3	K7 для температури повітря (°С)				
								-40	-20	0	20	40
Сірково день	-	1,558	-34,1	0,6	0,18	0,052	1	<u>0</u> 0,9	<u>0,3</u> 1	<u>0,6</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1,4</u> 1

Примітка. У таблиці наведені значення K_7 для вторинної хмари, тобто $K_7 = K_{7.П}$

Тривалість вражаючої дії СДОР визначається часом, що потрібний на його випаровування з площі розливу, і часом, протягом якого триває спад його концентрації до безпечного рівня після відходу хмари зараженого повітря від заданої точки.

Розраховуємо тривалість вражаючої дії T (год.) сірководню:

$$T = \frac{h \cdot \rho}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_{7.П}} + \frac{1}{K_M \cdot v_{П}} = \frac{0,05 \cdot 1,558}{0,052 \cdot 2,67 \cdot 1} + \frac{1}{1 \cdot 35} = 0,59 \quad (7.3)$$

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

Таблиця 7.3 – Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

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

Таблиця 7.4 – Значення коефіцієнту K_m залежно від впливу характеру місцевості

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

Таблиця 7.5 – 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									
	$1 \leq$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Інверсія	5	10	16	21	-	-	-	-	-	-
Ізотермія	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59
Конвекція	7	14	21	28						

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

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

$$=(1-0,18)*0,052*1*2.67*0,23*1*1*4/(0,05*1.558)=1,34 \text{ т} \quad (7.4)$$

де: $K_6 = N_{0,8} = 10,8 = 1$ – коефіцієнт, що залежить від часу N , що пройшов з моменту початку аварії (за умовою задачі $N = 1$ год); $K_{7\Pi} = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення вторинної хмари (табл. 7.2).

4) Визначення глибини і площі зони зараження

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

Таблиця 7.6 – Глибина (км) зони зараження

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

Первинна хмара дорівнює $Q_{31} = 0,1$ т та швидкості вітру $u = 6$ м/с глибина зони зараження буде дорівнювати: $\Gamma_1 = 0,49$ км.

Для $Q_{32} = 1,34$ т та швидкості вітру $u = 6$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою сірковуглецю: $\Gamma_2 = 6,05$ км.

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 6,05 + 0,5 \cdot 0,49 = 6,3 \text{ км}, \quad (7.5)$$

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

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

$$\Gamma_{\Pi} = N \cdot v_{\Pi} = 1 \cdot 35 = 35 \text{ км}. \quad (7.6)$$

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

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{matrix} \right\} = 6,3 \text{ км.} \quad (7.7)$$

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

$$S_b = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^\circ = 3,14 \cdot 6,3^2 \cdot 45^\circ / 360^\circ = 15,58 \text{ км}^2, \quad (7.8)$$

де: $\Gamma = 6,3$ км – розрахункова глибина зони зараження; $\varphi = 90^\circ$ - кутовий розмір зони зараження (табл. 7.7).

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

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

Визначаємо площу зони фактичного зараження S_f (км²):

$$S_f = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 6,3^2 \cdot 1^{0,2} = 5,28 \text{ км}^2, \quad (7.9)$$

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

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

Територія можливого хімічного зараження представляє собою сектор, що має кутовий розмір $\varphi = 90^\circ$ (табл. 7.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 6,3$ км. Центр сектора співпадає з джерелом зараження – місцем розливу сірководню. Бісектриса сектора співпадає з віссю сліду хмари та орієнтована по напрямку вітру.

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

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ_l (км):

$$\Gamma_l = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_l} \right)^\Psi = 1,2 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,44}{6} \right)^{0,537} = 0,56 \text{ км}, \quad (7.10)$$

де: $\lambda = 1,2$; $\Psi = 0,537$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (табл. 7.8); $Q_3 = 1,44$ т – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в

первинну і вторинну хмару; $D_{\text{л}} = 6$ мг.хв/л – летальна токсодоза для сірководню

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

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

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

$$\Gamma_{0,4\text{л}} = \lambda \cdot K_{\text{м}} \cdot \left(\frac{Q_{\text{э}}}{D_{0,4\text{л}}} \right)^{\psi} = 1,2 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,44}{2,4} \right)^{0,537} = 0,91 \text{ км}, \quad (7.11)$$

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

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

$$\Gamma_{0,2\text{л}} = \lambda \cdot K_{\text{м}} \cdot \left(\frac{Q_{\text{э}}}{D_{0,2\text{л}}} \right)^{\psi} = 1,2 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,44}{1,2} \right)^{0,537} = 1,32 \text{ км}, \quad (7.12)$$

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

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 6,3$ км.

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

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

$$t = \frac{x}{K_{\text{м}} \cdot v_{\text{п}}} \approx 1,7 \text{ хв} \quad (7.13)$$

де: $x = 1$ км – відстань від джерела зараження до заданого об'єкту.

7.1.3. Висновки та рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

Проведена оцінка масштабів хімічного забруднення території в результаті аварійного розливу ємності з хлором показала, що хмара зараженого повітря досягне судна через 1,7 хвилини. Для зменшення можливих людських втрат необхідно: негайно зупинити швартовні операції, проінформувати екіпаж судна про надзвичайну ситуацію в порту і якомога швидше прибрати всіх членів екіпажу з палу в надбудову.

Враховуючи, що час дії вражаючих концентрацій буде 1 годину, слід протягом цього часу забезпечувати підвищену готовність екіпажу до виконання додаткових заходів, пов'язаних із загрозою хімічного зараження.

7.2. Розподіл обов'язків і відповідальності щодо забезпечення охорони судна

Розподіл обов'язків та відповідальності членів екіпажу, залучених до охорони судна, визначається наказом капітана. Насамперед, це відноситься:

- до вахтового помічника капітана і персоналу палубної вахти;
- до вахтовому механіку і персоналу машинної вахти;
- до персоналу, відповідального за своїм завідуванням.

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

Обов'язки і відповідальність вахтового помічника капітана:

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

Вахтовий механік очолює машинну вахтову службу. Він підпорядковується вахтовому помічнику капітана та несе відповідальність за контроль і керування судновою енергетичною установкою і технічними засобами. З питань охорони судна вахтовий механік підпорядковується також особи командного складу, відповідальної за охорону судна, і виконує покладені на вахтового механіка обов'язки по охороні.

Обов'язки і відповідальність вахтового механіка:

- виконує вказівки вахтового помічника капітана та особи командного складу, відповідальної за охорону судна, що стосуються підтримання відповідного рівня охорони або переходу на новий рівень охорони;
- організує та забезпечує виконання заходів охорони, передбачених планом охорони судна, з залученням персоналу машинної вахти.

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

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

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

Обов'язки з охорони судна додатково включені в коло вже існуючих прямих обов'язків суднового екіпажу. Персонал, який несе вахту на палубі, або вахтовий персонал машинного відділення, здійснюють обходи судна, що виконують обов'язки патруля безпеки в ході звичайного щоденного виконання своїх обов'язків з несення вахти.

ВИСНОВОК

Робота присвячена комплексному опрацюванню та дослідженню етапів переходу т/х «MSC Loreto» за маршрутом Дієппе – Портленд, розглянуто найбільш важливі в повсякденній роботі судноводіїв теми: навігаційна підготовка до переходу, складання вантажного плану, аналіз економічної ефективності рейсу, питання охоронних заходів та цивільної оборони на судні.

Навігаційна підготовка до переходу показала, що рейс по опрацьованому маршруту безпечний з погляду гідрометеорологічних та навігаційно-гідрографічних умов та їх впливом на судно. Під час підготовки до переходу були враховані приливні явища у портах відходу та приходу, щоб мати необхідний безпечний кліренс під час виходу та заходу у порт та біля причальної стінки під час вантажних операцій. Були зроблені розрахунки при плаванні по дузі великого кола.

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

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

У дослідницькій главі було досліджено системи обробки сигналів РЛС.

У главі присвяченій охоронним заходам і цивільній обороні на судні, розглянули і оцінили масштаби хімічного зараження території, проробили такі питання як стандартні робочі процедури по прийняттю відповідних заходів у разі порушення захисту судна.

Загалом перехід судна «MSC Loreto» за маршрутом Дієппе – Портленд є безпечним, як з боку питань безпеки мореплавства так і з боку безпеки проведення вантажних операцій, є економічно вигідним і рентабельним.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Крушельницька О.В. Методологія та організація наукових досліджень: [навчальний посібник] / О.В. Крушельницька. – К.: Кондор, 2003. – 192 с.
2. П'ятницька-Познякова І.С. Основи наукових досліджень у вищій школі: [навчальний посібник] / І.С. П'ятницька-Позднякова. – К., 2003. – 116 с.
3. Шейко В.М., Організація та методика науково-дослідницької діяльності: [підручник] / В.М. Шейко, Н.М. Кушнарєнко. – К.: Знання, 2004. – 307 с.
4. Національний освітній глосарій: вища освіта / [Захарченко В.М., Калашнікова С.А., Луговий В.І., Ставицький А.В., Рашкевич Ю.М., Таланова Ж.В.]; за ред.. В.Г. Кременя. – [2-е вид.] – К.: ТОВ «Видавничий дім «Плеяди», 2014. – 100 с.
5. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78) Chapters V, VI, VII.
6. Конвенція та кодекс з підготовки і дипломування моряків та несення вахти (STCW-78 з поправками), Розділ VIII.
7. Резолюція ІМО А.893 (21) – 1999 р. «Керівництво по плануванню рейсу».
8. Bridge Procedures Guide, 5th Edition, 2016.
9. Bridge Team Management, 2nd Edition, 2004.
10. Савчук В. Д. Технологія перевезення вантажів: підруч. / В. Д. Савчук. – Одеса: ВидавІнформ, 2008. – 335 с.
11. International convention on Load Lines, 1966/1988.
12. International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code).
13. IMDG Code, Supplement 2010 edition.
14. Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing (CSS Code) 1988.
15. ІМО. International Code on Intact Stability, 2008.
16. Правила класифікації та побудови морських суден. В 5-ти т. Том 2. – Київ: Регістр судноплавства України, 2014.

17. Code of the International Standards and Recommended Practices for a Safety Investigation into a Marine Casualty or Marine Incident (IMO resolution MSC.255(84)).
18. Asyali E., 2012, 'The Role of ECDIS in Improving Situation Awareness', 2012 IAMU Conference paper, pp 124.
19. Khattab T.M., Eslam M.G., 2016, 'Electronic Chart Display And Information System (ECDIS) Legal aspects and case study on CLM Thames', International Journal of Mechanical Engineering (IJME), Vol. 5, Issue 1, pp 96.
20. Mads R.N., 2016, 'How a ship's bridge knows its position – ECDIS assisted accidents from a contemporary human factors perspective', Lund university, pp 14.
21. Ott C., Drablos K., 2014, 'Electronically guided Accidents', Sklud PI, pp 93, 94.
22. Pleskacz K., Uriasz J., 2011, 'Understanding Information Systems', Annual of Navigation, Maritime University of Szczecin, pp 5.
23. Zakirul B., 2012, 'ECDIS Display, Safety Settings and Alarm Management', 2012, IAIN Conference, pp 6.
24. 'Grounding of CSL THAMES', MAIB Accident Report 2012, available from https://assets.publishing.service.gov.uk/media/547c6f8240f0b60244000021/CSLT_hames.pdf
25. IMO - SOLAS Chapter V Regulation 19.2, available from <http://www.ecdisinfo.com/media/msc-282-86----chap-v-reg-19.pdf>
26. com/media/msc-282-86----chap-v-reg-19.pdf
27. 'Report on the investigation of the grounding of CFL Performer Haisborough Sand North Sea 12 May 2008', Report No 21/2008, Southampton 2008, available from https://assets.publishing.service.gov.uk/media/547c7001e5274a428d000063/CFLP_erformerReport.pdf
28. Винников В.В. Экономика предприятия морского транспорта (экономика морских перевозок): - 3 изд., перераб. доп. – О.: Феникс, 2011. – 944 с.

29. 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.
30. Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи. – Одеса: НУ «ОМА», 2017, с. 20.