

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

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра Судноводіння

## ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА

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

Білякова Гліба Сергійовича

---

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи: «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна  
«MSC Shina V» за маршрутом Бусан (Busan)- Ласаро Карденас (Lázaro  
Cárdenas)

Підпис магістранта 

Завідуючий кафедрою \_\_\_\_\_

Керівник  Поліков Н.О

Рецензент \_\_\_\_\_

Нормоконтроль \_\_\_\_\_

м. Одеса  
2025 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут навігації

кафедра Судноводіння

спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Завідуючий кафедрою

"\_\_" "\_\_" 20\_\_р

**З А В Д А Н Н Я**

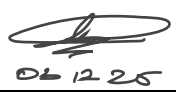
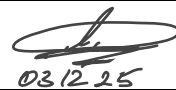
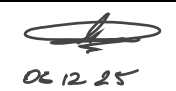
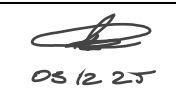
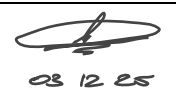
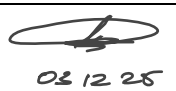
по дипломній роботі магістранта

Білякова Гліба Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «MSC Shina V» за маршрутом Бусан (Busan)- Ласаро Карденас (Lázaro Cárdenas)  
затверджена наказом по академії від " 1 " грудня 2025 р. № 1455
2. Строк здачі курсантом закінченої роботи "3" грудня 2025 року
3. Вхідні дані до роботи:  
Ворохобін та ін. Методичні вказівки до виконання магістерської роботи  
Ship's particulars, Trim and Stability Booklet  
Nautical Publications
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  
Аналіз особливостей льодової навігації Північно-Західним проходом
5. Перелік графічного матеріалу:  
Wheelhouse Poster  
Графічний план переходу  
Вантажний план судна  
Діаграми статичної остійності на відхід та на прихід

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

| Розділ (визначається кафедрою)                                       | ПІБ консультанта | Підпис і дата                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Характеристики судна                                              | Голіков А.О.     | <br>03.12.25 |
| 2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу               | Голіков А.О.     | <br>03.12.25 |
| 3. Обробка та розміщення вантажів                                    | Голіков А.О.     | <br>03.12.25 |
| 4. Оцінка морехідних якостей судна                                   | Голіков А.О.     | <br>03.12.25 |
| 5. Аналіз особливостей льодової навігації Північно-Західним проходом | Голіков А.О.     | <br>03.12.25 |
| 6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі            | Голіков А.О.     | <br>03.12.25 |
| 7. Охоронні заходи та цивільна оборона на судні                      | Голіков А.О.     | <br>03.12.25 |

7. Календарний план дипломної роботи магістранта

| № п/п | Назва етапів роботи                                               | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------|
|       | Вступ. Характеристики судна                                       | Вересень 2025                 |          |
|       | Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу               | Жовтень 2025                  |          |
|       | Обробка та розміщення вантажів                                    | Жовтень 2025                  |          |
|       | Оцінка морехідних якостей судна                                   | Жовтень 2025                  |          |
|       | Аналіз особливостей льодової навігації Північно-Західним проходом | Листопад 2025                 |          |
|       | Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі            | Листопад 2025                 |          |
|       | Охоронні заходи та цивільна оборона на судні.<br>Висновки         | Грудень 2025                  |          |
|       |                                                                   |                               |          |

8. Дата видачі завдання 03.08.2025

Керівник 

Завдання до виконання прийняв 

Магістерська робота містить 158 с., 48 використаних джерел.

В магістерській роботі виконано комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу т/х «MSC Shina V» за маршрутом Бусан (Busan)- Ласаро Карденас (Lázaro Cárdenas).

Вантаж – 7516 контейнеров.

В роботі проведено аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу. Було розраховано кількість вантажу, запасів для здійснення безпечного переходу.

У дослідницькому розділі розглянуто аналіз особливостей навігації у льодових умовах району Північно-Західного проходу.

Проведено аналіз та розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі.

Додатково розглянуто тему безпеки і охорони на морі.

Ключові слова: безпека судноплавства, оцінка морехідних якостей судна.

The Master's thesis consists of 158 pages and uses 48 sources.

The Master's thesis performs a comprehensive study and research of the voyage stages of the m/v "MSC Shina V" along the Busan – Lázaro Cárdenas route.

The cargo consists of 7,516 containers.

The thesis includes an analysis, assessment, and planning of the navigational passage. The quantity of cargo and supplies necessary for the execution of a safe voyage were calculated. The research section examines the analysis of navigation peculiarities in the ice conditions of the Northwest Passage region.

An analysis and calculation of the vessel's economic performance indicators during the voyage were conducted.

Additionally, the topic of maritime safety and security is addressed.

**Keywords:** safety of navigation, assessment of vessel seaworthiness.

## ЗМІСТ

### Вступ

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Характеристики судна.....                                                      | 8  |
| 1.1 Загальні відомості і головні розміри судна.....                               | 8  |
| 1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна.....                          | 10 |
| 1.3 Маневрені характеристики.....                                                 | 10 |
| 1.4 Навігаційне обладнання.....                                                   | 14 |
| 1.5 Забезпечення непотоплюваності .....                                           | 15 |
| 2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу.....                       | 19 |
| 2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу.....          | 19 |
| 2.2 Оцінка запланованого переходу.....                                            | 21 |
| 2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході ..... | 25 |
| 2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації.....                         | 30 |
| 2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибрежному плаванні.....        | 32 |
| 2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання.....                 | 47 |
| 2.3.1 Розрахунок ортодромії.....                                                  | 47 |
| 2.3.2 Складання маршрутних листів.....                                            | 50 |
| 2.3.3 Графічний план переходу.....                                                | 55 |
| 2.3.4 Розрахунок природної освітленості .....                                     | 55 |
| 2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів.....                | 58 |
| 2.4 Висновки.....                                                                 | 59 |
| 3. Обробка і розміщення вантажу.....                                              | 61 |
| 3.1 Транспортні характеристики вантажів.....                                      | 61 |
| 3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та документальне           |    |

|                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| оформлення морського перевезення.....                                                         | 69  |
| 3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна.....                                           | 75  |
| 3.4 Складання вантажного плану.....                                                           | 79  |
| 3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу.....                                            | 83  |
| 4. Оцінка морехідних якостей судна.....                                                       | 85  |
| 4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна.....                             | 85  |
| 4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності.....                                           | 92  |
| 4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації.....                                        | 95  |
| 4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності.....                                             | 95  |
| 4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності.....                                          | 97  |
| 4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності.....                          | 103 |
| 4.7 Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу.....                                      | 103 |
| 5. Аналіз особливостей навігації у льодових умовах району Північно-Західного<br>проходу ..... | 106 |
| 5.1 Аналіз пошуків маршрутів Північно-Західного проходу і перші зустрічі з<br>льодом.....     | 106 |
| 5.2 Аналіз впливу кліматичних змін на льодову ситуацію у Північній полярній<br>області.....   | 114 |
| 5.3 Навігаційні умови та рекомендації щодо плавання у льодах.....                             | 124 |
| 6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі.....                                | 134 |
| 7. Охоронні заходи і цивільна оборона на судні.....                                           | 145 |
| ВИСНОВКИ.....                                                                                 | 155 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....                                                               | 156 |

## ВСТУП

Актуальність теми. В даний час одним з найважливіших завдань на водному транспорті є забезпечення безпеки судноплавства. Це особливо актуально в разі плавання в складних умовах.

Безпека плавання і ефективність експлуатації суден безпосередньо залежать від рівня підготовки судноводія.

Мета. Аналіз рейсу судна MSC SHINA V з боку навігаційної, вантажної та економічної складової безпеки мореплавства.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- Опис характеристик судна MSC SHINA V
- Аналіз, оцінка та планування переходу Бусан - Ласаро Карденас
- Аналіз та опис характеристик вантажу, необхідних нормативних документів. Розрахувати кількість вантажу, запасів для здійснення безпечного переходу.
- Оцінка морехідних якостей судна.
- Аналіз особливостей навігації у льодових умовах району Північно-Західного проходу
- Аналіз та розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі.

Об'єкт дослідження – рейс судна MSC SHINA V

Предмет дослідження – опрацювання етапів рейсу судна MSC SHINA V. Методи дослідження – методи емпіричного дослідження (опис, порівняння, спостереження), загальнологічні методи та прийоми дослідження.

Практичне значення роботи складається в можливості комплексно опрацьовувати, аналізувати та досліджувати етапи рейсу суден.

## РОЗДІЛ 1

### ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

#### 1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

Основні відомості про судно представлені у вигляді таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

|     |                                                     |                                                                                                                                                                                                    |
|-----|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Назва судна                                         | MSC Shina V                                                                                                                                                                                        |
| 2.  | Тип судна                                           | контейнеровоз                                                                                                                                                                                      |
| 3.  | Позивний сигнал судна                               | 5LT12                                                                                                                                                                                              |
| 4.  | IMO №                                               | 9290452                                                                                                                                                                                            |
| 5.  | MMSI №                                              | 636024588                                                                                                                                                                                          |
| 6.  | Рік і місце будівництва                             | 2005 рік, Hyundai Heavy Industries Co. Ltd.,<br>Ульсан, Південна Корея.                                                                                                                            |
| 7.  | Клас реєстру                                        | LR $\nabla$ 100A1, Container Ship, ShipRight (SDA, FDA, CM, ACS(B)), *IWS, LI, ECO(BWT, EEDI, IHM, P), $\nabla$ LMC, UMS, NAV1;<br>Descriptive Notes : EDD, ShipRight (BWMP(T), SERS, SCM), MPMS). |
| 8.  | Порт приписки                                       | Monrovia, Liberia                                                                                                                                                                                  |
| 9.  | Судновласник:                                       | MSC                                                                                                                                                                                                |
| 10. | Менеджмент:                                         | MSC Shipmanagement.                                                                                                                                                                                |
| 11. | Довжина найбільша, (L):                             | 299,90 м                                                                                                                                                                                           |
| 12. | Довжина між перпендикулярами, ( $L_{\perp\perp}$ ): | 286,00 м                                                                                                                                                                                           |
| 13. | Ширина найбільша, (B):                              | 48,2 м                                                                                                                                                                                             |
| 14. | Висота борту до верхньої палуби, (H):               | 25,0 м                                                                                                                                                                                             |
| 15. | Найбільша осадка, (T):                              | 14,315 м                                                                                                                                                                                           |
| 16. | Осадка (T) з повним вантажем і порожньому стані:    | $T_z = 13,731$ м; $T_l = 14,000$ м; $T_T = 14,315$ м;<br>$T_{\Pi} = 14,299$ м                                                                                                                      |

## Продовження таблиці 1.1

|     |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                           |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17. | Водотоннажність:<br>у повному вантажу, ( $\Delta$ ):                                                              | 104544,1 т                                                                                                                                                                                |
| 18. | Повна вантажопідйомність, ( $\Delta_w$ ):                                                                         | 74044,1 т                                                                                                                                                                                 |
| 19. | Головний двигун:<br>тип:<br>потужність та частота обертання:                                                      | MAN B&W 8S90ME - C9.2<br>D1MCR BHP/kW: 60720 / 45300 x 84 RPM<br>D1NCR BHP/kW: 52352 / 38505 x 73.4 RPM<br>D2MCR BHP/kW: 45058 / 33600 x 76 RPM<br>D2NCR BHP/kW: 41115 / 30240 x 73.4 RPM |
| 20. | Режими роботи головного двигуна:                                                                                  | ПМП, ПП, СП, МП, СМП, СМЗ, МЗ, СЗ, ПЗ                                                                                                                                                     |
| 21. | Швидкість судна:                                                                                                  | 21,9 вуз.<br>22,8 вуз.                                                                                                                                                                    |
| 22. | Гребний гвинт:<br>кількість лопатей, (шт):<br>діаметр гвинта, (мм):<br>дискове відношення:<br>напрямок обертання: | 6;<br>7800;<br>0,754;<br>прав.                                                                                                                                                            |
| 23. | Тип руля і площа його пера:                                                                                       | напівбалансирний, 28,8 м <sup>2</sup>                                                                                                                                                     |
| 24. | Тип стернової машини:<br>підкермуючий пристрій:                                                                   | електрогідравлічна, 34;                                                                                                                                                                   |
| 25. | Суднова радіостанція. Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району АЗ та включає в себе:               | JRC Inmarsat C - JUE - 75A<br>JRC Inmarsat B - JUE - 45B<br>JRC MF/HF - JSS – 850<br>JRC JHS 32A RADIOTELEPHONE<br>JRC - NCR 300A                                                         |
| 26. | Валова реєстрова місткість, (GRT):                                                                                | 93685                                                                                                                                                                                     |
| 27. | Чиста реєстрова місткість, (NRT):                                                                                 | 48959                                                                                                                                                                                     |
| 28. | Добова витрата палива:<br>на ходу: важке паливо, (HFO):<br>на стоянці: дизельне паливо, (DO):                     | 79,0 т;<br>12,0 т.                                                                                                                                                                        |
| 29. | Координати центру мас порожнього судна:                                                                           | X = 128,0 м від кормового перпендикуляру, Z = 16,25 м над кілем.                                                                                                                          |

## **1.2. Транспортно-експлуатаційні характеристики**

Схематичне креслення судна з розташуванням приміщень для вантажів і запасів наведене на рисунку 1.1.

Вантажна шкала наведена на рисунку 1.2.

## **1.3 Маневрені характеристики**

Зведені дані про суднові характеристики (дані про маневрені характеристики, дані про якірний ланцюг, по роботі кермового пристрою, збільшення осадки, дані про діаметр повороту, гальмівному шляху і т.д.) відповідно до IMO Res. A. 601 (15) і USA CFR 33 § 164.35-7, наведені на рисунку 1.3.

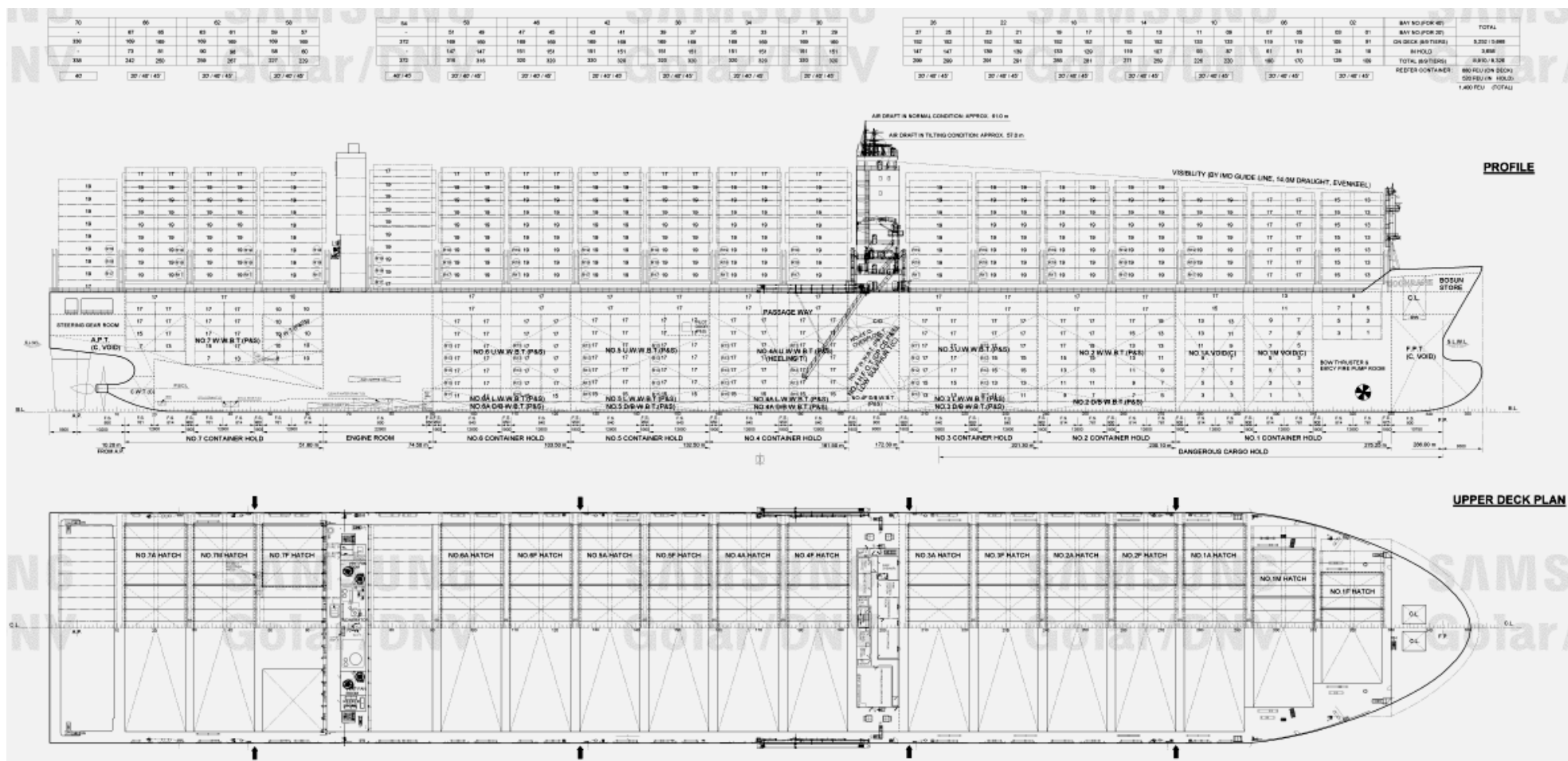


Рисунок 1.1 – Бічний вид судна

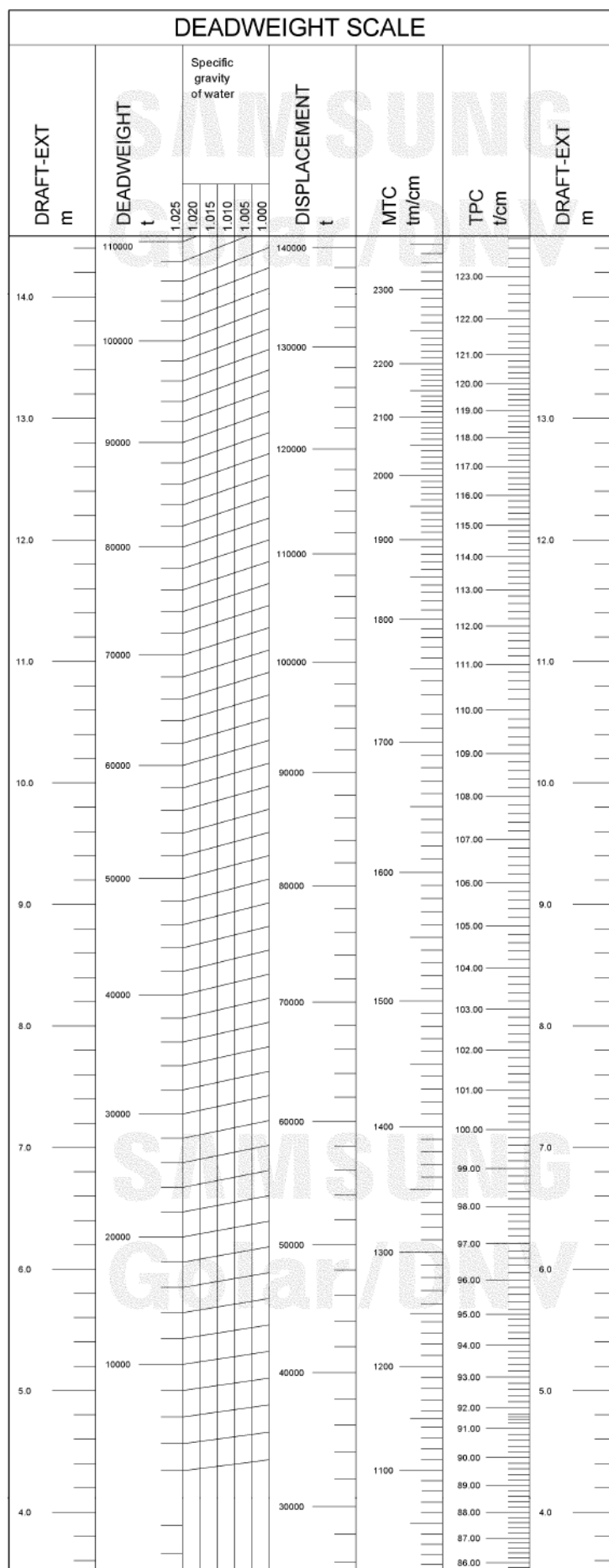


Рисунок 1.2 - Вантажна шкала судна

# MANEUVERING CHARACTERISTICS

## MAXIMUM AVAILABLE RUDDER ANGLE

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| Hard Right or Starboard | 35 Degrees |
| Hard Left or Port       | 35 Degrees |

## BOW THRUSTER EFFECT CONDITION

|           |                            |                     |
|-----------|----------------------------|---------------------|
| ThruStar  | Turning rate at zero speed | Not effective speed |
| Port      | 15.2 deg./min              |                     |
| Starboard | 16.9 deg./min              | 5.0 kts             |

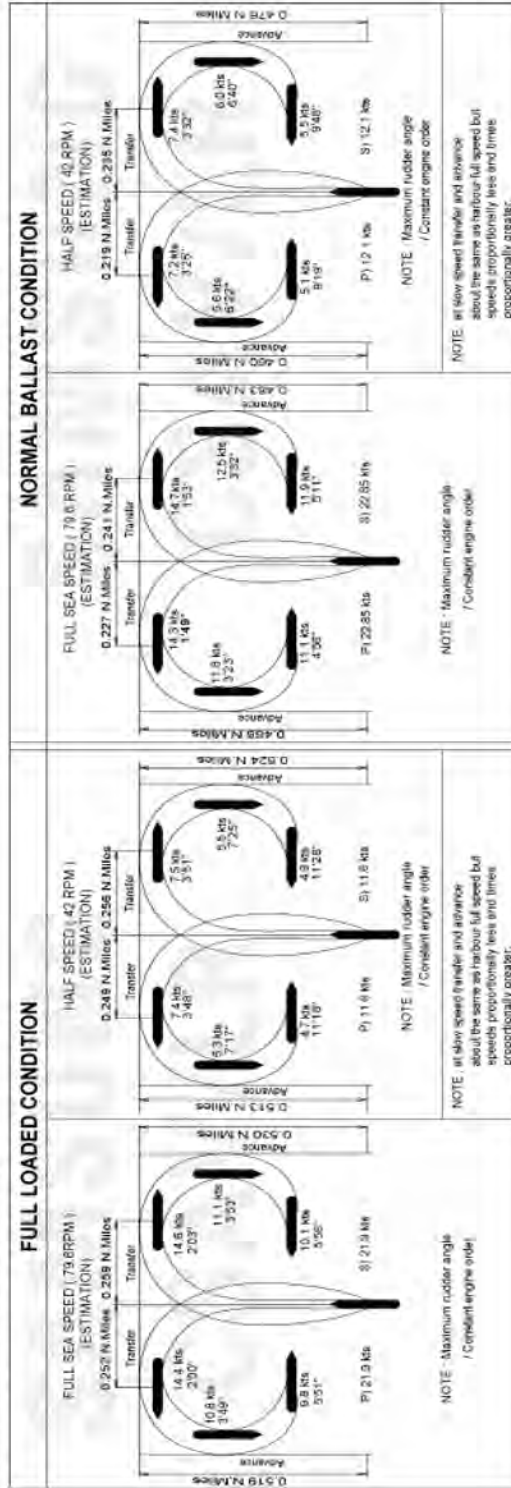
## TURNING CIRCLE DIAGRAM

## TIME AND DISTANCE TO STOP

| (NOTE : Using engine full astern and with minimum application of rudder) |                       |               |                          |               |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------|--------------------------|---------------|
|                                                                          | FULL Loaded Condition |               | NORMAL Ballast Condition |               |
|                                                                          | TIME                  | DISTANCE      | TIME                     | DISTANCE      |
| FULL SEA SPEED                                                           | 11' 24"               | 2,468 N.Miles | 10' 53"                  | 2,008N.Miles  |
| HALF SPEED                                                               | 7' 41"                | 1,554 N.Miles | 5' 29"                   | 1 012 N.Miles |

## ENGINE ORDER / RPM / SPEED TABLE

| ENGINE ORDER     | RPM  | SPEED Loaded Cond. | SPEED Ballast Cond. |
|------------------|------|--------------------|---------------------|
| Full sea ahead   | 79.6 | 21.90              | 22.85               |
| Full ahead       | 65   | 18.05              | 18.65               |
| Half ahead       | 42   | 11.60              | 12.10               |
| Slow ahead       | 32   | 8.10               | 8.60                |
| Dead slow ahead  | 25   | 5.50               | 5.85                |
| Dead slow astern | 25   |                    |                     |
| Slow astern      | 32   |                    |                     |
| Half astern      | 42   |                    |                     |
| Full astern      | 65   |                    |                     |



## WARNING

The response of the "COCHRANE"(IMO No.: 9687540) may be different from that used above if any of the following condition upon which the maneuvering information is based, are varied.

1. Calm weather, calm sea.
2. No current.
3. Water depth twice the vessels draft or greater.
4. Clean hull
5. Intermediate drafts or unusual trim.

N.B. This form is designed to comply with pertinent U.S.G. regulation and I.M.O. requirements.

Рисунок 1.3 - Маневрені характеристики судна

#### 1.4 Навігаційне обладнання

Дані всіх технічних засобів навігації (ТЗН) судна (електрорадіонавігаційні прилади та системи) наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Технічні засоби навігації

| Прилад           | Марка           | Модель         | Серійний номер       |
|------------------|-----------------|----------------|----------------------|
| 1                | 2               | 3              | 4                    |
| Radar №1         | Furuno          | FAR-2117       | 4317-3364            |
| Radar №2         | Furuno          | FAR-2137s      | 4318-5436            |
| ARPA             | Furuno          | FAR-2137S      | 4318-5436            |
| GPS №1           | Furuno          | GP-150         | 6401-7805            |
| GPS №2           | Furuno          | GP-90          | 4400-6372            |
| Gyrocompas       | Anschultz       | STANDARD-22    | 6002011              |
| Magnetic compas  | W.Ludolph       | GFK-B II (M55) | 1567                 |
| Autopilot        | Anschultz       | 102-886 NG001  | 50196534             |
| Echo Sounder     | Furuno          | FE-700         | 2232-4044            |
| Speed log        | Furuno          | DS-80          | 2728                 |
| ROT              | PSE             | C-40           | 06-C40-2395          |
| ECDIS            | Furuno          | FEA2107        | 4320-1451; 4320-1452 |
| VDR / SVDR       | Furuno          | VR-5000        | 3482-1518            |
| Weather Faximile | Furuno          | FAX-214        | 4584                 |
| AIS              | MCMurdo TRANSAS | MT - 1 VDU     | 2351                 |

Точнісні характеристики наявних на судні ТЗН подані в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Точнісні характеристики ТЗН

| Прилад      | Умови        | Вимірювані навігаційні параметри | СКП одного вимірювання |
|-------------|--------------|----------------------------------|------------------------|
| 1           | 2            | 3                                | 4                      |
| Gyrocompass | рухоме судно | курс/пеленг                      | 1,0°                   |

Продовження таблиці 1.3

|                               |                                                             |                                  |                                   |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Radar №1                      | електронний візир<br>шкали до 3 миль<br>шкали більше 3 миль | пеленг<br>дистанція<br>дистанція | 1,0°<br>1,1% від Д<br>0,6% від Д  |
| Radar №2                      | електронний візир<br>шкали до 4 миль<br>шкали більше 4 миль | пеленг<br>дистанція<br>дистанція | 1,0°<br>1,0% відД<br>0,6% від Д   |
| Echo Sounder                  | глибини до 2 м<br>глибини 2 - 20м глибини<br>більше 20м     | глибина<br>глибина<br>глибина    | ±0,4м<br>±0,5м<br>1 % від глибини |
| Speed & distance<br>indicator | -                                                           | швидкість<br>відстань            | 0,2 вуз.<br>±1,0%                 |

### 1.5 Забезпечення непотоплюваності

Водонепроникність на судні забезпечується герметичністю зовнішньої обшивки, другого дна, 17-ма водонепроникними перегородками, ілюмінаторами, водонепроникними дверима в машинному відділенні, дверима з лівого і правого борту в passage way, входними дверима в трюми (лівий, правий борт), дверима румпельного відділення.

З метою забезпечення непотоплюваності судно розділене на 9 відсіків:

- 1-й – шп 328-274 (трюм 1);
- 2-й - шп 274 - 238 (трюм 2);
- 3-й - шп 238 - 204 (трюм 3);
- 4-й - шп 204 - 192;
- 5-й - шп 192 - 158 (трюм 4);
- 6-й - шп 158 - 124 (трюм 5);
- 7-й - шп 124 - 90 (трюм 6);
- 8-й - шп 90 - 46 (МВ);
- 9-й - шп 46 - 12 (трюм 7).

При закритих водонепроникних дверях забезпечується непотоплюваність і аварійна остійність при одному затопленому відсіку.

Баластна система обладнана двома відцентровими вертикальними насосами 40MWC, які забезпечують подання води із швидкістю 1000 м<sup>3</sup>/годину, потужністю 15 кВт. Також є зачисний ежектор продуктивністю 70 м<sup>3</sup>/годину.

Баластна система складається з 34 танків, загальним об'ємом 30487,8 м<sup>3</sup>.

План баластної системи судна із зазначенням трубопроводів, клапанів, баластних насосів і їх продуктивності показаний на рисунках 1.5-1.6.



## APPENDIX 1 PLANS

## 1. Ballast tank arrangement

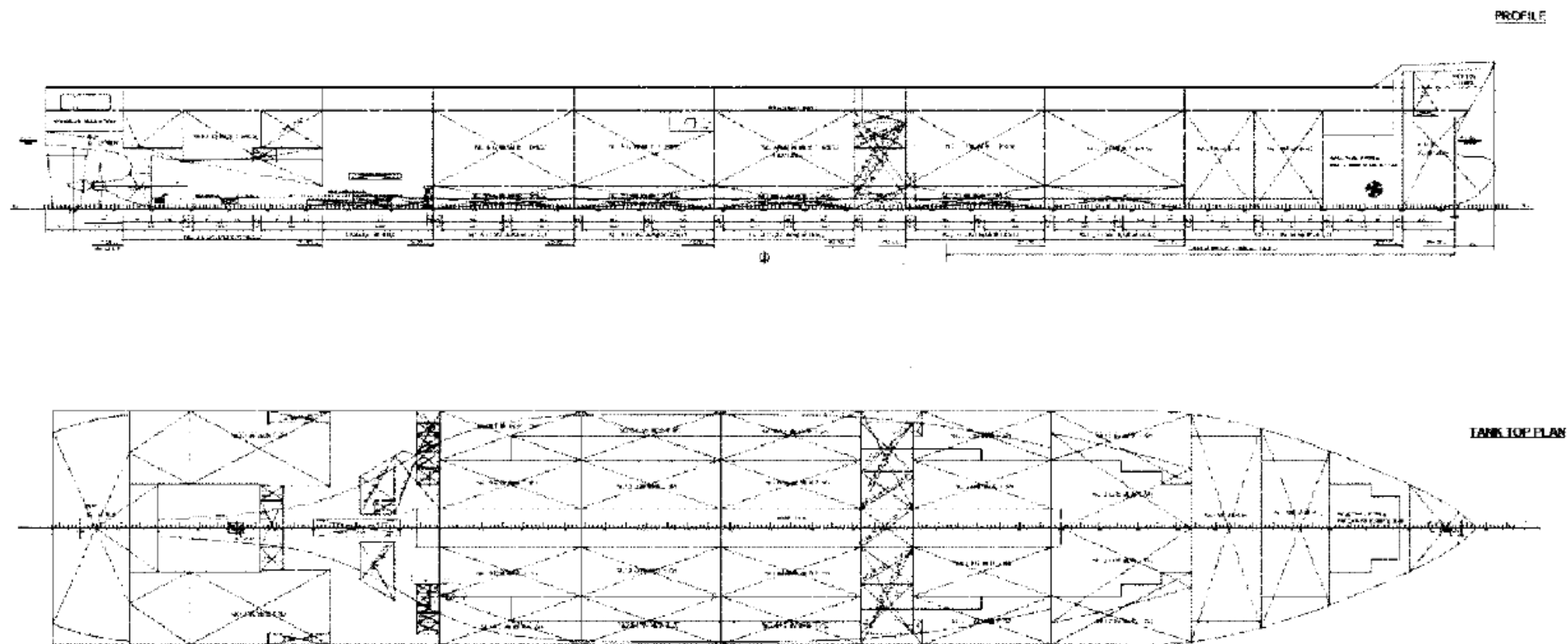


Рисунок - 1.5 - План баластної системи судна

## РОЗДІЛ 2

### АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

#### 2.1. Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

Загальні вимоги до планування рейсу визначені Кодексом по підготовці та дипломуванню моряків і несенню вахти (ПДМНВ-95) в розділі А-VIII/2, частина 2, які формулюються таким чином:

1. Майбутній рейс повинен плануватися наперед, зважаючи на всю інформацію, що є до цього, а будь-який прокладений курс повинен бути перевірений до початку рейсу;

2. Старший механік мусить, проконсультувавшись з капітаном, визначити наперед потреби майбутнього рейсу, зважаючи на потреби в паливі, воді, змащувальних матеріалах, хімікатів, витратних і інших запасних частинах, інструментах, запасах та інші вимоги;

3. До початку кожного рейсу капітан кожного судна повинен забезпечити, щоб передбачуваний шлях з порту відходу до першого порту заходу планувався, використовуючи відповідні карти і іншу навігаційну допомогу, що необхідні для майбутнього рейсу, містять точну повну і відкоректовану інформацію відносно тих навігаційних обмежень і небезпек, які мають постійний або передбачений характер і які мають відношення до безпеки плавання судна;

4. Після закінчення перевірки запланованого шляху, зважаючи на всю інформацію, що відноситься до нього, 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;

5. Якщо в ході рейсу ухвалено рішення про зміну наступного порту заходу або якщо необхідно значно відхилитися від запланованого шляху з інших

причин, змінений шлях повинен опрацьовуватися наперед, до того як він буде значно змінений.

Планування переходу і його виконання включає чотири послідовні фази: Оцінка (Appraisal); Планування (Planning); Виконання (Execution); Контроль (Monitoring).

Оцінка майбутнього плавання проводиться на основі зібраної інформації, яку судноводій може зібрати з наступних джерел: Каталог карт і книг (Catalogue of Admiralty Carts and Publications Np131); Навігаційних карт (Charts) - необхідно з'ясувати, на якій картографічній основі складені карти, щоб підвищити достовірність прокладки на ній обсервацій, завдяки навігаційним супутникам; Океанські шляхи миру (Ocean Passage For the World) - містить інформацію про кліматичні особливості районів миру, про системи океанських течій; Маршрутні і лоцманські довідкові карти; Лоцїї (Pilot Books, Sailing Directions); Перелік вогнів і туманних сигналів (Admiralty List of Lights and Fog Signals); Таблиці приливів (Tide Tables); Сповіщення мореплавцям (Notices to Mariners); Інформація про радіосигнали (Radio Signal Information); Радіонавігаційні і місцеві попередження (Radio and Local Warnings); Посадка і остійність судна (Draft and Stability of Ship).

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, змащувальних масел, води, провізії.

Прибережне плавання і плавання в обмежених водах вимагає значно більшої уваги. Шлях вибирають в стороні від небезпек з урахуванням систем розділення руху. Приймають до уваги національні вимоги і 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 маневрені елементи свого судна, співвідношення осідання і глибин під кілем, збільшення осідання від швидкості і від крену на повороті, зміна швидкості, необхідна для встановлення часу проходження, коли можуть виникнути обмеження при підході вночі або залежно від висоти приливу.

При виконанні переходу головним завданням є контроль за безпечним плаванням судна по маршруту, заданому попередньою прокладкою шляхом безперервного ведення виконавчої прокладки. Виконавча прокладка полягає у введенні числення шляху судна на картах, визначенні місця судна, періодичною корекцією обсерваціями числення шляху, нанесенні на карту зчислених і обсервованих місць судна.

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

## **2.2. Оцінка запланованого переходу**

Згідно Резолюції А.893 (21) Асамблеї ІМО оцінка запланованого переходу означає всебічне вивчення всієї інформації, що відноситься до передбачуваного рейсу або переходу.

У РІШСУ є параграф підготовка штурманської частини до рейсу. Підготовка судна до рейсу включає:

1. Укомплектовування встановленої суднової колекції навігаційними морськими картами, посібниками, книгами.
2. Отримання матеріалів для коректури суднової колекції.
3. Підбір навігаційних морських карт, допомоги, керівництва на майбутній перехід і їх коректура.
4. Підготовка технічних засобів навігації та при необхідності їх ремонт,

поповнення ЗІПів, визначення їх поправок і параметрів.

5. Отримання інформації про мінну, льодову та гідрометеорологічну обстановку.

6. Вивчення району плавання, вибір маршруту і виконання попередньої прокладки, введення путьових крапок та іншої навігаційної інформації в прийомоіндикатори, в РНС і СНС.

7. Опрацювання вибраного маршруту переходу з штурманським складом.

8. Перевірка наявності інформації про маневрені характеристики судна.

9. Перевірка справності засобів звукової, світлової і аварійної сигналізації, термінів придатності піротехнічних засобів.

Спочатку по Catalogue of Admiralty Charts and Publications, який щорічно видається Гідрографією ВМС Британії, підбираємо всі необхідні на перехід навігаційні, допоміжні і довідкові карти, а також керівництва, посібники та інші публікації, які містять відомості корисні для забезпечення ефективного та безпечного рейсу

Відомості про підібрані карти і книги оформляємо у вигляді таблиць 2.1 і 2.2.

Таблиця 2.1 - Список адміралтейських карт на перехід

| Тип карти        | Cell No. | Назва карти                 | Дата випуску |
|------------------|----------|-----------------------------|--------------|
| 1                | 2        | 3                           | 4            |
| Генеральні карти | 4053     | North Pacific Ocean NW Part | 17.04.2025   |
|                  | 4050     | North Pacific Ocean NE Part | 07.08.2025   |
|                  | 4051     | North Pacific Ocean SE Part | 07.08.2025   |

Продовження таблиці 2.1

| 1                         | 2    | 3                                       | 4          |
|---------------------------|------|-----------------------------------------|------------|
| Шляхові карти<br>та плани | 1259 | Pusan and Masan (Планы портов)          | 18.11.2020 |
|                           | 1065 | Approaches to Masan, Pusan and Ogo Hang | 14.01.2021 |
|                           | 3666 | Pusan Hang to Chukpyon Hang             | 28.01.2021 |
|                           | 3480 | Yellow Sea and Korea Strait             | 22.04.2021 |
|                           | 2347 | Southern Japan and Adjacent Seas        | 22.04.2021 |
|                           | 2293 | Northern Japan and Adjacent Seas        | 25.02.2021 |
|                           | 2441 | Tsugaru Kaikyo                          | 21.03.2019 |
|                           | 1800 | South-west Hokkaido                     | 16.02.2017 |
|                           | 1803 | Hokkaido-SE Coast / Goyomai Channel     | 16.02.2017 |
|                           | 4509 | Western Portion of Japan                | 27.08.2020 |
|                           | 4511 | Northern Portion of Japan               | 23.07.2020 |
|                           | 4522 | Mys Lopatka to the Chinook Trough       | 18.11.2019 |
|                           | 4805 | Hawaiian Islands to the Aleutian Trench | 17.09.2020 |
|                           | 4806 | San Francisco to Mendocino              | 24.04.2025 |
|                           | 4801 | Mexican Border to Dixon Entrance        | 24.09.2020 |
|                           | 4802 | United States and Mexico                | 24.09.2020 |
|                           | 1029 | Punta Abreojos to San Diego Bay         | 13.09.2018 |
|                           | 1028 | Cabo Falso to Punta Abreojos            | 16.03.2009 |
|                           | 1027 | Approaches to Golfo De California       | 13.09.2018 |
|                           | 1026 | Punta Mangrove to Punta Farallon        | 02.06.2022 |
|                           | 655  | Puerto Lazaro Cardenas and Approaches   | 04.2025    |

Таблиця 2.2 – Адміралтейські публікації на перехід

| Адміралтейський номер<br>NP No  | Название<br>TITLE                                                                                                                                                  |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                               | 2                                                                                                                                                                  |
| Sailing Directions              |                                                                                                                                                                    |
| 43                              | South and East Coast of Korea, East Coast of Siberia and Sea of Okhotsk Pilot                                                                                      |
| 41                              | Japan Pilot, Vol.1                                                                                                                                                 |
| 62                              | Pacific Islands Pilot, Vol. III                                                                                                                                    |
| 8                               | Pacific Coasts of Central. America and United States Pilot                                                                                                         |
| Lights and Fog Signals          |                                                                                                                                                                    |
| 85                              | List of Lights, Volume M                                                                                                                                           |
| 80                              | List of Lights, Volume J                                                                                                                                           |
| Admiralty List of Radio Signals |                                                                                                                                                                    |
| 281(2)                          | Admiralty list of radio signals Vol.1(2). Coast radio stations. The Americas, Far East and Oceania                                                                 |
| 282                             | Admiralty list of radio signals Vol.2. Radio aids to navigation, satellite navigation system, legal time, radio time signals and electronic position fixing system |
| 283(2)                          | Admiralty list of radio signals Vol 3(2) Maritime safety information services. The Americas, Far East and Oceania                                                  |
| 284                             | Admiralty list of radio signals Vol.4. Meteorological observation stations                                                                                         |
| 285                             | Admiralty list of radio signals Vol.5. Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS)                                                                          |
| 286(5)                          | Admiralty list of radio signals Vol.6 (5). Pilot services, vessel traffic services and port operations. North America, Canada and Greenland                        |
| 286(6)                          | Admiralty list of radio signals Vol.6 (6). Pilot services, vessel traffic services and port operations. North East Asia and Russia (Pacific coast)                 |
| Tide Tables                     |                                                                                                                                                                    |
| 206-21                          | Admiralty Tide Tables Vol.6. North Pacific Ocean                                                                                                                   |
| Miscellaneous Publications      |                                                                                                                                                                    |
|                                 | Guide to Port Entry                                                                                                                                                |
|                                 | Norrie's Nautical Tables                                                                                                                                           |
| 100                             | The Mariners Handbook                                                                                                                                              |
| 131                             | Catalogue of Admiralty Charts and Publications                                                                                                                     |
| 133A                            | Paper Chart Maintenance Record                                                                                                                                     |
| 133C                            | ENC Maintenance Record                                                                                                                                             |
| 135                             | General Instructions for Hydrographic Surveyors, 17 <sup>th</sup> Edition 1996                                                                                     |
| 136                             | Ocean Passages for the World                                                                                                                                       |
| 139                             | Echo-Soundings Correction Tables, Edition 3 1980                                                                                                                   |
| 234 A                           | Cumulative list of Admiralty Notices to Mariners issued at six monthly intervals – January                                                                         |
| 234 B                           | Cumulative list of Admiralty Notices to Mariners issued at six monthly intervals – July                                                                            |
| 247 (1)                         | Annual Summary of Admiralty Notices to Mariners – Annual Notices and Temporary and Preliminary Notices                                                             |
| 247 (2)                         | Annual Summary of Admiralty Notices to Mariners – Amendments to Sailing Directions                                                                                 |
| 294                             | How to Correct your Charts the Admiralty Way                                                                                                                       |
| 303 (1-3)                       | Rapid Sight Reduction Tables                                                                                                                                       |

Продовження таблиці 2.2

| 1          | 2                                                                                                                    |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 314        | The Nautical Almanac 2025                                                                                            |
| 323        | Star Finder and Identifier                                                                                           |
| S 350(1)   | Admiralty Distance Tables, Atlantic Ocean                                                                            |
| 400        | Sight Form (H.225) for use with the NP401 series single sheet – 2 forms per sheet                                    |
| 400a       | Sight Form (H.225) for use with the NP401 series single sheet – book of 24 forms                                     |
| 401 (1- 6) | Sight Reduction Tables for Marine Navigation Volume I-VI                                                             |
| 411        | Weather Satellite Picture Interpretation Volumes 1 and 2                                                             |
| 713        | Folio Cover for Charts                                                                                               |
| 720        | Table for converting meters to feet and fathoms, from 1-399 metres to feet and fathoms, 400-11,999 metres to fathoms |
| 735        | IALA Maritime Buoyage System                                                                                         |
| 5011       | Symbols and Abbreviations used on Admiralty Charts, Edition 2                                                        |
| 5012       | Admiralty Guide to ENC Symbols Used in ECDIS                                                                         |
| Software   |                                                                                                                      |
|            | Digitrace 2025 (Digital tracing system available on ship board ONLY)                                                 |
|            | Fairplay 2025                                                                                                        |

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

### **2.2.1. Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході**

Нині усі завдання отримання, передачі інформації на судах вирішуються штурманським складом в процедурах і з використанням апаратних засобів ГМЗЛБ. Однією з функцій ГМЗЛБ є передача на судна в морі інформації по безпеці мореплавання (ІБМ). Збором, координацією і передачею ІБМ займається служба безпеки SafetyNET, що є складовою частиною ГМЗЛБ.

Міжнародна служба SafetyNET - це служба, що використовує ІНМАРСАТ, і службовка для поширення інформації по безпеці на морі, включаючи ретрансляцію повідомлень безпеки на морі, включаючи ретрансляцію повідомлень лиха в напрямі «берег - судно».

До складу інформації, що передається по каналах SafetyNET, входять:

- навігаційні попередження;
- метеорологічні попередження і метеопрогнози;
- повідомлення про лихо в напрямі «берег - судно», інформація SAR;
- попередження про напад піратів;
- дані про коригування карт і інша термінова інформація.

Передачі здійснюються за розкладом або поза розкладом. Розклади передач повідомлень SafetyNET представлені в: - GMDSS Master Plan, Annex 8; - ALRS vol5 (GMDSS, 10-6).

Структура SafetyNET і завдання, що вирішуються службою, детально викладені в керівництві IMO International SafetyNET Manual.

Інформація по безпеці на морі (IBM, Maritime Safety Information - MSI) включає навігаційні і метеорологічні попередження, метеорологічні прогнози і інші термінові повідомлення, що відносяться до безпеки. Ця інформація є життєво важливою для усіх суден, тому вона є обов'язковою для прийому на усіх судах незалежно від району плавання.

У ГМЗЛБ інформація по безпеці включає:

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

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

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

Інформація по пошуку і рятуванню забезпечується владою, відповідальними за координацію рятувальних операцій в морі, - (морськими)

рятувально-координаційними центрами (RCC, MRCC), відповідно до стандартів і процедур, встановлених Міжнародній морській організації (ІМО).

Для координації передач ІБМ увесь світовий океан розділений на 16 морських районів, званих NAVAREA (або METAREA) і що означають римськими цифрами. У кожному з цих районів є країна - координатор відповідальна за збір, аналіз і передачу навігаційної інформації.

Розрізняють три типи навігаційних попереджень :

- попередження NAVAREA; - прибережні попередження; - місцеві попередження.

Попередження NAVAREA містять інформацію, яка потрібна мореплавцям, для безпечного плавання на океанських переходах.

У прибережних попередженнях поширюється інформація, яка потрібна для безпечного плавання у межах певного регіону. Вони забезпечуються, як правило, службою NAVTEX.

NAVTEX - міжнародна автоматизована система передачі в режимі вузькосмугового букводрукування навігаційної, метеорологічної і іншої термінової інформації, що відноситься до прибережних вод в радіусі до 400 миль від берега. NAVTEX забезпечує передачу метеорологічних прогнозів і усіх штормових попереджень.

Служба NAVTEX використовує спеціально призначену для цих цілей частоту 518 кГц, на якій БС передають інформацію англійською мовою.

Для заданого переходу з посібника ALRS 283 вибираємо інформацію, потрібну для отримання факсимільних карт погоди по маршруту переходу, зводимо її в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

| № п/п | Радіостанція   | Позначення і межа карти |                                              | Вид інформаційного повідомлення | Час передачі                                    |
|-------|----------------|-------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------|
| 1     | 2              | 3                       |                                              | 4                               | 5                                               |
| 1     | T'ai-pei Meteo | ASAS                    | 43°N.38°E 38°N.157°W<br>06°S.84°E 08°S.158°E | Surface Analysis                | 0330(00),<br>0930(06),<br>1530(12),<br>2130(18) |

Продовження таблиці 2.3

| 1 | 2                                                | 3        |                                                                                  | 4                                                                | 5                                                                                                                                                            |
|---|--------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | T'ai-pei Meteo                                   | FS<br>AS | 43°N.38°E 38°N.157°W<br>6°S.84°E 8°S.158°E                                       | 24 hour Surface<br>Prognosis                                     | 0350(00)                                                                                                                                                     |
| 2 | Tokyo (JMH)                                      | C'       | 38°30'N. 65°30'E<br>38°30'N. 145°30'W<br>1°00'S. 112°30'E<br>1°00'S. 167°00'E    | Surface Analysis                                                 | 0240(00),<br>0320(00),<br>0840(06),<br>0920(06),<br>1440(12),<br>1520(12),<br>2040(18),<br>2120(18)                                                          |
|   |                                                  | C''      | 37°30'N. 67°00'E<br>39°00'N. 147°36'W<br>1°00'S. 112°24'E<br>0°30'S. 166°42'E    | Wave Analysis<br><br>24 hour Wave<br>Prognosis                   | 0421(00)<br><br>0651(00)                                                                                                                                     |
| 2 | Tokyo (JMH)                                      | K''      | 60°00'N. 100°00'E<br>60°00'N. 180°<br>0°. 100°00'E<br>0°. 180°                   | Sea Surface Current                                              | 0210, 1111<br>(6 <sup>th</sup> , 10 <sup>th</sup> ,<br>16 <sup>th</sup> , 20 <sup>th</sup> ,<br>26 <sup>th</sup> , & 30 <sup>th</sup> ,<br>of each<br>month) |
|   |                                                  | X        | 47°00'N. 116°36'E<br>45°42'N. 149°24'E<br>22°36'N. 122°06'E<br>22°00'N. 141°36'E | Wave Analysis                                                    | 0440(00),<br>1719(12)                                                                                                                                        |
| 3 | Kodiak (U.S.<br>Coast Guard)                     | 2        | 40°N - °70N<br>125°W - 150°E                                                     | Surface Analysis                                                 | 0403(00),<br>1003(06),<br>1603(12),<br>2203(18)                                                                                                              |
|   |                                                  | 3        | 40°N – 70°N<br>115°W - 170°E                                                     | 24 hour Surface<br>Forecast                                      | 0427(12),<br>1027(00),<br>1627(00),<br>2227(12)                                                                                                              |
| 4 | Honolulu                                         | C        | 60°N - 55°S<br>55°W – 70°E                                                       | 48 hour Surface<br>Forecast                                      | 1228(18),<br>1328(06)                                                                                                                                        |
|   |                                                  | E        | 60°N - 35°S<br>110°W - 130°E                                                     | 24 hour Wind/Wave<br>Forecast<br>48 hour Wind/Wave<br>Forecast   | 1412(00)<br>1428(00)                                                                                                                                         |
| 5 | CAMSPAC,<br>Point Reyes<br>(U.S. Coast<br>Guard) | 1        | 20° N - 70° W<br>115° W - 135° E                                                 | 48 hour Surface<br>Forecast<br><br>48 hour Wind/Wave<br>Forecast | 0838(00),<br>2003(12)<br>0848(00),<br>2013(12)                                                                                                               |
|   |                                                  | 2        | 20° N - 70° E<br>115°W - 175° W                                                  | NE Pacific Surface<br>Analysis Part 1                            | 0320(00),<br>0919(06),<br>1520(12),<br>2124(18)                                                                                                              |

Продовження таблиці 2.3

| 1 | 2                                                | 3 |                               | 4                                                                | 5                                               |
|---|--------------------------------------------------|---|-------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 5 | CAMSPAC,<br>Point Reyes<br>(U.S. Coast<br>Guard) | 3 | 20°N - 70° N<br>175°W - 135°E | NW Pacific Surface<br>Analysis Part 2                            | 0333(00),<br>0932(06),<br>1533(12),<br>2137(18) |
|   |                                                  | 8 | 25°N - 60° N<br>E of 155°W    | 24 hour Surface<br>Forecast<br><br>24 hour Wind/Wave<br>Forecast | 0808(00),<br>1933(12)<br>0818(00),<br>1943(12)  |

На даному переході шлях судна пролягає через райони NAVAREA XI, XII. Станції NAVTEX, які можуть бути використані на переході зведені в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 - Райони NAVAREA, станції NAVTEX на переході

| № | Ділянка перходу                        | Район<br>NAVAREA | Станції NAVTEX           | Корд. NAVAREA |
|---|----------------------------------------|------------------|--------------------------|---------------|
| 1 | 2                                      | 3                | 4                        | 5             |
| 1 | Порт Бусан -<br>Цугарська протока      | XI               | Byunsan [W]              | Japan         |
|   |                                        |                  | Moji [H]                 |               |
|   |                                        |                  | Chukpyon [V]             |               |
|   |                                        |                  | Otaru [J]                |               |
| 2 | Цугарська протока -<br>Курильські о-ви | XI               | Kushiro [K]              | Japan         |
| 3 | Каліфорнійський п-<br>ов               | XII              | Long Beach (Cambria) [Q] | USA           |

В ході навігаційного опрацювання переходу готуються до обміну інформацією з береговими контрольними постами, лоцманськими станціями, операторами портових терміналів в портах заходу.

За допомогою посібників ALRS 286 (5,6) визначимо наявність по маршруту контрольних постів, районів, де здійснюється управління рухом суден постами СУРС (Reporting Areas), вирішимо питання зв'язку з контрольними станціями і постами - про час, форму та засіб подачі інформації. З'ясуємо деталі зв'язку з лоцманськими станціями і операторами терміналів в портах. Отримані відомості зведемо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 - Зв'язок на переході

| № | Станція                                                                                                          | Засіб зв'язку             | Канали, частоти                                                                     | Примітки                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2                                                                                                                | 3                         | 4                                                                                   | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1 | Port Pusan<br>Port Auth.<br><br>Pusan Port Control<br>Pilots<br><br>Port Traffic<br>Management Service<br>(PTMS) | Tel.<br>Fax.<br>MF<br>VHF | +82516430939<br>+82516332622<br>500, 512, 520<br>16, 12, 14, 20, 22<br>12<br><br>12 | Call: 6MF.                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2 | Port Lázaro Cárdenas<br>Lázaro Cárdenas<br>VTS(Control Marino)<br>Pilots<br>Port<br>Agent                        | VHF                       | 16, 14<br>16, 14, 06<br>06, 08<br>16                                                | <b>VTS:</b> "VTS Working Channel: 14. Call sign: 'Lázaro Cárdenas Control' or 'Control Marino'."<br><br><b>Pilots:</b> "Pilotage usually available 24h. Contact 2 hours prior to arrival."<br><br><b>Tugs / Agent:</b> "Tugs usually on 06/08. Confirm Agent's working channel in advance." |

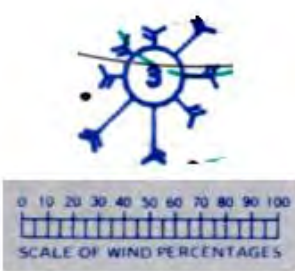
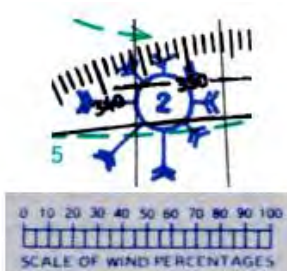
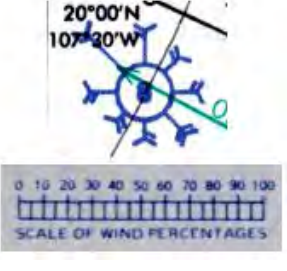
### 2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

Погода і стан моря, що змінюється залежно від пори року і кліматичного режиму обумовлюють безперервну дію різних гідрометеорологічних факторів на судна, які плавають в океанах та морях.

Вивчення і аналіз гідрометеорологічних умов по маршруту плавання виконуємо, керуючись лоціями, атласами, довідковими картами і посібниками, з урахуванням інформації, яка необхідна для забезпечення безпечного перевезення вантажів.

Узагальнюючи всі гідрометеорологічні умови на переході Бусан - Ласаро Карденас (час переходу - липень), складаємо таблицю 2.6, в якій показані основні погодні умови даного району плавання.

Таблиця 2.6 - Атмосферний тиск і розшифровка «роз вітрів»

| Характеристики за ділянками | Район порту Бусан                                                                   |                             | Північна частина Тихого океану                                                       |                             | Район порту Ласаро Карденас                                                           |                             |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1                           | 2                                                                                   |                             | 3                                                                                    |                             | 4                                                                                     |                             |
| Атмосферний тиск, гПа       | 1008                                                                                |                             | 1015                                                                                 |                             | 1012                                                                                  |                             |
| Вітер                       | Роза вітрів № 1                                                                     |                             | Роза вітрів № 2                                                                      |                             | Роза вітрів № 3                                                                       |                             |
| Направлення вітру           | Сумарна повторюваність вітру, %                                                     | Сила вітру по шкалі бофорта | Сумарна повторюваність вітру, %                                                      | Сила вітру по шкалі бофорта | Сумарна повторюваність вітру, %                                                       | Сила вітру по шкалі бофорта |
| N                           | 5                                                                                   | 3                           | 6                                                                                    | 3                           | 14                                                                                    | 3                           |
| NE                          | 16                                                                                  | 3                           | 5                                                                                    | 3                           | 9                                                                                     | 3                           |
| E                           | 12                                                                                  | 3                           | 9                                                                                    | 4                           | 10                                                                                    | 3                           |
| SE                          | 10                                                                                  | 3                           | 9                                                                                    | 4                           | 12                                                                                    | 4                           |
| S                           | 19                                                                                  | 3                           | 17                                                                                   | 4                           | 8                                                                                     | 3                           |
| SW                          | 24                                                                                  | 4                           | 21                                                                                   | 4                           | 6                                                                                     | 3                           |
| W                           | 6                                                                                   | 3                           | 22                                                                                   | 4                           | 12                                                                                    | 3                           |
| NW                          | 5                                                                                   | 3                           | 9                                                                                    | 4                           | 21                                                                                    | 3                           |
| Результуючий вітер          | направлення, у румбах                                                               | SW                          | направлення, у румбах                                                                | SW, W                       | направлення, у румбах                                                                 | NW                          |
|                             | сер. швидкість, м/с                                                                 | 4,8                         | сер. швидкість, м/с                                                                  | 6,5                         | сер. швидкість, м/с                                                                   | 5,0                         |
| Повторюваність штилів, %    | 3                                                                                   |                             | 2                                                                                    |                             | 8                                                                                     |                             |
| Схема «рози вітрів»         |  |                             |  |                             |  |                             |

Таблиця 2.7 - Видимість, водний і тепловий режими атмосфери, гідрологічні характеристики

| Характеристики за ділянками | Ділянка №1 | Ділянка №2 | Ділянка №3 |
|-----------------------------|------------|------------|------------|
| 1                           | 2          | 3          | 4          |
| Температура повітря, °C     | 24,5       | 10,0       | 29,0       |
| Температура води, °C        | 25,0       | 9,0        | 28,5       |
| Відносна вологість, %       | 85         | 90         | 79         |

Продовження таблиці 2.7

| 1                                 |                               | 2           | 3                      | 4           |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------|------------------------|-------------|
| Повторюваність туманів, %         |                               | 7           | 15                     | 3           |
| Видимість менше 2 міль            |                               | 10%         | 40%                    | <5%         |
| Хмарність, бали                   |                               | 6           | 7-8                    | 5           |
| Солоність води, ‰                 |                               | 33,5-34,8   | 33-35                  | 32-34       |
| Щільність води, г/см <sup>3</sup> |                               | 1,025-1,027 | 1,025-1,027            | 1,022-1,025 |
| Постійні течії                    | назва                         | Цусімська   | Північно-Тихоокеанська | -           |
|                                   | термодинамічна характеристика | тепла       | тепла                  | тепла       |
|                                   | направлення                   | NE          | E                      | NW          |
|                                   | швидкість, вузл.              | 0,5-1,0     | <0,5                   | 0,9-1,1     |
|                                   | стійкість                     | 50-70%      | <50%                   | 50-70%      |
| Швидкість приливних течій, вузл.  |                               | до 3        | -                      | незначна    |
| Висота хвиль, м                   | середня                       | 1,2         | 2,5                    | 1,0         |
|                                   | максимальна                   | 8,0         | 9,0                    | 6,0         |
| Період хвиль, с                   |                               | 10          | 10                     | 3-7         |

### 2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибрежному плаванні

Опис портів узятий з посібника адміралтейського видання "World Ports Guide" і приводиться на мові оригіналу.

#### Порт Бусан

Location: Busan is located on the SE coast of the South Korean Peninsula.

General overview: Busan, the country's principal port is divided into five areas consisting of North Port, South Port, Gamcheon Port, Dadaepo Port and Busan New Port.

North Port, the main harbour, has a natural deep water harbour divided by Yong Do into two areas, comprising of an inner and outer harbour. The inner harbour is due to be urbanised and its commercial shipping will be moved to other areas of the port. The outer harbour handles mainly container cargoes and cruise ships.

South Port is mainly used by coastal and fishing vessels.

Gamcheon Harbour, which is being further developed, handles containers, dry and liquid bulk and ship repair/drydock facilities.

Dadaepo Port is a small port for ferries and general cargo.

Busan New Port (PNC), in the district of Kadeokdo area to the W of Busan, is currently under construction with the first 12 new container berths in operation.

Imports: Cement, grain, machinery, oil, timber, steel products and containerised general cargo.

Exports: Machinery, manufactured products and containerised cargoes.

Traffic figures: Approx 83,547 vessels, 200,000,000t of cargo, 13,420,000TEU and 25,000 passengers handled annually.

Load Line zone: Summer.

Max size: Busan Port: LOA 350m, draught 15.0m, 50,000DWT.

Busan New Port: 12,000TEU Container vessels, draught 15.0m.

ETA's: Vessels are requested to send ETA to the Port Authority 72 and 24 hours prior to arrival, and establish contact with Busan Port Control on VHF Ch 12, 3 hours in advance. Ship Security Form A should be sent to the port at least 24 hours prior to arrival. Large vessels, vessels carrying dangerous cargoes and tugs with a length of tow of 200m or more, must inform the Port Traffic Management Service 12 hours before arrival, giving an ETA for entry into the designated areas and details of the vessel.

The ETA message should contain the following information:

1. Vessel's name and callsign
2. Nationality
3. Type of vessel
4. GT
5. LOA
6. Maximum draught
7. Any defects
8. Horsepower of bow thruster (if fitted)

Documentation required:

1. Last Port Clearance
2. Crew List 5
3. Crew Personal Effects 2
4. Stores/Bond List 2
5. Arms/Ammunition List 2
6. Ports of Call List 2
7. Health Declaration List (Korean) 1

Communications: VHF: Busan Port VTS: Ch 12, 09. Callsign "Busan Port service".

Busan New Port: Ch 10. Callsign "Busan New Port service"

Pilot and tugs: Ch 13. Tel: +82 51 4651651, email: pilotbusan@pilotbusan.co.kr.

Masan Port: Ch 14. Callsign "Masan Port Service".

Health regulations: Ship Sanitation Control Certificate and Ship Sanitation Control Exemption Certificates issued.

Quarantine anchorage is located on the southern outer harbour.

General notices & regulations: Traffic regulations: Designated areas. Two designated areas, front the approaches to Busan Hang North Outer Harbour as follows:

An outer area defined by a semi-circle, with a radius of 6nm, centred on the Busan Hang Lanby (35°04.0'N 129°07.9'E). An inner area between the S side of Suyong Man (35°08.0'N 129°07.0'E) and Saeng Do, 5.5nm SSW, extending E to meridian of 129°12.0'E.

Anchoring, underwater operations and fishing are restricted in the inner area. Underwater operations are restricted in the outer area.

Large vessels, vessels carrying dangerous cargoes and tugs with a length of tow of 200m or more, must inform the Port Traffic Management Service 12 hours before arrival, giving an ETA for entry into the designated areas and details of the vessel.

Traffic separation scheme: There are TSS's in the approaches to both Busan Harbour and Gadeog Do to the New Port. The TSS's are not IMO-adopted. Vessels are recommended to adhere to the particular lanes.

Speed: The following speed limits apply in Busan Hang:

| Location            | Type of vessel               | Limit |
|---------------------|------------------------------|-------|
| Dadae Po            | All vessels                  | 7kts  |
| Kamch'on Hang       | All vessels                  | 10kts |
| South Outer Harbour | All vessels                  | 8kts  |
| North Outer Harbour | Over 1,000t                  | 7kts  |
| North Inner Harbour | Passenger vessels below 500t | 12kts |
| -                   | All other vessels            | 8kts  |

Navigation. Port limits: Busan Hang port limits are defined by lines drawn joining the following positions:

U Do 35°04.9'N 128°43.4'E

Yeon Do 35°03.5'N 128°45.9'E

Special buoy 35°02.4'N 128°47.3'E, 0.8nm SW of Gojin Mal

Dongdhu Mal 34°59.2'N 128°49.9'E

Saeng Do 35°02.1'N 129°05.7'E

Oryung Do 35°05.3'N 129°07.7'E

then a line 018° to the coast at 35°09.0'N 129°09.2'E.

Sea buoys, fairways and channels: Busan is approached directly from Korea Strait. The individual harbours, except for Dadae Po (35°03.0'N 128°59.2'E), are entered through fairways marked by light buoys. Dadae Po is entered between Kyong Do (35°02.2'N 128°58.9'E) and Chadam Mal, 0.9nm NE.

Entrance to the port is as follows:

South Outer Harbour: Entered between Tanggand Mal, 35°03.0'N 129°01.0'E and Saeng Do, 4.0nm ESE. Depths in the main approach to South Outer Harbour decrease gradually from the 30m line to 10.0m, 2nm NNE of Tu Do Light (35°02.7'N 129°01.0'E). Obstructions in the approach channel are 1.75nm SE from Tu Do Light with a least depth over it of 33m and 1nm E from Tu Do Light with a least depth over it of 20.4m.

South Inner Harbour: Lies between the mainland and the NW end of Yeong Do. It has depths of 3.5-9.0m in the bay and is not suitable for large vessels at anchor.

Safety Fairway No 2 should be followed from Outer Harbour to pass between the two breakwaters. The W breakwater extending 400m E from the W shore and the E breakwater extending 140m SW from Yong Do, then as necessary to allocated berth. Lights are exhibited from the head of the breakwaters. A detached breakwater extends 270m NNE-SSW in the NW corner of the harbour. Nine mooring buoys lie close off the shipbuilding yards on the E side of the harbour.

North Outer Harbour: Entered between Sangi Mal, 35°03.0'N 129°06.0'E, a steep bold headland forming the E point of Yeong Do and Seungdu Mal, 2.75nm NNE.

North Inner Harbour: Located at 35°06.0'N 129°04.0'E, is protected from SE by 2 breakwaters. The S breakwater extends 0.45nm NE from Mundol Mal, the N extremity of Yong Do. A light, (white, round tower, 16m in height, 35°06.0'N 129°03.9'E) is exhibited at the breakwater head. The N breakwater extends 0.27nm SW from Pubong Mal to Uno Se. Uno Se Light is exhibited from a tower (red, stone and concrete, 9.0m in height) on the N breakwater head. The main channel between the North Outer and Inner Harbour is 0.2nm wide.

The approach to the N Inner Harbour from SE is through Safety Fairway 1 which is marked by lightbuoys in accordance with IALA (Region B). Entry to North Inner Harbour may also be made from South Inner Harbour but this is regulated by the height of Busan Bridge and the opening of the drawbridge close W of it.

Caution: Fishing nets are laid annually from Sep-Mar on each side of No 2 Fairway. These nets also lie on most of the head of the N part of North Inner Harbour.

Pilot: Compulsory for vessels over 500GT. Pilots board for the

Busan North Port at the seaward end of the traffic separation scheme in the vicinity of No 1 Fairway, 35°04.18'N 129°08.80'E (No 1) and No 2 Fairway, 35°01.68'N 129°02.38'E (No 2).

Busan New Port in position 35°00.0'N 128°48.3'E and at 35°02.4'N 128°45.7'E (No 1) and for LNG vessels in position 34°56.2'N 128°48.9'E (no 9).

Vessels over 7.0m draught should anchor 1nm NE of Cho Do while awaiting the pilot. Vessels should advise ETA and ETD at least 3 hours in advance. Subsequent amendments or confirmation may be made up to 1 hour before the original ETA or

ETD. Pilots are arranged by contacting Busan Port Control (Busan Port Radio) via VHF Ch 13, e-mail: pilotbusan@pilotbusan.co.kr. Pilot is available throughout 24 hours.

Anchorage: All anchorages are sheltered with good holding in mud bottom. Quarantine Anchorages: Anchorage areas N-1 to N-4 have been established in the S Outer Harbour. Anchorage area N-5 has been established 2nm SW of Saeng Do.

North Inner Harbour: Good anchorage can be obtained in North Inner Harbour at all times of the year. There are three numbered berths in depths up to 10.0m:

Anchorage E1 35°06.0'N 129°03.0'E Vessels up to 5,000t

Anchorage E2 35°06.2'N 129°03.3'E Vessels up to 10,000t

Anchorage E3 35°06.4'N 129°03.1'E Vessels up to 10,000t

North Outer Harbour: The O-2 anchorage, up to 8 vessels of 3,000t or less can use this anchorage. Other anchorages include "M7", "M8", "M9" and "M11" all handling vessels up to 10,000t, with depths from 7.0m to 14.0m.

Gamcheon Harbour: Anchorage area K-C has been established, for vessels up to 20,000t, in the SE part of Kamnae P'o, inside the E breakwater. Three lightbuoys are positioned within the area.

Anchorage K1 35°04.2'N 129°00.0'E

Anchorage K2 35°04.1'N 129°00.0'E

Dadae Po:

There are two designated anchorages on the W side of the entrance to Tadae O's as follows:

Anchorage K3 35°01.8'N 128°59.4'E, (0.35nm SE). For vessels up to 20,000t

Anchorage K4 Swinging circle of 250m radius, centred on position 35°02.3'N 128°59.2'E, lying W of the approach to Tadae P'o. For vessels up to 4,000t

Caution: A lightbuoy (port hand, with topmark) is moored 0.175nm ESE of this position and a rock shoal, with a least depth of 4.3m over it, lies 0.175nm W.

Anchorage in New Port:

Anchorage S1 35°00.18'N 128°52.96'E 18-22m 1 x 80,000DWT

Anchorage S2 35°00.31'N 128°53.67'E 18-22m 1 x 50,000DWT

Anchorage S3 35°00.38'N 128°54.28'E 19-22m 1 x 30,000DWT

Prohibited Anchorage: In the area between Busan Bridge and the drawbridge, anchorage is prohibited, due to underwater pipes and a submarine cable.

Designated Area: A designated area has been established in the approaches to Busan.

Tidal range and flow: Mean range of 0.8m, spring range 1.2m.

Currents: The general direction of the current between Busan and Sushima is NE. The rate of flow is constantly changing and does not exceed 1kt. When the current is weak, the combined flow may set SW for a short time.

Tidal Stream: The tidal streams in the offing set SW during the rising tide and NE during the falling tide. They turn approx 30 minutes before high and low water.

Tidal Stream; North Inner Harbour: The tidal streams set SW through Busan Hang with the rising tide and NE with the falling tide with a max rate of 2.25kts. Strong streams at their maximum rates are reported to set through the entrance between the breakwaters.

Dock density: 1025.

Weather: Prevailing winds: NW'ly.

Fog: Fog may occur from mid May-Mid Jun but is rarely thick or long in duration. Fog with visibility of 500m or less occurs on, approx, 3 occasions each year and lasts approx 3 hours each time.

Winds: Busan is protected from cold NW'ly winter winds by high mountain ranges and gets the full advantage of the warm winds coming from the sea S and E during the summer. From Oct-May, NW winds prevail. From Jun-Jul SE winds prevail. During Aug and Sep NE winds are predominant.

Typhoons: Although within the typhoon belt, the port is only affected, approx twice a year by winds on the fringe of typhoon storms.

Rainfall: Wet season runs from Jun-Aug and dry season from Oct-Mar.

Snow: Rare occurrence at the port.

Principal navigation aids: Saeng Do (35°02'N 129°06'E) forms a good mark in the approach to Busan Hang.

Other useful marks, positioned from Saeng Do, include:

Sangi Ma, the SE point of Young Do, 1.5nm NNE.

Jang San (35°11'N 129°09'E), a 633m high mountain with a tower, marked by obstruction lights on its summit, 10nm NNE.

Gowongyon San, with two summits (the higher 516m high) 7.5nm N.

Yeong Do Light, 1nm N.

Oryung Do Light, 3.75nm NNE.

Jo Do, 140m high, 2.5nm N.

Busan Tower, with an elevation of 118m, 5nm NW.

Charts: BA 1065, 1259, 3666. Admiralty Pilot NP43, NP286(6).

Traffic schemes: A Traffic Management Service Reporting Line has been established for Busan Port joining the following positions:

A reporting line has been established joining the following positions:

1. 35-01.93'N 128°57.95'E (Morun Mal)
2. 34°58.78'N 128°59.37'E (N point of Mog Do)
3. 35-00.18'N 129-09.87'E
4. 35-05.18'N 129-14.87'E
5. 35°09.22'N 129°09.12'E

Busan New Port Reporting Lines:

1. Northern Line: From Cheonggeori Mal (35°03.81'N 128°51.37'E) to position 35°00.00'N 128°57.00'E.

2. Eastern Line: From position 35°00.00'N 128°57.00'E to position 34°55.0'N 128°55.00'E.

3. Southern Line: From position 34°55.00'N 128°55.00'E to Yangjiam Chwi (34°53.73'N 128°45.11'E).

4. Western Line: From Yangjiam Chwi to Yeib Do (35°03.61'N 128°45.79'E).

Participation in the VTS is compulsory for the following:

1. All foreign vessels
2. Vessels of 300GT and over (vessels between 5GT and 300GT should report only when entering or departing)

3. Vessels carrying dangerous cargo

4. Towing vessels engaged in towing of 200m or more in length

Vessels must send the following information to the VTS:

1. Estimated arrival report (1 hour prior to entering the VTS area):

- a. Vessel's name and callsign
- b. Destination and ETA
- c. Present position, speed and last port of call
- d. Cargo type and quantity (dangerous cargo vessels only)
- e. Length and condition of towing (towing vessel with barge only)
- f. Other essential information for the safety of vessel traffic

2. Initial report (when passing the reporting line - inbound only):

- a. Vessel's name and callsign
- b. Present position, course and speed
- c. Destination
- d. Other essential information for the safety of vessel traffic

3. Arrival report (when berthing or anchoring):

- a. Vessel's name and callsign
- b. Berth name and arrival time (or anchorage name and anchoring time)

4. Shifting report (when shifting within harbour limits)

- a. Vessel's name and callsign
- b. Shifting place (from where to where)
- c. Starting and finishing time of shifting

Busan New Port Only:

Passing "D" Buoy Report: On passing "D" Lightbuoy (35°02.22'N 128°45.50'E)

- a. Vessel's name and callsign
- b. Next port of call

5. Departure report (when departing Busan Port/New Port):

- a. Vessel's name and callsign
- b. Berth or anchorage name
- c. Departure time

d. Next port of call

Busan Port: Vessels must maintain a continuous watch on VHF Ch 12 at all times.

Busan VTS reports the priority of vessels on Ch 12 within 6nm of the harbour limit.

Vessels passing the reporting line but not bound for Busan harbour must report to Busan VTS on Ch 12 when crossing the line.

Busan New Port: Vessels bound for Busan New Port at Gadeog Do must report their shifting, arrival and departure to Busan New Port VTS on Ch 10.

Vessels must change VHF Ch from Busan New Port VTS on Ch 10 or Masan Port Service Ch 14 when passing "D" Lightbuoy.

Restrictions: Navigation channel connecting outer and inner harbours dredged to depths of 12.5m to 19.5m, width 340m.

Vessels over 200m in length, deep draught vessels, tugs with tow and vessels carrying dangerous cargoes are requested to inform the District Maritime and Port Authority of the vessels name, GT, and scheduled entry into the designated area at least 12 hours before arriving at that area.

Regulations in reference to Busan Bridge: The bridge is open for 20 minutes at 0600hrs, 0800hrs, 1000hrs, 1300hrs, 1500hrs, 1700hrs and 1900hrs except when blowing hard or in fog, falling snow or thick weather.

If 2 or more vessels wish to pass through the drawbridge, vessels entering from the W must wait until those from the E have passed.

A blue flag will be displayed or a green light exhibited when the channel is clear. A red flag will be displayed or a red light exhibited if a vessel is prohibited from entering the channel.

The following signals are made by siren 1 minute before closing or opening the drawbridge:

Bridge about to open

Two long blasts

Bridge about to close

Continuous short blasts for 20 sec

Bridge about to close during normal open period

One long blast followed by one short blast

A vessel passing from E to W should, if there is a vessel waiting to enter, give 1 long blast as soon as she has passed through the drawbridge. A long blast is of approx 10 sec duration and a short blast of approx 5 sec.

A bridge was reportedly built at the N end of the North Inner Harbour. The bridge is said to run from W of Chasongdae Container Wharf and terminates E of No 7 Wharf.

Speed restrictions: Speed in Safety Fairway No 1 and Inner Harbour is restricted to 10kts in depths over 18.0m and 5kts in shallower depths.

Tugs: There are 20 tugs available day and night.

Repairs: Repairs of any kind are available.

Drydocks: Shipyards at Yong Do have the capacity to build, repair and dock vessels up to 150,000DWT. There is also a floating dock with a 6,000t capacity.

Bunkers/water/stores: Bunkering: Available with 24 hours prior notice.

Fresh water: Available. Prior notice should be given with ETA.

Stores: Available.

Public holidays: New Year's Day, Independence Movement Day (Mar 1), Labour Day (Mar 10), Arbor Day (Apr 5), Buddha's Birthday (Apr 8), Children's' Day (May 5), Memorial Day (Jun 6), Constitution Day (Jul 17), Independence Day (Aug 15), Moon Festival Day (Lunar Calendar), Armed Forces Day (Oct 1), National Foundation Day (Oct 3), Hangeul Day (Oct 9) and Christmas Day (Dec 25).

Working hours: Normally 0800-1200hrs, 1300-1700hrs, 1800-2359hrs and 0100-0500hrs.

Нижче, на рисунку 2.1, наведений план порту Бусан.

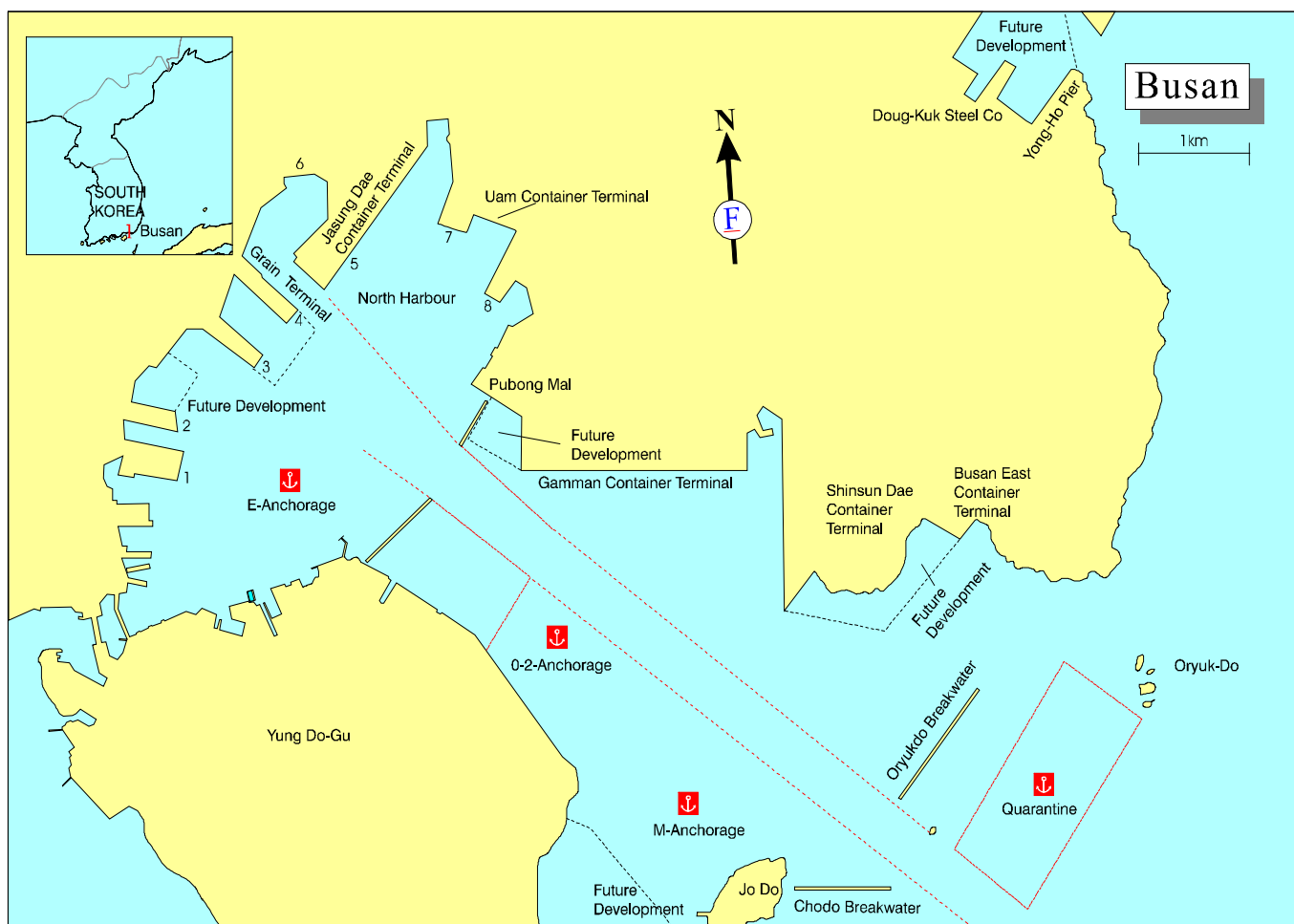


Рисунок 2.1 – План порту Бусан

### Порт Lázaro Cárdenas (Mexico)

Position: 17°54' N, 102°10' W UNCTAD Code: MX LZC Time Zone: UTC -6  
(Central Standard Time) Water Density: 1.025 (Seawater)

#### General Description

Lázaro Cárdenas is a major deep-water industrial and commercial port on the Mexican Pacific coast. It is a key hub for containerized cargo, dry bulk (coal, iron ore), steel products, and fluids. The port is accessible year-round and is protected by natural geography and breakwaters.

#### Restrictions

##### Max Draft:

Entrance Channel: ~18.0 m (Channel depth is approx. 19.0 m).

Container Terminals: Up to 16.5 m.

Mineral/Bulk Terminals: Up to 17.5 m.

**Tides:** Tidal range is insignificant (approx. 0.6 m – 0.9 m).

**Vessel Size:** There are practically no restrictions on LOA or Beam for standard commercial vessels; the port handles Post-Panamax and Capesize vessels.

#### Documents

Standard documentation is required via the agent (AMANAC system). Typical requirements include:

- International Tonnage Certificate (ITC).
- Crew List (8 copies).
- Passenger List / Stowaway declaration.
- Maritime Declaration of Health.
- Vaccination List.
- Last Port Clearance.

**Security Note:** Mexican authorities maintain strict protocols regarding narcotics and arms. A physical vessel search (rummage) upon arrival is a standard procedure.

#### Approach & Pilotage

**Pilotage: Compulsory** for all foreign vessels.

#### **Pilot Boarding Ground:**

Located approx. 2.0 n.m. South of the breakwater entrance.

Approximate position: **17°52.5' N, 102°11.5' W**.

**Ordering:** Via Agent min. 24 hours in advance.

**Confirmation:** Contact Pilot Station / VTS 2 hours prior to arrival on VHF.

**Communication:** VHF Ch 16 / 14.

#### Anchorage

The anchorage is an open roadstead located to the southwest of the entrance breakwaters.

**Location:** SW of the port entrance.

**Bottom:** Sand and mud (Good holding ground).

**Depths:** 20 m to 40 m.

**Warning:** During the hurricane season (June–November) or heavy swell conditions, the anchorage can be exposed. VTS may instruct vessels to drift offshore instead of anchoring.

Port Entry

**Entrance:** Protected by West and East Breakwaters.

**Width:** Approx. 350-400 m wide.

**Traffic Control:** All movements are controlled by "Lázaro Cárdenas Control" (VTS). Entry is prohibited without VTS clearance.

Berths & Terminals

**Container Terminals:**

*Hutchison Ports LCT:* Major terminal, depth alongside ~16.5 m.

*APM Terminals:* Semi-automated, handles the largest container vessels.

**Multipurpose / General Cargo:** Handles steel slabs, coils, granite, and project cargo.

**Mineral / Bulk Terminals:** Servicing ArcelorMittal (Coal/Iron Ore discharge).

**Note:** Be aware of potential dust accumulation on deck during operations.

**Grain Terminal:** For agricultural bulk.

**PEMEX Terminal:** For petroleum products.

Services

**Tugs: Compulsory** for berthing/unberthing. Usually, 2-3 tugs are used depending on vessel size. Tugs are ASD type with sufficient bollard pull.

**Supplies:** Fresh water available (by barge or pipeline). Bunkers (IFO/MGO) available via truck or barge (requires advance nomination).

**Repairs:** Minor repairs available.

Нижче, на рисунку 2.2, наведений план порту Lázaro Cárdenas.

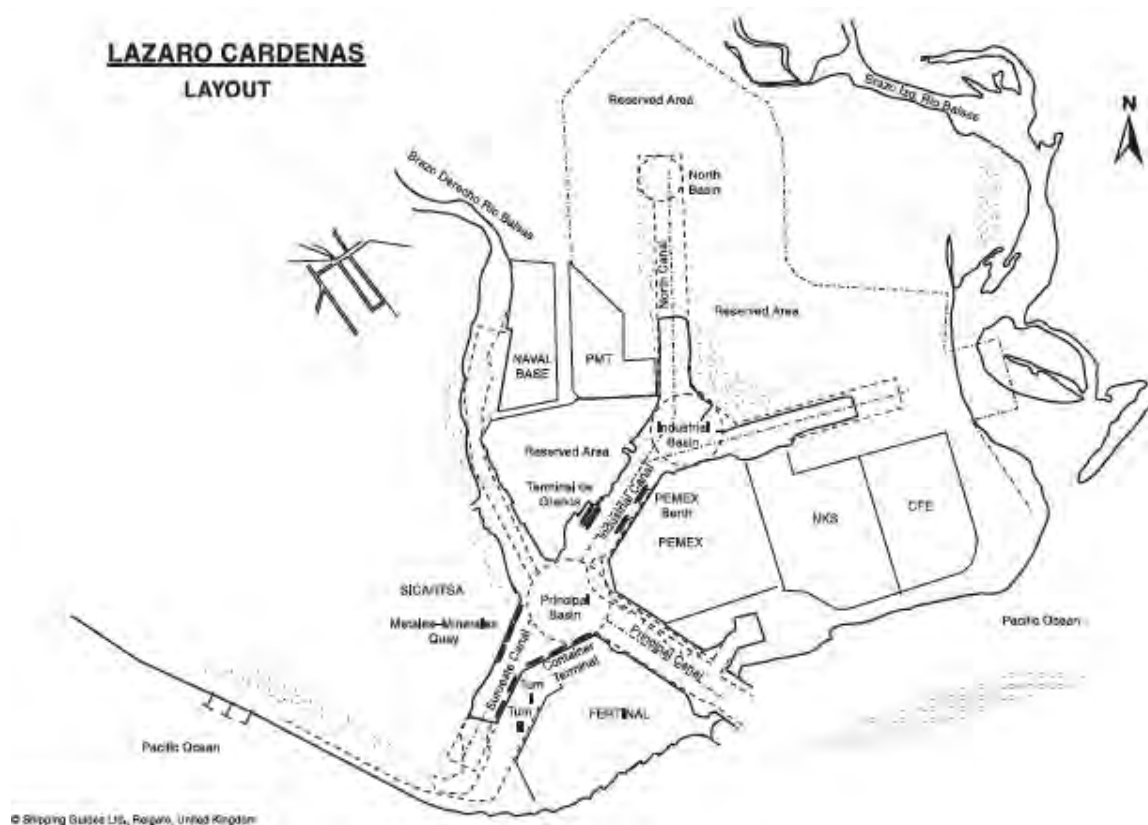


Рисунок 2.2 – План порту Lázaro Cárdenas

Дані по ЗНУ описуваного переходу зводимо в таблицю 2.8.

Таблиця 2.8 – ЗНУ, використовувані на переході

| №  | Назва               | Координати<br>$\varphi$ ; $\lambda$ | Дальність<br>видимості<br>милі | Характеристик<br>и |
|----|---------------------|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| 1  | 2                   | 3                                   | 4                              | 5                  |
| 1  | Lt. Oryuk Do        | 35°05,4' N; 129°07,6' E             | 21                             | Fl 10,0 s          |
| 2  | Lt. Sonjongni       | 35°10,1' N; 129°13,0' E             | 7                              | Fl 10,0 s          |
| 3  | Lt. Kanjol Gap      | 35°21,5' N; 129°21,5' E             | 24                             | Fl 15,0 s          |
| 4  | Lt. Tappi Saki      | 41°15,5' N; 140°20,5' E             | 23                             | Fl(2) 20,0 s       |
| 5  | Lt. Oma Saki        | 41°33,3' N; 140°54,7' E             | 20                             | Fl(3) 30,0 s       |
| 6  | Lt. Shiriya Saki    | 41°25,7' N; 141°25,6' E             | 27                             | Fl 10,0 s          |
| 7  | Lt. Erimo Misaki    | 41°55,5' N; 143°14,6' E             | 25                             | Fl 15,0 s          |
| 9  | Lt. Punta Farallon  | 19°22,5' N; 105°01,8' W             | 23                             | Fl(2) 10,0s        |
| 10 | Lt. Punta Graham    | 19°10,7' N; 104°41,5' W             | 21                             | Fl(3) 12,0s        |
| 11 | Lt. Punta Carrizal  | 19°05,1' N; 104°27,0' W             | 11                             | Fl(2) 10,0s        |
| 12 | Lt. Punta San Telmo | 18°20,4' N; 103°30,3' W             | 20                             | Fl(2) 10s          |
| 13 | Lt. Isla de Cayacal | 17°54,5' N; 102°10,7' W             | 20                             | Fl(3) 12s          |

## 2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

### 2.3.1 Розрахунок ортодромії

В посібнику «Океанські шляхи світу» рекомендації для переходу з порту Бусан в порт Lázaro Cárdenas приводяться в ст. 7.307. Згідно рекомендацій необхідно слідувати по дузі великого кола від Цугарської протоки до точки  $28^{\circ}40' \text{ N}$ ,  $118^{\circ}20' \text{ W}$ , що лежить на південь від о-ва Гваделупа і далі йти прибережним шляхом в порт Ласаро Карденас.

Обчислимо довжину локсодромії і ортодромії між двома рекомендованими поворотними точками та виконаємо порівняння.

Задаємося відповідними координатами: ①.  $\varphi_{\text{п}} = 41^{\circ} 44' \text{ N}$ ,  $\lambda_{\text{п}} = 143^{\circ}23' \text{ E}$ .

②.  $\varphi_{\text{к}} = 28^{\circ} 40' \text{ N}$ ,  $\lambda_{\text{к}} = 118^{\circ}20' \text{ W}$ .

1. Знаходимо різницю широт ( $\Delta\varphi$ ):

|                      |                                 |
|----------------------|---------------------------------|
| $\varphi_{\text{к}}$ | $28^{\circ} 40' \text{ N}$      |
| -                    |                                 |
| $\varphi_{\text{п}}$ | $41^{\circ} 44' \text{ N}$      |
| <hr/>                |                                 |
| $\Delta\varphi$      | $13^{\circ} 04' \text{ (до S)}$ |

2. Знаходимо різницю довгот ( $\Delta\lambda$ ):

|                      |                                 |
|----------------------|---------------------------------|
| $\lambda_{\text{к}}$ | $118^{\circ} 20' \text{ W}$     |
| -                    |                                 |
| $\lambda_{\text{п}}$ | $143^{\circ} 23' \text{ E}$     |
| <hr/>                |                                 |
| $\Delta\lambda$      | $098^{\circ} 16' \text{ (к E)}$ |

3. Знаходимо різницю меридіональних частин ( $m$ ):

$$m = 3437,75 \cdot \ln\left[\text{tg}\left(45^{\circ} + \frac{\varphi_{\text{к}}}{2}\right) / \text{tg}\left(45^{\circ} + \frac{\varphi_{\text{п}}}{2}\right)\right]. \quad (2.1)$$

$$m = -959,3.$$

4. Визначаємо локсодромічний курс по формулі:

$$K_{\text{л}} = 360^\circ \cdot \arccos(m/\sqrt{m^2 + \Delta\lambda^2}). \quad (2.2)$$

$$K_{\text{л}} = 099,24^\circ.$$

5. Розраховуємо локсодромічну відстань:

$$S_{\text{л}} = \Delta\varphi / \cos K_{\text{л}} = 4881,94 \text{ милі.} \quad (2.3)$$

6. Розраховуємо довжину ортодромії за формулою:

$$D = \arccos(\sin\varphi_{\text{н}} \sin\varphi_{\text{к}} + \cos\varphi_{\text{н}} \cos\varphi_{\text{к}} \cos\Delta\lambda). \quad (2.4)$$

$$D = 4619,18 \text{ милі.}$$

7. Визначаємо доцільність плавання по ортодромії:

$$\Delta D = S_{\text{л}} - D. \quad (2.5)$$

$$\Delta D = 4881,94 - 4619,18 = 262,76 \text{ милі.}$$

Висновок: на підставі отриманого результату вибираємо плавання по ортодромії.

Початковий і кінцеві курси ортодромії розраховуються по наступних формулах

$$\text{ctg } K_{\text{н}} = \cos\varphi_1 \text{ tg}\varphi_2 \text{ cosec}(\lambda_2 - \lambda_1) - \sin\varphi_1 \text{ ctg}(\lambda_2 - \lambda_1), \quad (2.6)$$

$$\text{ctg } K_{\text{к}} = -\text{tg}\varphi_{\text{а}} \cos\varphi_2 \text{ cosec}(\lambda_2 - \lambda_1) + \sin\varphi_2 \text{ ctg}(\lambda_2 - \lambda_1). \quad (2.7)$$

Координати проміжних точок знайдемо по формулі

$$\operatorname{tg} \varphi_i = ( \operatorname{tg}(\lambda_i - \lambda_1) / \operatorname{tg} K_H \cos \varphi_1 + \operatorname{tg} \varphi_1 ) \cdot \cos(\lambda_i - \lambda_1). \quad (2.8)$$

Результати розрахунків проміжних точок представимо у вигляді таблиці

2.9

Таблиця 2.9 - Координати проміжних точок

|                             | 1          | 2          | 3          | 4          | 5          | 6          |
|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| $\lambda_i$                 | 145° E     | 150° E     | 155° E     | 160° E     | 165° E     | 170° E     |
| $\lambda_i - \lambda_1$     | 54,19698   | 59,19698   | 64,19698   | 69,19698   | 74,19698   | 79,19698   |
| $\operatorname{tg} \varphi$ | 0,910708   | 0,964495   | 1,010941   | 1,049694   | 1,080458   | 1,102998   |
| $\varphi$                   | 42°19,5' N | 43°57,8' N | 45°18,7' N | 46°23,3' N | 47°12,8' N | 47°48,2' N |

Продовження таблиці 2.9

|                             | 7          | 8          | 9          | 10         | 11         | 12         |
|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| $\lambda_i$                 | 175° E     | 180°       | 175° W     | 170° W     | 165° W     | 160° W     |
| $\lambda_i - \lambda_1$     | 84,19698   | 89,19698   | -265,803   | -260,803   | -255,803   | -250,803   |
| $\operatorname{tg} \varphi$ | 1,117145   | 1,122789   | 1,119888   | 1,108464   | 1,088604   | 1,060459   |
| $\varphi$                   | 48°10,0' N | 48°18,6' N | 48°14,2' N | 47°56,6' N | 47°25,7' N | 46°40,8' N |

Продовження таблиці 2.9

|                             | 13         | 14         | 15         | 16         | 17         | 18         |
|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| $\lambda_i$                 | 155° W     | 150° W     | 145° W     | 140° W     | 135° W     | 130° W     |
| $\lambda_i - \lambda_1$     | -245,803   | -240,803   | -235,803   | -230,803   | -225,803   | -220,803   |
| $\operatorname{tg} \varphi$ | 1,024243   | 0,980232   | 0,928761   | 0,870222   | 0,80506    | 0,73377    |
| $\varphi$                   | 45°41,2' N | 44°25,7' N | 42°53,0' N | 41°01,8' N | 38°50,2' N | 36°16,2' N |

Продовження таблиці 2.9

|                             | 19         | 20         |
|-----------------------------|------------|------------|
| $\lambda_i$                 | 125° W     | 120° W     |
| $\lambda_i - \lambda_1$     | -215,803   | -210,803   |
| $\operatorname{tg} \varphi$ | 0,656896   | 0,575023   |
| $\varphi$                   | 33°18,0' N | 29°54,0' N |

Параметри ортодромії використовуємо при виконанні попереднього прокладення.

### **2.3.2 Складання маршрутних листів**

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

Виконавши попередню прокладку на всіх картах на рекомендованих відстанях від небезпек (safety margin), проводимо необхідні вимірювання і супутні розрахунки, результати яких представляємо у вигляді таблиці 2.10.

Таблица 2.10 – Маршрутный лист

|                     |                         |       |             |       |  |
|---------------------|-------------------------|-------|-------------|-------|--|
| Voyage / File No.   | 1308EB                  | Date: |             | Time: |  |
| Voyage description: | Busan - Lázaro Cárdenas | Ship: | MSC Shina V |       |  |

| Date/<br>Time | Event     | Waypoint<br>Reference | Lat / Long                              | True Track | Magnetic<br>course | Ground<br>speed | DTW | DTD | Draft | Min.<br>Depth | Tide<br>Ht | UKC  | PI or bearing<br>Reference<br>Object | Port<br>Limit | Track | Stbd<br>Limit | GPS<br>XTE |
|---------------|-----------|-----------------------|-----------------------------------------|------------|--------------------|-----------------|-----|-----|-------|---------------|------------|------|--------------------------------------|---------------|-------|---------------|------------|
| 1             | 2         | 3                     | 4                                       | 5          | 6                  | 7               | 8   | 9   | 10    | 11            | 12         | 13   | 14                                   | 15            | 16    | 17            | 18         |
| 03/07         | WP1       | Load berth            | 35°07.1'N                               |            |                    |                 | 0.8 | 5.6 | 13.4  | 15            | 0.9        | 2.5  |                                      |               |       |               | 0.005      |
|               |           |                       | 129°03.3'E                              |            |                    |                 |     |     |       |               |            |      |                                      |               |       |               |            |
|               | Alert 1.1 |                       | Pilot Board point. Set navigable limits |            |                    |                 |     |     |       |               |            |      |                                      |               |       |               |            |
|               | Alert 1.2 |                       | Tugs make fast                          |            |                    |                 |     |     |       |               |            |      |                                      |               |       |               |            |
|               | Alert 1.3 |                       | Increase speed to 2 knots               |            |                    |                 |     |     |       |               |            |      |                                      | 0.1           |       | 0.1           | 0.005      |
|               | WP2       | Uno Se                | 35°06,5'                                | 148°       |                    | 2               | 3.3 | 4.8 | 13.4  | 22            | 0.9        | 9.5  |                                      |               |       |               |            |
|               |           | 095°x0,2              | 129°03,8'E                              |            |                    |                 |     |     |       |               |            |      |                                      |               |       |               |            |
|               | Alert 2.1 |                       | Increase speed to 5 knots               |            |                    |                 |     |     |       |               |            |      |                                      |               |       |               |            |
|               | WP3       | E Head                | 35°04.5'N                               | 128°       |                    | 5               | 1.5 | 1.5 | 13.4  | 32            | 1.0        | 19.6 |                                      | 0.1           |       | 0.2           | 0.005      |
|               |           | 300°x0.6              | 129°06.9'E                              |            |                    |                 |     |     |       |               |            |      |                                      |               |       |               |            |
|               | Alert3.1  |                       | Call Pusan Port Control ch 12           |            |                    |                 |     |     |       |               |            |      |                                      |               |       |               |            |
|               | Alert 3.2 |                       | Let go FWD & AFT tugs                   |            |                    |                 |     |     |       |               |            |      |                                      |               |       |               |            |
|               | Alert 3.3 |                       | Check pilot ladder                      |            |                    |                 |     |     |       |               |            |      |                                      |               |       |               |            |
|               | Alert 3.3 |                       | Increase speed to 7 knots               |            |                    |                 |     |     |       |               |            |      |                                      |               |       |               |            |
|               | WP4       | Yong Do               | 35°03,2'                                | 148°       |                    | 7               | 0   | 0   | 13.4  | 32            | 1.0        | 19.6 |                                      | -             |       | -             | 0.005      |
|               |           | 269°x2.0              | 129°07,9'E                              |            |                    |                 |     |     |       |               |            |      |                                      |               |       |               |            |
|               | Alert 4.1 |                       | Disembark of Pilot.                     |            |                    |                 |     |     |       |               |            |      |                                      |               |       |               |            |
|               | Alert 4.2 |                       | Increase speed to 9 knots               |            |                    |                 |     |     |       |               |            |      |                                      |               |       |               |            |
|               | Alert 4.3 |                       | BOSP. ROB: HF , MDO , LO , FW           |            |                    |                 |     |     |       |               |            |      |                                      |               |       |               |            |







### 2.3.3 Графічний план переходу

Результати навігаційного планування переходу оформляємо у вигляді графічного плану переходу. На графічному плані наноситься наступна інформація: курс судна, назви портів відходу/заходу, основні течії, рози вітрів.

Графічний план переходу Бусан - Ласаро Карденас представлений на рисунку 2.3.

### 2.3.4 Розрахунок природної освітленості

Розрахунки освітленості виконують двома послідовними наближеннями:

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

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

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

По широті місця судна  $\varphi$  і схиленню Сонця  $\delta$  на моменти його сходу і заходу по формулі  $\tan A$  розрахуємо азимути Сонця (Z) при сході і заході, які також внесемо до таблиці 2.11.

Для отримання місцевого часу явища (Correct LMT) треба у табличний час ввести дві поправки:

$$\text{Correct LMT} = \text{LMT for Lat} + \text{Lat correction} + \text{Long correction.} \quad (2.9)$$

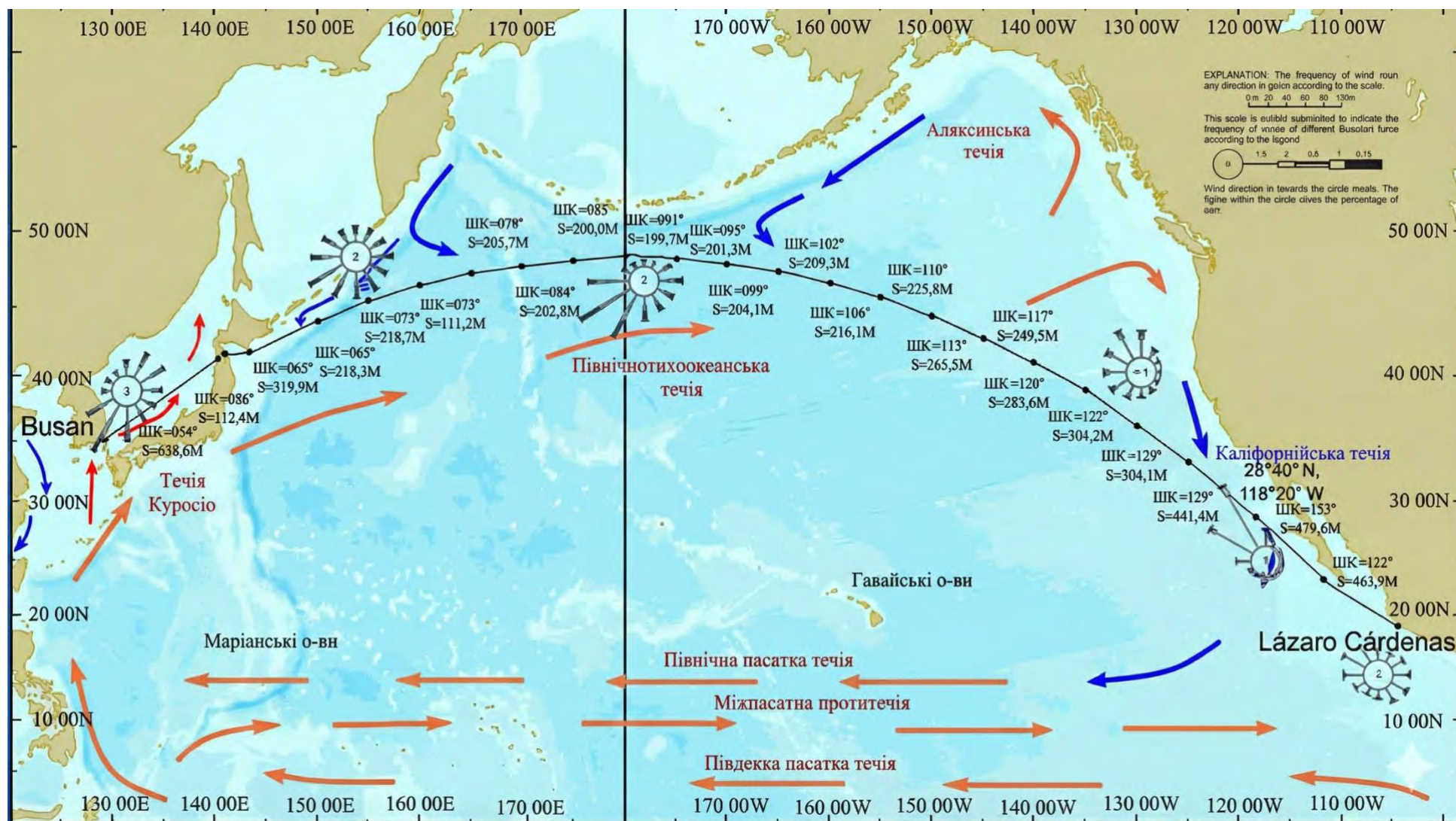


Рисунок 2.3 - Графічний план переходу Бусан - Ласаро Карденас

Місцевий час явища переводять у Грінвічний:

$$\text{GMT} = \text{Correct LMT} \pm \text{Longitude.} \quad (2.10)$$

Грінвічний час явища переводять в судновий:

$$\text{ZT} = \text{GMT} \pm \text{ZD.} \quad (2.11)$$

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

Наведемо приклад розрахунку елементів освітленості на 03.07.2021.

$$\varphi = 37^{\circ}07,1' \text{ N}, \lambda = 129^{\circ}03,3' \text{ E по Nautical Almanac 2025.}$$

| Twilight              |         | Sunrise               |         | Sunset                |         | Twilight              |         |
|-----------------------|---------|-----------------------|---------|-----------------------|---------|-----------------------|---------|
| LMT                   | 03 39   | LMT                   | 04 47   | LMT                   | 19 21   | LMT                   | 20 36   |
| $+\Delta T_{\varphi}$ | -4      | $+\Delta T_{\varphi}$ | -3      | $+\Delta T_{\varphi}$ | +3      | $+\Delta T_{\varphi}$ | -4      |
| $+\Delta T_{\lambda}$ | -       | $+\Delta T_{\lambda}$ | 0       | $+\Delta T_{\lambda}$ | 0       | $+\Delta T_{\lambda}$ | -       |
| C. LMT                | 03 35   | C. LMT                | 04 44   | C. LMT                | 19 24   | C. LMT                | 20 32   |
| $\pm \lambda$         | - 08 36 | $\pm \lambda$         | - 08 36 | $\pm \lambda$         | - 08 36 | $\pm \lambda$         | - 08 36 |
| GMT                   | 18 59   | GMT                   | 20 08   | GMT                   | 10 48   | GMT                   | 11 56   |
| $\pm \text{ZD}$       | + 9     | $\pm \text{ZD}$       | + 9     | $\pm \text{ZD}$       | + 9     | $\pm \text{ZD}$       | + 9     |
| ZT                    | 03 59   | ZT                    | 05 08   | ZT                    | 19 48   | ZT                    | 20 56   |

Таблиця 2.11 – Елементи освітленості

| Date  | Twilight | SUN           |        |              |        | Twilight | MOON           |      |               |
|-------|----------|---------------|--------|--------------|--------|----------|----------------|------|---------------|
|       |          | Sunrise<br>ZT | Z      | Sunset<br>ZT | Z      |          | Moonrise<br>ZT | Age  | Moonset<br>ZT |
| 1     | 2        | 3             | 4      | 5            | 6      | 7        | 8              | 9    | 10            |
| 03.07 | 03:59    | 05:08         | 060,7° | 19:48        | 299,3° | 02:56    | 16:30          | 22,5 | 01:28         |
| 08.07 | 02:39    | 04:12         | 055,6° | 19:58        | 304,4° | 21:31    | 13:24          | 27   | 02:43         |
| 14.07 | 04:36    | 05:28         | 067,0° | 18:39        | 293,0° | 19:31    | 15:20          | 3    | 06:34         |

### 2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

Приливи в південній частині Кореї півдобові. Середня величина сизигійного приливу в західній частині складає 3,0 м., а в східній зменшується до 1 м. В порту Бусан середня величина приливу 0,8 м, сизигійного – 1,2 м.

В порту Ласаро Карденас спостерігаються півдобові приливи, середня величина прилива складає 0,7 м. Величину прилива можна порахувати по гармонійним постійним.

Розрахуємо моменти настання і висоти повних і малих вод в порту відходу. Результати розрахунку представимо у вигляді таблиці 2.12 і побудуємо графік приливів

Таблиця 2.12 – Приливні явища в порту Бусан

|                                            |                |                 |        |      |       |                |       |        |      |                |     |
|--------------------------------------------|----------------|-----------------|--------|------|-------|----------------|-------|--------|------|----------------|-----|
| Расшифр. 2.12 Приливный явца в порту Бусан |                |                 |        |      |       |                |       |        |      |                |     |
| Standard Port:                             |                | Лухуадао № 7280 |        |      |       |                |       |        |      |                |     |
| Secondary Port:                            |                | Бусан № 7566    |        |      |       | Date:          |       | 03/07  |      | Time Zone 0900 |     |
| Standart Port                              | TIME           |                 | HEIGHT |      | RANGE | TIME           |       | HEIGHT |      | RANGE          |     |
|                                            | LW             | HW              | LW     | HW   |       | LW             | HW    | LW     | HW   |                |     |
|                                            | 04:36          | 10:36           | 0,6    | 4,5  |       | 3,9            | 17:07 | 22:46  | 0,7  |                | 4,1 |
| Seasonal Change                            | Standart port  |                 | -0,2   | -0,2 |       | Standart port  |       | -0,2   | -0,2 |                |     |
| DIFFERENCES                                | -0137          | -0150           | -0,7   | -3,4 |       | -0137          | -0150 | -0,8   | -3,1 |                |     |
| Seasonal Change                            | Secondary Port |                 | -0,1   | -0,1 |       | Secondary Port |       | -0,1   | -0,1 |                |     |
| SECONDARY PORT                             | 02:59          | 08:46           | 0,0    | 1,2  |       | 15:30          | 20:56 | 0,0    | 1,1  |                |     |
| Duration                                   | 06:00          |                 |        |      |       | 05:39          |       |        |      |                |     |

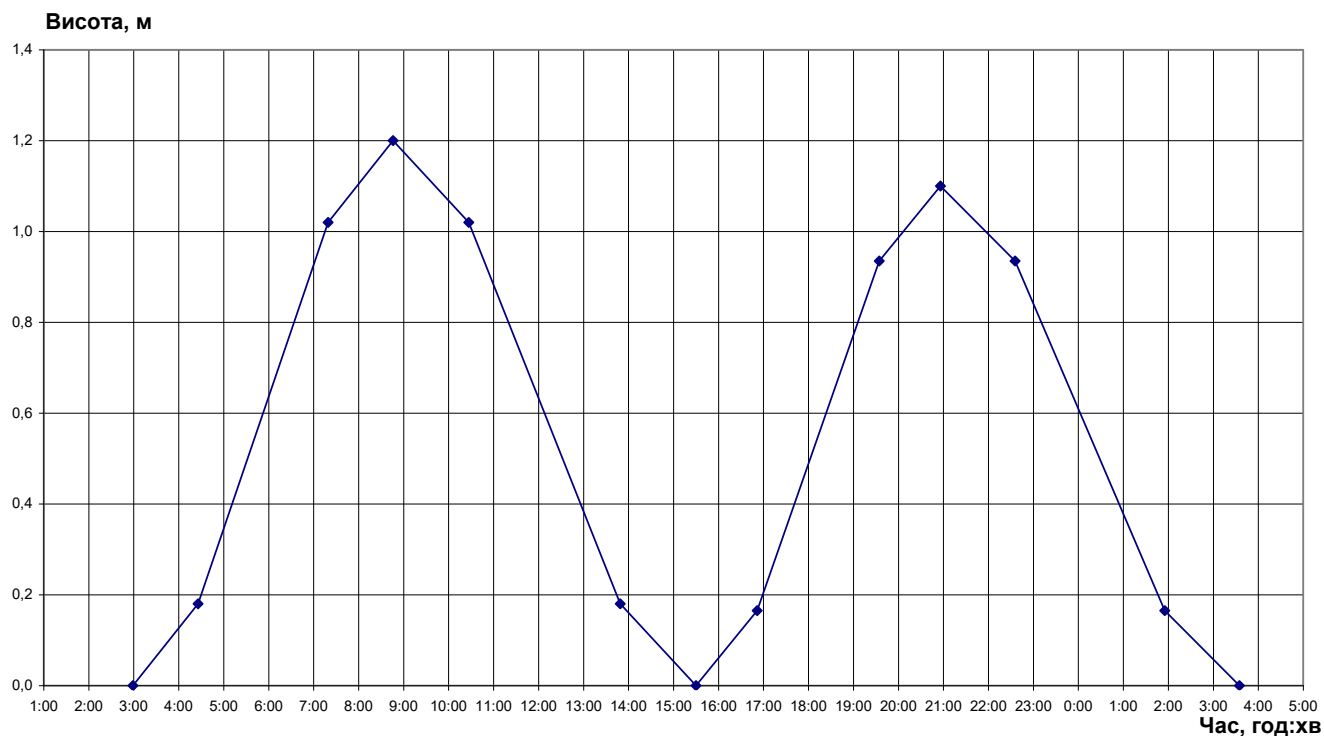


Рисунок 2.4 – Графік приливів в порту Бусан 03/07

Для нашого судна в порту відходу лімітуючих глибин немає.

## 2.4 Висновки

Гідрометеорологічні умови плавання в цілому по маршруту слідування задовільні. На всьому переході переважає вітер західних румбів, який формує відповідне хвилювання. На місяць плавання доводиться відносно спокійний період, середня висота хвиль до 2 метрів, а сила вітру до 6 м/с. Увесь маршрут проходить в зоні дії попутних течій.

В акваторії портів відходу та приходу розташовані системи розділення руху суден, межі яких позначені на морських навігаційних картах. Плавання в акваторіях контролюється операторами. В порту Бусан є місця обов'язкового докладу.

При виході з порту Бусан необхідно враховувати вплив приливо-відливних течій, швидкість яких може досягати 3 вузлів. Плавання до Цугарської протоки проходить в зоні дії теплої Цусімської течії, швидкість якої

змінюється від 0,5 до 1,0 вузла. Усі навігаційні небезпеки знаходяться поблизу узбережжя. При плаванні на цій ділянці необхідно уважно стежити за навколишнім оточенням через інтенсивний рух суден.

Навігація в Цугарській протоці нескладна, протока досить широка та глибока. Плавання тут досить добре забезпечується засобами навігаційного устаткування. На більшості мисів, що далеко виступають в море, і на островах встановлені маяки з дальністю видимості вогню 15-20 миль. Між такими маяками, а також на підходах до гаваней встановлені знаки, що світять, з дальністю видимості вогню 10-15 миль. Це дозволяє мореплавцеві, що йде в 5-10 милях від берега, одночасно бачити два-три, а іноді і більше вогнів, необхідних для визначення місця судна вночі. Мореплавець повинен пам'ятати, що місце розташування віх і буїв, а також характеристика їх вогнів можуть змінюватися, тому повністю покладатися на них не слід. Вночі вогні багатьох берегових засобів навігаційного устаткування і плавучих застережливих знаків важко розлічити на тлі міських вогнів або вогнів риболовецьких суден. Навігаційні вогні в портах і гаванях можна сплутати з міськими вогнями. Тому навіть при видимості вогнів берегових засобів навігаційного устаткування і плавучих застережливих знаків при плаванні поблизу берегів належить дотримуватися обережності.

## РОЗДІЛ 3

### ОБРОБКА ТА 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, своєчасній і підлягаючій бережливій їх доставці.

Під вантажним морським контейнером для міжнародних (а також внутрішніх) перевезень розуміється одиниця транспортного устаткування багатократного використання. Конструкція вантажного морського контейнера забезпечує підлягаючих зберіганню і перевезенню вантажів одним або декількома видами транспорту, що досягається достатньою міцністю морського контейнера впродовж встановленого терміну служби.

Незалежно від призначення усі контейнери стандартизовані по масі брутто, габаритам, приєднувальним розмірам, а також по конструкції приєднувальних пристроїв до рухомого складу залізничного і автомобільного транспорту і до захватних органів навантажувально-розвантажувальних машин. Це дозволяє здійснювати з мінімальними витратами часу і праці змішані перевезення різними видами транспорту, реалізуюючи принцип "від дверей до дверей"

Основними типами контейнерів, використовуваних в перевезеннях, є морські контейнери типорозмірів IC і ICC, а також IA і IAA. Контейнери типорозмірів ICC і IAA мають висоту 2591 мм (8,5 футів), а контейнери типорозмірів IC і IA - 2438 мм (8,0 футів).

Найважливішими експлуатаційними параметрами контейнерів є внутрішні розміри, такі як ширина дверного отвору (2286 мм), висота (для ICC і IAA - 2261 мм, для IC і IA - 2134 мм) і внутрішній об'єм, а також маса вантажу, що перевозиться, яка разом з тарою контейнера складає масу брутто.

Таблиця 3.1 - Зовнішні і внутрішні розміри стандартних морських контейнерів

| Параметри                                               | Од.<br>вим. | 20 –<br>футовий<br>стандарт-<br>ний<br>(Dry<br>Cube) | 20 –<br>футовий<br>високий<br>контейнер<br>(High<br>Cube) | 40 –<br>футовий<br>стандарт-<br>ний<br>(Dry Van) | 40 –<br>футовий<br>Високий<br>контейнер<br>(High<br>Cube) | 40-<br>футовий<br>високий<br>широкий<br>(High Cube<br>Pallet<br>Wide) | 45-футовий<br>високий<br>широкий<br>(High Cube<br>Pallet Wide)<br>9'1" (2,75м) | 45-футовий<br>високий<br>широкий<br>(High Cube<br>Pallet Wide)<br>9'6" (2,90м) |
|---------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|                                                         |             | 20' DC                                               | 20' HC                                                    | 40' DV                                           | 40' HC                                                    | 40' HCPW                                                              | 45' HCPW                                                                       | 45' HCPW                                                                       |
| 1                                                       | 2           | 3                                                    | 4                                                         | 5                                                | 6                                                         | 7                                                                     | 8                                                                              | 9                                                                              |
| РОЗМІРИ ЗОВНІШНІ                                        |             |                                                      |                                                           |                                                  |                                                           |                                                                       |                                                                                |                                                                                |
| Довжина                                                 | мм          | 6058                                                 | 6058                                                      | 12192                                            | 12192                                                     | 12192                                                                 | 13716                                                                          | 13716                                                                          |
| Ширина                                                  | мм          | 2438                                                 | 2438                                                      | 2438                                             | 2438                                                      | 2500                                                                  | 2500                                                                           | 2500                                                                           |
| Висота                                                  | мм          | 2591                                                 | 2896                                                      | 2591                                             | 2896                                                      | 2896                                                                  | 2750                                                                           | 2896                                                                           |
| РОЗМІРИ ВНУТРІШНІ                                       |             |                                                      |                                                           |                                                  |                                                           |                                                                       |                                                                                |                                                                                |
| Довжина                                                 | мм          | 5905                                                 | 5905                                                      | 12039                                            | 12039                                                     | 12039                                                                 | 13513                                                                          | 13513                                                                          |
| Ширина                                                  | мм          | 2350                                                 | 2350                                                      | 2350                                             | 2350                                                      | 2432                                                                  | 2444                                                                           | 2444                                                                           |
| Висота                                                  | мм          | 2381                                                 | 2693                                                      | 2372                                             | 2693                                                      | 2693                                                                  | 2549                                                                           | 2642                                                                           |
| ДВЕРНИЙ ОТВІР                                           |             |                                                      |                                                           |                                                  |                                                           |                                                                       |                                                                                |                                                                                |
| Ширина                                                  | мм          | 2336                                                 | 2340                                                      | 2336                                             | 2340                                                      | 2432                                                                  | 2416                                                                           | 2416                                                                           |
| Висота                                                  | мм          | 2291                                                 | 2597                                                      | 2291                                             | 2597                                                      | 2597                                                                  | 2439                                                                           | 2565                                                                           |
| ХАРАКТЕРИСТИКА ПАРАМЕТРІВ І МАСИ                        |             |                                                      |                                                           |                                                  |                                                           |                                                                       |                                                                                |                                                                                |
| Максимальна<br>маса брутто                              | кг          | 24000-<br>30480                                      | 30480                                                     | 28800-<br>30480                                  | 30480-<br>32500                                           | 30480-<br>35000                                                       | 34000                                                                          | 34000                                                                          |
| Маса тари                                               | кг          | 2145 -<br>2370                                       | 2340                                                      | 3640 -<br>4000                                   | 3740 -<br>4200                                            | 4200 -<br>4400                                                        | 4180                                                                           | 4250 - 5080                                                                    |
| Корисне<br>навантаження                                 | кг          | 21630-<br>28335                                      | 28140                                                     | 24800-<br>26840                                  | 26280-<br>28650                                           | 26280-<br>30720                                                       | 29820                                                                          | 28920-<br>29750                                                                |
| Об'єм                                                   | м. куб.     | 33-33,2                                              | 37,5                                                      | 67,3-67,8                                        | 75,6-76,5                                                 | 78,8-79,3                                                             | 85,1                                                                           | 88,7-89,5                                                                      |
| Штабелюван-<br>ня                                       | кг          | 86400, 9<br>ярусів                                   | 86400, 9<br>ярусів                                        | 86400, 7<br>ярусів                               | 86400, 7<br>ярусів                                        | 86400, 5<br>ярусів                                                    | 86400,<br>5 ярусів                                                             | 86400,<br>5 ярусів                                                             |
| Кількість<br>вміщуваних<br>європалетів<br>(1200x800 мм) | шт.         | 11                                                   | 11                                                        | 25                                               | 25                                                        | 30                                                                    | 33                                                                             | 33                                                                             |

Абревіатури і скорочення типів контейнерів:

BC, BU - Bulk Container, сухий контейнер стандартних розмірів, оснащений спеціальними отворами для завантаження/вивантаження. Призначений для транспортування насипних вантажів;

DC - Dry Container, сухий контейнер;

FR - Flat Rack, контейнер-платформа без даху і бічних стінок. Використовується для транспортування важких вантажів (частин машин, устаткування, техніки) негабаритів

GP - General Purpose, стандартний, універсальний 20, або 40-футовий контейнер. Використовується для транспортування широкого асортименту вантажів, відповідних по габаритах і не вимагаючих особливих умов перевезення;

HC, HQ - High Cube, контейнер зі збільшеною габаритною висотою, призначений для транспортування вантажів заввишки до 2,7 м;

HTC - Heavy Tested Container, посилений сталевий 20-футовий контейнер;

OT, UT - Open Top, контейнер зі знімним дахом з гнучкого матеріалу або брезенту, призначений для транспортування по висоті вантажів негабаритів або вантажів, які можна завантажувати в контейнер виключно вертикально згори;

PW - Pallet wide, контейнер зі збільшеною габаритною шириною, що дозволяє розмістити поруч 2 стандартні палети;

RE, RT, RS - Refrigerated Container, контейнер-рефрижератор, який приміняють для перевезення вантажів, чутливих до температурного режиму (продукти харчування, деякі хімічні речовини);

TC - Tank Container, цистерна (танк), закріплена на жорсткій рамі стандартних розмірів. Призначена для транспортування різних наливних вантажів;

VC, VT - Ventilated Container, контейнер, забезпечений системою природної або примусової вентиляції. Призначений для транспортування вантажів, що потребують видалення з контейнера конденсату, безпечних випарів або в процесі повітрообміну із зовнішнім середовищем.

Вантажі в контейнерах повинні розміщуватися так, щоб було неможливим їх ушкодження, переміщення вантажу усередині контейнера в умовах морського перевезення і, щоб навантаження на підлогу і тиски на стінки контейнера були рівномірними.

Двері контейнера повинні вільно закриватися і відкриватися, для чого при розміщенні вантажу необхідно залишати вільний простір між вантажем і дверима

контейнера: для контейнерів масою брутто до 5 т - від 3 до 5 см, масою брутто понад 5 т - 5 см.

Прибивати вантажі або пристосування для їх кріплення (стілки, прокладення, клини та ін.) цвяхами, скобами або іншим способом до підлоги, стінкам забороняється.

При композитному завантаженні важчий вантаж повинен розташовуватися внизу легший і крихкіший - вгорі. Рефрижераторні контейнери розташовуються в зоні досяжності точки підключення до джерела живлення.

У один контейнер можуть бути поміщені ті вантажі, які сумісні за своїми фізико-хімічними властивостями.

При перевезенні в контейнерах вантажів в первинній (цеховій) упаковці або полегшеній тарі вантажовідправником повинні застосовуватися засоби, які оберігають вантажі від потертості, зім'ятості, примерзання або перегрівання, підмочки (обкладання стін контейнера папером обгортка вантажу в м'які ізолюючі матеріали, установка захисних планок, гумових прокладень і тому подібне).

За псування вантажу усередині контейнера, в результаті властивостей самого вантажу, несправності упаковки перевізник відповідальності не несе.

Вантажі в контейнері приймаються і здаються за масою і пломбами вантажовідправників, по зовнішньому огляду справності контейнерів і пломб і відповідності відбитків на пломбах запису в транспортних документах.

Після завантаження контейнер має бути опломбований вантажовідправником або за його дорученням експедитором, який робить завантаження контейнера. В окремих випадках, коли завантаження контейнерів за дорученням і за рахунок вантажовласника робить порт - він може пломбувати ці контейнери своїми пломбами.

Перевізник має право перевозити навантажені великотоннажні контейнери на палубі судна. Якщо особливості вантажу, який перевозиться у великотоннажному контейнері, вимагають розташування його в трюмі, то вантажовідправник зобов'язаний заздалегідь вказати це в перевізному документі.

До кожного контейнера на добре видному важкодоступному для ушкодження місці постійно кріпиться табличка про допущення за умовами безпеки.

Табличка повинна містити наступну інформацію принаймні на англійській або французькій мові:

- а) допущення за умовами безпеки;
- б) країна допущення і номер допущення;
- в) дата (рік і місяць) виготовлення;
- г) ідентифікаційний номер контейнера, присвоєний заводом - виготовником, або для існуючих контейнерів, в яких цей номер невідомий, номер, присвоєний Адміністрацією;
- д) максимальна експлуатаційна вага брутто (кілограми і фунти);
- е) допустима вага на штабелювання при 1,8g (кілограми і фунти);
- е) величина навантаження при поперечному випробуванні на жорсткість конструкції (кілограми і фунти).

На табличці має бути залишене вільне місце для включення величин (коефіцієнтів) міцності торцевої і (чи) бічної стінки.

На табличці залишається також вільне місце для дат першого і наступних оглядів (місяць і рік), якщо нанесення таких на табличці передбачено.

Наявність таблички про допущення за умовами безпеки не усуває необхідність наявності ярликів або іншої інформації, які можуть вимагатися відповідно до інших діючих правил.

Основні транспортні характеристики вантажів, які перевозяться, представлені в табличній формі.

Таблиця 3.2 - Транспортні характеристики генеральних вантажів

| № п/п | Назва Вантажу | Тип контейнера, ISO | IMDG Code |      |                                                                                     |                                |                    | Норми вантажних робіт, шт/добу |                   |
|-------|---------------|---------------------|-----------|------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------|--------------------------------|-------------------|
|       |               |                     | Номер ООН | Клас | Знак маркування                                                                     | Категорія розміщення і обробка | Аварійні дії (ADR) | Порт навантаження              | Порт вивантаження |
| 1     | 2             | 5                   | 6         | 7    | 8                                                                                   | 9                              | 10                 | 11                             | 12                |
| 1     | Контейнери    | GP 20'              | 3164      | 2.2  |    | B                              |                    | 2000                           | 2300              |
| 2     | Контейнери    | GP 20'              | 1289      | 3    |    | A                              |                    | 2000                           | 2300              |
| 3     | Контейнери    | GP 20'              | 1993      | 3    |    | A                              |                    | 2000                           | 2300              |
| 4     | Контейнери    | GP 20'              | 1648      | 3    |   | A                              |                    | 2000                           | 2300              |
| 5     | Контейнери    | GP 20'              | 1274      | 3    |  | A                              |                    | 2000                           | 2300              |
| 6     | Контейнери    | GP 20'              | 1210      | 3    |  | A                              |                    | 2000                           | 2300              |
| 7     | Контейнери    | GP 20'              | 1866      | 3    |  | A                              |                    | 2000                           | 2300              |
| 8     | Контейнери    | GP 20'              | 1350      | 4.1  |  | A                              |                    | 2000                           | 2300              |
| 9     | Контейнери    | GP 20'              | 1328      | 4.1  |  | A                              |                    | 2000                           | 2300              |

Таблиця 3.3 - Основні характеристики вантажів

| Найменування вантажу | Кількість, шт | Маса партії вантажу, т | Валові норми вантажних робіт, шт/доб |              |
|----------------------|---------------|------------------------|--------------------------------------|--------------|
|                      |               |                        | Вантаження                           | Вивантаження |
| 1                    | 2             | 3                      | 4                                    | 5            |
| Контейнери 20'       | 6661          | 64365,0                | 2000                                 | 2300         |
| Контейнери 40'       | 855           | 12045,5                | 2000                                 | 2300         |
| Всього               | 7516          | 76410,5                | -                                    | -            |

При перевезенні контейнерів необхідно керуватися:

- 1) Кодексом безпечної практики розміщення і кріплення вантажів (CSS Code);
- 2) МК СОЛАС Гл. 6. (SOLAS - 74);
- 3) інформацією про остійність судна;
- 4) Рекомендаціями ООН по перевезенню небезпечних вантажів. Типові правила (ST/sc/ac. 10/1/Rev.16);
- 5) Рекомендаціями ООН по перевезенню небезпечних вантажів. Керівництво по випробуваннях і критеріях (ST/sc/ac. 10/1/Rev.5);
- 6) Міжнародним кодексом морських перевезень небезпечних вантажів (IMDG Code);
- 7) Міжнародною конвенцією по безпечних контейнерах;
- 8) Правилами перевезення вантажів в контейнерах морським транспортом.

Судно перевозить 185 контейнерів з небезпечними вантажами 2, 3, 4, 6, 8 і 9 класів.

КЛАС 2 - гази стислі, зріджені охолодженням і розчинені під тиском, відповідають хоч би одній з наступних умов:

- абсолютний тиск пари при температурі 50 °C рівно або вище 3 кгс/см<sup>2</sup> (300 кПа);

- критична температура нижче 50 °C.

По фізичному стану гази діляться на:

- стислі, критична температура яких нижча - 10 °C;
- зріджені, критична температура яких рівна або вище - 10°C, але нижче 70 °C;
- зріджені, критична температура яких рівна або вище 70 °C;
- розчинені під тиском;
- зріджені переохолодженням;
- аерозолі і стислі гази, що потрапляють під дію спеціальних приписів.

Підклас 2.2 - незаймисті отруйні гази.



Рисунок 3.1 - Маркування небезпечних вантажів (клас 2.2)

КЛАС 3 - легкозаймисті рідини, суміші рідин, а також рідини, що містять тверді речовини в розчині або суспензії, які виділяють легкозаймисті пари, що мають температуру спалаху в закритому просторі  $61^{\circ}\text{C}$  і нижче;

Підклас 3.1 - легкозаймисті рідини з низькою температурою спалаху і рідини, що мають температуру спалаху в закритому просторі нижче мінус  $18^{\circ}\text{C}$  або спалахи, що мають температуру, у поєднанні з іншими небезпечними властивостями, окрім легкозаймистості.



Рисунок 3.2 - Маркування небезпечних вантажів (клас 3)

КЛАС 4 - легкозаймисті речовини і матеріали (окрім класифікованих як вибухові), здатні під час перевезення легко спалахувати від зовнішніх джерел займання, в результаті тертя, поглинання вологи, мимовільних хімічних перетворень, а також при нагріванні;

Підклас 4.1 - легкозаймисті тверді речовини, здатні легко запалюватися від короткочасної дії зовнішніх джерел займання (іскри, полум'я або тертя) і активно горіти.



Рисунок 3.3 - Маркування небезпечних вантажів (клас 4.1)

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

Номенклатура, властивості вантажів, характеристики вантажних приміщень і умови майбутнього рейсу зумовлюють підготовку судна.

Усі вантажні облаштування судна мають бути повністю підготовлені до прийому вантажу, обумовленого в договорі морського перевезення.

Взаємна інформованість судна і порту призначення про час прибуття і про вантаж дозволить скоротити стоянку судна в порту і своєчасно підготувати вантажні облаштування судна і причал порту до вантажних операцій.

У попередній інформації капітан повинен повідомити владу пор осадку судна, кількості вантажу і розподіл його, по трюмах або танкам, наявність палубного вантажу або вагового з вказівкою їх маси, найменування вантажоодержувачів, справність суднових вантажних засобів, а також про усі потреби судна в паливі, воді, продуктах, необхідному ремонті і інших потребах судна, задоволення яких входить в обов'язки порту.

Приведення трюмів в стан, що відповідає для цього вантажу, розпочинається з очищення залишків вантажу, який раніше перевозиться.

Трюмні ляля необхідно розкривати і очищати після кожного вивантаження, оскільки в них скупчується вода, яка стікає з трюмів і містить домішки вантажів, які можуть розкладатися. До огляду і перевірки вантажних приміщень палубна команда судна робить відповідні роботи залежно від роду вантажу і його особливих властивостей.

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

Перед початком вантажних операцій верхня палуба має бути звільнена від всяких сторонніх предметів, які перешкоджають вантажним роботам або розміщенню вантажу на палубі; вантажні люки відкривають; верхня палуба, трюму і місця вантажних робіт, мають бути добре освітлені палубними і переносними вогнями (люстрами). Силами екіпажу розносяться кріплення контейнерів для кожного бея окремо і укладаються на перехідні містки, перевіряються розетки для підключення рефконтейнерів.

Після закінчення підготовки судна до вантажних робіт капітан подає на ім'я начальника порту або за адресою вантажовідправника Сповіднення капітана, яким він формально фіксує фактичну готовність судна до вантаження. У Сповідненні капітана повідомляють про дату, час готовності судна до прийому (здачі) вантажу через відповідні люки трюмів, вантажопідйомності суднових вантажних засобів, час прийому палива і води та інших потребах судна. На початок завантаження факт готовності вантажних приміщень оформляють актом.

Прийом і передача контейнерів в портах. Прийом контейнерів портом робиться за товарно-транспортними документами.

Ввезення контейнерів в порт і вивезення їх з порту виконується відправниками (одержувачами) контейнерів на підставі заявок, підтверджених портом, або договорів або угод на перевалку контейнерів. Повідомлення одержувача про прибулий завантажений контейнер робиться агентом перевізника або за його дорученням експедитором вантажовласника.

При передачі з одного виду транспорту на інший, незалежно від виду повідомлення, контейнери (завантажені або порожні) мають бути в справному стані. Не допускається передача контейнерів з несправностями, загрозливими безпеці обслуговуючого персоналу, безпеки перевезення, переробки контейнерів і збереження вантажів, а також що створюють можливість доступу до вантажу або проникнення атмосферних опадів і води. При передачі сторонами контейнерів з якими-небудь ушкодженнями заповнюється маршрутна картка встановленої форми або складається акт приймання - передачі контейнера. При виявленні у момент передачі від одного виду транспорту іншому пошкодженого контейнера з доступом до його вмісту, відсутністю пломб, неясністю номерів на пломбах або їх невідповідністю вказаною в перевізних документах, відсутністю таблички КТК, таблички КБК здаюча сторона (або її представник) зобов'язана перевірити вантаж, що знаходиться в контейнері, і в установленому порядку за результатами перевірки скласти комерційний акт і опломбувати контейнер своєю пломбою. Видача комерційних актів іншому виду транспорту робиться до оформлення передатної відомості.

У разі, якщо ушкодження контейнера перешкоджають подальшому транспортуванню в нім вантажу і усунення ушкоджень контейнера неможливе без звільнення його від вантажу, то здаюча сторона при передачі з одного виду транспорту на інший робить перевантаження вантажу в справний контейнер і опломбує його своєю пломбою. Перетарка контейнера оформляється актом - сповіщенням або комерційним актом.

Відкриття пошкоджених контейнерів з імпорними і експортними продекларованими вантажами робиться одержувачем або його експедитором у присутності представника митниці і перевізника з оформленням акту - сповіщення або акту митниці, в яких вказуються результати перевірки вантажу, його кількість і відбитки пломб. Перевантаження, розкриття, переупаковка вантажів або усунення ушкоджень контейнерів, що знаходяться на державному митному контролі, можуть робитися тільки з дозволу митниці в місцях, визначуваних за узгодженням з митною установою.

Якщо на прибулих імпортованих контейнерах індекси і номери повністю не відповідають вказаним в коносаменті, про це робиться запис в тальманських листах, і на підставі останніх складається акт - сповіщення. Вміст таких контейнерів перевіряється в присутності представників вантажоодержувача, перевізника і митниці. За результатами перевірки складається акт - сповіщення. Якщо на прибулих контейнерах індекси і номери контейнерів і номери пломб частково не відповідають номерам, вказаним в коносаменті, в тальманських листах вказуються фактичні номери, індекси. На підставі тальманських листів складаються акти - сповіщення. З відома одержувача вантажу, перевізника і за узгодженням з митницею такі контейнери приймаються без перевірки вмісту.

Якщо на прибулих контейнерах відсутні пломби або контейнери опломбовані пломбами з неясними номерами, на такі контейнери навішуються пломби агента перевізника, про що робиться запис в тальманських листах. На підставі тальманських листів складається акт - сповіщення. Вміст таких контейнерів перевіряється або вони растариваються у присутності представників перевізника, вантажоодержувача і митниці. На контейнер навішується пломба агента перевізника. Результати перевірки або перетарки оформляються актом - сповіщенням.

Контейнери із справними пломбами суміжних видів транспорту і з їх комерційними актами в порту призначення передаються одержувачам без розкриття, за винятком контейнерів з особистим майном, які на вимогу одержувача можуть бути розкриті для перевірки вмісту. Контейнери із справними пломбами відправника в пункті призначення передаються одержувачеві без розкриття. Претензії по вантажах, прибулих до одержувачів в справних контейнерах за справними пломбами відправника, регулюються між відправником і одержувачами вантажів без участі перевізника. Контейнери, прибулі в порт або пункт призначення із справною пломбою на замочному облаштуванні втулки дверей видаються одержувачу без розкриття незалежно від наявності і справності пломб на інших замочних пристроях за умови, якщо ця пломба вказана в перевізному документі.

Очищення, а також у разі вимоги санітарної влади дезинфекція контейнерів (після вивантаження з них вантажів) як з внутрішнього, так і із зовнішнього боку

здійснюється вантажоодержувачем. Терміни і порядок прийому контейнерів з вантажем з ризиком його підморожування визначаються по звичаях портів або на договірних умовах.

Вантаження і вивантаження вантажів на судно супроводжується оформленням ряду документів, що проходять через судно і підписуються капітаном, старшим помічником і судновими тальманами. Вони включають: Загальні документи вантажного звіту; Документи про кількість і приналежність вантажу; Документи, що засвідчують якісний стан вантажу; Документи про час поводження з вантажем на судні.

Розглянемо їх:

Документи про кількість і приналежність вантажу :

1. Навантажувальний ордер (Shipping Order) - первинний транспортний документ, що містить усі необхідні дані про вантаж і служить основою для його приймання на судно або виписки коносаменту на цей вантаж; підписується вантажовідправником. У разі передачі вантажу на судно на підставі навантажувального ордеру, старший помічник ставить свій підпис на копіях, які з цієї миті називаються штурманською розпискою.

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

3. Списки на вантаж, дозволений митницею, підписуються представниками порту, повинні звірятися з даними тальманських розписок. Якщо при здачі вантажу вантажоодержувач робить зауваження по зміні якості вантажу, що сталася не з вини судна, старший помічник зобов'язаний зробити запис в графі зауважень про те, що судно не несе відповідальності за вказані одержувачем дефекти.

4. Коносамент (Bill of Lading) - документ, що видається судновласником або його агентом власникові вантажу, що відправляється морем, в посвідченні факту прийняття його до перевезення. Коносамент є документом, що містить умови і обмовки договору морського перевезення. Виписується на кожну партію вантажу, по цих дорученнях і штурманської розписки за формою обумовленого договором

перевезення.

5. Маніфест (Manifest of Cargo) - список коносаментів і основних відомостей про вантажі (відправник, одержувач, маркування, вид упаковки, кількість, маса, номери коносаментів, нарядів і фрахт) що пред'являється судновою адміністрацією митним органам, агентам і стивідорним компаніям в портах призначення. Число екземплярів визначається звичаями портів. Використовується для обліку перевезених вантажів і стягнення фрахту; контролю над якістю і підлягаючим зберіганню перевезенням вантажів.

Документи, що засвідчують якісний стан вантажу :

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

2. Якісні посвідчення - специфічні документи (Specification), якісні сертифікати (Certificate of Quality) і інші документи, що засвідчують якість цієї партії вантажу. Видаються офіційними організаціями і лабораторіями.

3. Морський протест (Sea Protest) - заява капітаном про прийняття екіпажем усіх заходів по забезпеченню збереження вантажу в цілях захисту інтересів судновласника, коли втрата або ушкодження вантажу сталися в результаті дій непереборної сили. Підписується капітаном і членами екіпажу, представниками агента і завіряється нотаріусом.

4. Список ушкоджень (Damage List) - документ про характер збитку вантажу, що подається на борт судна. Цей документ підписує старший помічник капітана.

Вище перелічені документи використовуються при розборі претензій між адміністрацією судна і судновласником або вантажоодержувачем.

Документи про час поводження з вантажем на судні:

1. Нотіс про готовність (Notice of Readiness) - документ, що засвідчує готовність судна до виконання вантажних операцій. Нотіс про готовність вважається документом, що визначає початок часу стоянки, якщо він поданий в терміни, встановлені договором про морське перевезення. Підписується капітаном.

2. Таймшит (Time Sheet) - акт обліку часу стоянки - складають в кожному порту завантаження і вивантаження. Його підписує капітан і представник

фрахтувальника.

3. Гарантійний лист (Letter of Indemnity) - лист про відшкодування збитку вантажовідправником по загальній аварії і іншим витратам по вантажам, що відправляються. Його складає агент вантажовідправника на підставі штурманських розписок для видачі чистого коносаменту.

4. Список обмовок на невідповідність розмірів або маси вантажних місць з додатком листа агента судновласника на адресу фрахтувальника про захист інтересів судновласника, на випадок пред'явлення претензій по доставленому вантажу в порт призначення.

5. Акт по сталійному часу - складають при виникненні суперечок по розрахунку періоду часу навантажувально-розвантажувальних робіт.

### 3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

Повна розрахункова водотоннажність судна  $\Delta_p$ , яка служить початковою величиною при визначенні його чистої вантажопідйомності  $\Delta_{\text{ч}}$  на рейс, залежить від вантажних марок в портах вантаження і вивантаження і обмежень по осадці на маршруті переходу. Для визначення  $\Delta_p$  потрібне по карті зон і сезонних районів визначити діючі вантажні марки відповідно до шмагай року. В порту Бусан діє літня вантажна марка, а в порту Ласаро Карденас - тропічна. У порту відходу та приходу обмежень по осадці немає. За розрахункову приймаємо осадку 13,7 м. Щільність води в обох портах 1.025. За розрахункову водотоннажність приймаємо водотоннажність при осадці 13,7 м. За допомогою вантажної шкали визначимо

$$\Delta_p = \Delta_{13,7} = 131665,4 \text{ т.}$$

Після знаходження розрахункової водотоннажності судна визначаю повну вантажопідйомність (дедвейт) судна

$$\Delta_w = \Delta_p - \Delta_0, \quad (3.1)$$

де  $\Delta_0$  - водотоннажність судна у порожньому стані, т.

$$\Delta_w = 131665,4 - 30500,0 = 101165,4 \text{ т.}$$

Ходовий час визначається по формулі

$$t_x = \frac{L}{V_s} + t_{зд}, \quad (3.2)$$

де  $V_s$  - швидкість судна;

$S$  - протяжність траси переходу, милі;

$t_{зд}$  - час затримок судна в дорозі, діб.

$$t_x = 6383,8 / (21 \cdot 24) + 0,2 = 12,87 \text{ діб.}$$

Нормативна тривалість часу стоянки розраховується по формулі

$$t_{\text{ст}} = \frac{\sum Q_i}{M} + t_{\text{дод}}, \quad (3.3)$$

де  $Q_i$  - кількість контейнерів, шт.;

$M$  - валова норма вантажних робіт, шт/добу;

$t_{\text{дод}}$  - додатковий час в порту.

$$t_{\text{ст}} = 7516 / 2300 + 0,15 = 3,42 \text{ доб.}$$

Кількість вантажу, яку може прийняти судно, залежить від величини запасів. Зазвичай немає необхідності враховувати запаси стоянок, які витрачаються в порту завантаження, оскільки до моменту закінчення завантаження запаси стоянок, передбачені на якийсь час завантаження будуть витрачені. Тому загальна кількість рейсових запасів  $P_{\text{зап}}$  розраховується як сума ходових запасів  $P_{\text{зап}}^x$  і необхідних для порту вивантаження запасів стоянок  $P_{\text{зап}}^{\text{ст}}$

$$P_{\text{зап}} = P_{\text{зап}}^x + P_{\text{зап}}^{\text{ст}}, \quad (3.4)$$

Кількість ходових запасів складає суму

$$P_{\text{зап}}^x = P_{\text{т}}^x + P_{\text{в}}^x + P_{\text{м}}^x, \quad (3.5)$$

де  $P_{\text{т}}^x$ ,  $P_{\text{в}}^x$ ,  $P_{\text{м}}^x$  - відповідно кількість палива, води і мастила, необхідне на перехід від порту завантаження до порту вивантаження з урахуванням штормового запасу.

$$P_{\text{т}}^x = q_{\text{т}}^x \cdot (t_x + t_{\text{шт}}), \quad (3.6)$$

$$P_{\text{в}}^x = q_{\text{в}}^x \cdot (t_x + t_{\text{шт}}), \quad (3.7)$$

$$P_{\text{м}}^x = 0,05 \cdot P_{\text{т}}^x, \quad (3.8)$$

де  $q_{\text{т}}^x$ ,  $q_{\text{в}}^x$  - добова норма витрати палива і води на ходу судна відповідно, т/доб;  
 $t_{\text{шт}}$  - штормовий час, ( 5 діб).

$$P_{\text{т}}^x = (75,0 + 4,0) \cdot (13,16 + 5) = 1434,6 \text{ т},$$

$$P_{\text{в}}^x = 7,0 \cdot (13,16 + 5) = 127,1 \text{ т},$$

$$P_{\text{см}}^x = 0,05 \cdot 1434,64 = 71,7 \text{ т},$$

$$P_{\text{зап}}^x = 1434,6 + 127,1 + 71,7 = 1633,4 \text{ т}.$$

Аналогічно знаходять кількість стоянкових запасів

$$P_{\text{зап}}^{\text{ст}} = P_{\text{д}}^{\text{ст}} + P_{\text{в}}^{\text{ст}}, \quad (3.9)$$

$$P_{\text{д}}^{\text{ст}} = q_{\text{д}}^{\text{ст}} \cdot t_{\text{ст}}, \quad (3.10)$$

$$P_{\text{в}}^{\text{ст}} = q_{\text{в}}^{\text{ст}} \cdot t_{\text{ст}}, \quad (3.11)$$

де  $q_{\text{т}}^{\text{ст}}$ ,  $q_{\text{в}}^{\text{ст}}$  - добова норма витрати палива і води на стоянці судна відповідно, т/доб.

$$P_{\text{д}}^{\text{ст}} = 12,0 \cdot 3,42 = 41,0 \text{ т},$$

$$P_{\text{в}}^{\text{ст}} = 7,0 \cdot 3,42 = 23,9 \text{ т},$$

$$P_{\text{зап}}^{\text{ст}} = 41,04 + 23,94 = 64,9 \text{ т},$$

$$P_{\text{зап}} = 1633,4 + 64,9 = 1698,3 \text{ т}.$$

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

$$\Delta_{\text{ч}} = \Delta_{\text{W}} - (P_{\text{зап}} + \text{const}), \quad (3.12)$$

де const - екіпаж, постачання і інше.

Так як при переході ходові запаси витратяться, то ми можемо формулу 3.12 вирішити без урахування ходових запасів (залишаться тільки стоянкові запаси 64,9

т і штормовий запас 449,8 т), що дозволить додатково прийняти на борт 514,7 т вантажу. Оскільки рейс фактичний, то кількість запасів прийнятих на судно відрізняється від розрахованого. По факту на борту було 4829,5 т важкого палива, 687,5 т дизельного палива, 181,1 т мастила, 240,0 т води та 94,8 т інших рідин, що разом складе 6032,9 т запасів. Тоді

$$\Delta_{\text{ч}} = 101165,4 - (6032,9 + 590,0) = 94542,5 \text{ т.}$$

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

### 3.4 Складання вантажного плану

Перевізник несе відповідальність за неправильне розміщення, кріплення і сепарацію вантажів на судні. Невірне або невдале розміщення вантажів, перевантаження окремих відсіків неминуче призводить до ушкоджень і навіть аварії на судні. Тому судно має бути завантажене так, щоб не з'явилося крену, були належний диферент (зазвичай на корму 0,5 метрів) і достатня остійність, не були порушені умови місцевої і загальної (подовжньої) міцності. Це досягається відповідним розподілом вагового навантаження по вантажних приміщеннях судна.

При перевезенні різнорідних вантажів в практиці використовується принцип розподілу вагового навантаження по довжині судна пропорційно кубатурі вантажних приміщень за допомогою коефіцієнта порівняння вантажомісткості кожного вантажного приміщення

$$+_{\text{,}} = \frac{*}{*} \% \quad () = \$\% \& \% \text{ " " \#} \quad (3.13)$$

де  $W_i$  - вантажомісткість  $i$ -го вантажного приміщення, м<sup>3</sup>;

$W_c$  - вантажомісткість судна, м<sup>3</sup>;

$n$  - кількість вантажних приміщень.

Значення розподіленої маси для  $i$ -го вантажного приміщення ( $Q_i$ ) визначається як добуток коефіцієнту порівняння вантажомісткості  $i$ -го вантажного приміщення на розраховану загальну масу вантажів, що приймається на цей рейс ( $Q_{\text{полн}}$ )

$$Q_i = K_i \cdot Q_{\text{полн}}. \quad (3.14)$$

Бей план представлений в главі 4 на рисунку 4.1. Розподіл вантажів представлений в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Розподіл вантажів

| Бей №    | Кількість, шт | Маса,<br>т |
|----------|---------------|------------|
| 1        | 2             | 3          |
| В трюмах |               |            |
| 01       | 15            | 169,5      |
| 03       | 21            | 237,3      |
| 05       | 34            | 384,2      |
| 07       | 45            | 508,5      |
| 09       | 64            | 723,2      |
| 11       | 70            | 791,0      |
| 13       | 91            | 1028,3     |
| 15       | 103           | 1163,9     |
| 17       | 97            | 1096,1     |
| 19       | 101           | 1141,3     |
| 21       | 117           | 1322,1     |
| 23       | 117           | 1326,8     |
| 25       | 108           | 1218,4     |
| 27       | 108           | 1225,8     |
| 29       | 108           | 1199,5     |
| 31       | 108           | 1234,3     |
| 33       | 125           | 1402,5     |

Продовження таблиці 3.4

| 1          | 2    | 3       |
|------------|------|---------|
| 35         | 125  | 1389,5  |
| 37         | 117  | 1320,5  |
| 39         | 117  | 1315,1  |
| 41         | 123  | 1349,8  |
| 43         | 123  | 1389,9  |
| 45         | 88   | 994,4   |
| 47         | 82   | 926,6   |
| 49         | 125  | 1412,5  |
| 51         | 127  | 1435,1  |
| 57         | 50   | 565     |
| 59         | 48   | 542,4   |
| 61         | 81   | 915,3   |
| 63         | 160  | 1808    |
| 65         | 70   | 790,5   |
| 67         | 52   | 587,6   |
| Всього 20' | 2920 | 32914,9 |
| 02         | 1    | 17,3    |
| 06         | 6    | 103,8   |
| 10         | 13   | 224,9   |
| 14         | 1    | 17,3    |
| 18         | 20   | 346     |
| 22         | 8    | 138,4   |
| 26         | 31   | 536,3   |
| 30         | 26   | 449,8   |
| 34         | 9    | 155,7   |
| 38         | 14   | 242,2   |
| 42         | 10   | 174,5   |
| 46         | 46   | 795,8   |
| 50         | 4    | 69,2    |
| Всього 40' | 189  | 3271,2  |
| На палубі  |      |         |
| 01         | 36   | 300,1   |
| 03         | 36   | 309,7   |

Продовження таблиці 3.4

| 1          | 2    | 3       |
|------------|------|---------|
| 05         | 61   | 524,8   |
| 07         | 66   | 567,8   |
| 09         | 82   | 702,8   |
| 11         | 82   | 705,5   |
| 13         | 100  | 850,7   |
| 15         | 100  | 860,3   |
| 17         | 98   | 836,6   |
| 19         | 98   | 843,1   |
| 21         | 152  | 1280    |
| 23         | 152  | 1290,1  |
| 25         | 112  | 849     |
| 27         | 112  | 877,3   |
| 29         | 112  | 908,4   |
| 31         | 112  | 931,8   |
| 33         | 152  | 1258,2  |
| 35         | 152  | 1283,9  |
| 37         | 152  | 1289,6  |
| 39         | 152  | 1269,5  |
| 41         | 145  | 1235,8  |
| 43         | 145  | 1220,9  |
| 45         | 107  | 878,5   |
| 47         | 107  | 909,7   |
| 49         | 151  | 1276,1  |
| 51         | 151  | 1299,1  |
| 57         | 152  | 1257,5  |
| 59         | 152  | 1272,9  |
| 61         | 152  | 1280    |
| 63         | 152  | 1301,8  |
| 65         | 104  | 883,8   |
| 67         | 104  | 894,8   |
| Всього 20' | 3741 | 31450,1 |
| 02         | 42   | 571,8   |
| 06         | 36   | 489,6   |

Продовження таблиці 3.4

| 1          | 2    | 3       |
|------------|------|---------|
| 10         | 27   | 367,6   |
| 14         | 32   | 433,8   |
| 18         | 35   | 476,5   |
| 26         | 40   | 533,3   |
| 30         | 40   | 517,9   |
| 46         | 45   | 612,6   |
| 54         | 171  | 2218,9  |
| 66         | 48   | 618,9   |
| 70         | 150  | 1933,4  |
| Всього 40' | 666  | 8774,3  |
| ВСЬОГО     | 7516 | 76410,5 |

### 3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

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

Гідрометеорологічні умови плавання, опис і характеристика портів заходу, зокрема, що стосується вантажних операцій, представлені в Розділі 2.

Порт відходу Бусан (Південна Корея) :

- координати - широта 35° 06.0' N; довгота 129° 04.0' E;
- максимальні розміри - найбільша довжина 350,0 м.; глибина 15,0 м.;
- щільність води - 1025;
- вантажна марка - літня;
- робочий час - 0800-1200, 1300-1700, 1800-2359 і 0100-0500;
- постачання - Bunkering: Available with 24 hours prior notice. Fresh water: Available. Prior notice should be given with ETA. Stores: Available.;
- вихідні і святкові дні - New Year's Day, Independence Movement Day (Mar 1), Labour Day (Mar 10), Arbor Day (Apr 5), Buddha's Birthday (Apr 8), Children's' Day

(May 5), Memorial Day (Jun 6), Constitution Day (Jul 17), Independence Day (Aug 15), Moon Festival Day (Lunar Calendar), Armed Forces Day (Oct 1), National Foundation Day (Oct 3), Hangeul Day (Oct 9) and Christmas Day (Dec 25).

Порт приходу: Ласаро-Карденас (Lázaro Cárdenas), Мексика

Координати: 17° 54.0' N 102° 10.0' W

Максимальні розміри судна:

Найбільша довжина (LOA) практично не обмежена (приймає судна >350 м, контейнеровози класу Triple-E).

Глибина (Max Draft): 18.0 м (канал поглиблений до 19 м, це найглибший порт Мексики).

Щільність води: 1,025 (морська вода).

Вантажна марка: Тропічна (North Pacific Tropical Zone).

Робочий час: Цілодобово (24/7).

Постачання:

Fresh water: Available (баржою або з причалу).

Bunkering: Available (зазвичай автоцистернами або баржою, потрібне попереднє замовлення).

Вихідні і святкові дні (Мексика):

Jan 1 (New Year's Day), Feb 5 (Constitution Day), Mar 21 (Benito Juarez's Birthday), May 1 (Labor Day), Sep 16 (Independence Day), Nov 20 (Revolution Day), Dec 25 (Christmas Day)

## РОЗДІЛ 4

### ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

#### 4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

Абсциси відраховуються від кормового перпендикуляру. Диферент на корму має знак “–”, а на ніс “+”.

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

Таблиця 4.1.- Розподіл запасів на відхід

| Найменування цистерн                         | Місткість, т | Маса, т | Плечі, м |        | Моменти, тм    |                |
|----------------------------------------------|--------------|---------|----------|--------|----------------|----------------|
|                                              |              |         | x        | z      | M <sub>x</sub> | M <sub>z</sub> |
| 1                                            | 2            | 3       | 4        | 5      | 6              | 7              |
| Моторне паливо $\rho = 0,980 \text{ т/м}^3$  |              |         |          |        |                |                |
| NO. 4 HFO. T. (P)                            | 1525,7       | 1350    | 166,900  | 10,419 | 225315         | 14066          |
| NO. 4 HFO. T. (S)                            | 1525,7       | 1280    | 166,900  | 10,419 | 213632         | 13336          |
| NO. 4 HFO. T. (CP)                           | 1236,6       | 495,0   | 166,900  | 9,812  | 82616          | 4857           |
| NO. 4 HFO. T. (CS)                           | 1236,6       | 492,0   | 166,900  | 9,812  | 82115          | 4828           |
| LOW SULPHUR T. (C)                           | 1185,4       | 575,0   | 166,900  | 9,199  | 95968          | 5289           |
| HFO. SERV. T. (P)                            | 172,1        | 168,5   | 71,976   | 13,113 | 12128          | 2210           |
| HFO. SETT. T. (P)                            | 172,1        | 169,4   | 71,976   | 13,113 | 12193          | 2221           |
| L.S. HFO. SERV. T. (P)                       | 172,1        | 170,1   | 71,976   | 13,113 | 12243          | 2231           |
| L.S. HFO. SETT. T. (P)                       | 134,4        | 129,5   | 71,976   | 13,113 | 9321           | 1698           |
| Всього моторного палива                      |              | 4829,5  |          |        | 745531         | 50736          |
| Дизельне паливо $\rho = 0,900 \text{ т/м}^3$ |              |         |          |        |                |                |
| MDO. SERV. T. (P)                            | 88,3         | 87,5    | 39,563   | 16,051 | 3462           | 1404           |
| MDO. STOR. T. (C)                            | 531,1        | 420,0   | 39,622   | 18,734 | 16641          | 7868           |
| L.S. MDO. STOR. T. (S)                       | 225,9        | 180,0   | 39,591   | 18,250 | 7126           | 3285           |
| Всього дизельного палива                     |              | 687,5   |          |        | 27229          | 12557          |
| Мастило $\rho = 0,900 \text{ т/м}^3$         |              |         |          |        |                |                |
| G. E. LO. STOR. T. (S)                       | 21,9         | 11,3    | 70,950   | 15,274 | 802            | 173            |

Продовження таблиці 4.1

| 1                                 | 2     | 3      | 4      | 5      | 6      | 7     |
|-----------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|
| G. E. LO. SETT. T. (S)            | 17,8  | 56,8   | 73,400 | 15,274 | 4169   | 868   |
| CYL.O.STOR.T. for L.S.FO          | 32,8  | 13,5   | 70,950 | 15,274 | 958    | 206   |
| CYL. O. STOR. T. (S)              | 66,4  | 28,4   | 72,593 | 15,274 | 2062   | 434   |
| MAIN LO. SETT. T. (S)             | 50,0  | 21,5   | 72,050 | 15,274 | 1549   | 328   |
| MAIN LO. STOR. T. (S)             | 51,7  | 27,2   | 72,050 | 15,274 | 1960   | 415   |
| MAIN LO. SUMP. T. (C)             | 61,0  | 22,4   | 57,322 | 1,331  | 1284   | 30    |
| Всього мастила                    |       | 181,1  |        |        | 12784  | 2454  |
| Вода $\rho = 1,000 \text{ т/м}^3$ |       |        |        |        |        |       |
| F.W.T.(P)                         | 228,8 | 120,0  | 45,302 | 16,441 | 5436   | 1973  |
| F.W.T.(S)                         | 228,8 | 120,0  | 45,302 | 16,441 | 5436   | 1973  |
| Всього води                       |       | 240,0  |        |        | 10872  | 3946  |
| Інші танки                        |       |        |        |        |        |       |
| C. W. T. (C)                      | 80,1  | 80,1   | 12,910 | 3,688  | 1034   | 295   |
| HFO.OVERF.DRAIN T. (S)            | 29,3  | 11,5   | 62,886 | 1,549  | 723    | 18    |
| PUR I. SLUDGE T. (P)              | 20,6  | 3,2    | 62,400 | 6,800  | 200    | 22    |
| Всього                            |       | 94,8   |        |        | 1957   | 355   |
| ВСЬОГО ЗАПАСІВ:                   |       | 6032,9 | 132,34 | 11,61  | 798373 | 70028 |

Таблиця 4.2 - Розподіл запасів на прихід

| Найменування цистерн                         | Місткі-<br>сть, т | Маса,<br>т | Плечі, м |        | Моменти, тм    |                |
|----------------------------------------------|-------------------|------------|----------|--------|----------------|----------------|
|                                              |                   |            | x        | z      | M <sub>x</sub> | M <sub>z</sub> |
| 1                                            | 2                 | 3          | 4        | 5      | 6              | 7              |
| Моторне паливо $\rho = 0,980 \text{ т/м}^3$  |                   |            |          |        |                |                |
| NO. 4 HFO. T. (P)                            | 1525,7            | 1350       | 166,900  | 10,419 | 225315         | 14066          |
| NO. 4 HFO. T. (S)                            | 1525,7            | 1280       | 166,900  | 10,419 | 213632         | 13336          |
| LOW SULPHUR T. (C)                           | 1185,4            | 575,0      | 166,900  | 9,199  | 95968          | 5289           |
| HFO. SERV. T. (P)                            | 172,1             | 168,5      | 71,976   | 13,113 | 12128          | 2210           |
| HFO. SETT. T. (P)                            | 172,1             | 169,4      | 71,976   | 13,113 | 12193          | 2221           |
| L.S. HFO. SERV. T. (P)                       | 172,1             | 170,1      | 71,976   | 13,113 | 12243          | 2231           |
| L.S. HFO. SETT. T. (P)                       | 134,4             | 129,5      | 71,976   | 13,113 | 9321           | 1698           |
| Всього моторного палива                      |                   |            |          |        |                |                |
| Дизельне паливо $\rho = 0,900 \text{ т/м}^3$ |                   |            |          |        |                |                |
| MDO. SERV. T. (P)                            | 88,3              | 87,5       | 39,563   | 16,051 | 3462           | 1404           |
| MDO. STOR. T. (C)                            | 531,1             | 367,36     | 39,622   | 18,734 | 14556          | 6882           |

Продовження таблиці 4.2

| 1                                    | 2     | 3      | 4      | 5      | 6      | 7     |
|--------------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|
| L.S. MDO. STOR. T. (S)               | 225,9 | 180,0  | 39,591 | 18,250 | 7126   | 3285  |
| Всього дизельного палива             |       | 634,86 |        |        | 25144  | 11571 |
| Мастило $\rho = 0,900 \text{ т/м}^3$ |       |        |        |        |        |       |
| G. E. LO. STOR. T. (S)               | 21,9  | 11,3   | 70,950 | 15,274 | 802    | 173   |
| CYL.O.STOR.T.for L.S.FO              | 32,8  | 13,5   | 70,950 | 15,274 | 958    | 206   |
| CYL. O. STOR. T. (S)                 | 66,4  | 25,4   | 72,593 | 15,274 | 1844   | 388   |
| MAIN LO. SETT. T. (S)                | 50,0  | 21,5   | 72,050 | 15,274 | 1549   | 328   |
| MAIN LO. STOR. T. (S)                | 51,7  | 26,24  | 72,050 | 15,274 | 1891   | 401   |
| MAIN LO. SUMP. T. (C)                | 61,0  | 22,4   | 57,322 | 1,331  | 1284   | 30    |
| Всього мастила                       |       | 177,14 |        |        | 12497  | 2394  |
| Вода $\rho = 1,000 \text{ т/м}^3$    |       |        |        |        |        |       |
| F.W.T.(P)                            | 228,8 | 74,0   | 45,302 | 16,441 | 3352   | 1217  |
| F.W.T.(S)                            | 228,8 | 73,9   | 45,302 | 16,441 | 3348   | 1215  |
| Всього води                          |       | 147,9  |        |        | 6700   | 2432  |
| Інші танки                           |       |        |        |        |        |       |
| C. W. T. (C)                         | 80,1  | 80,1   | 12,910 | 3,688  | 1034   | 295   |
| HFO.OVERF.DRAIN T. (S)               | 29,3  | 11,5   | 62,886 | 1,549  | 723    | 18    |
| PUR I. SLUDGE T. (P)                 | 20,6  | 3,2    | 62,400 | 6,800  | 200    | 22    |
| Всього                               |       | 94,8   |        |        | 1957   | 355   |
| ВСЬОГО ЗАПАСІВ:                      |       | 4897,2 | 128,05 | 11,8   | 627098 | 57783 |

Оскільки на судні, для забезпечення остійності, потрібен баласт, приведемо таблицю його розміщення.

Таблиця 4.3 – Розподілу баласту

| Найменування цистерн    | Місткість, т | Маса, т | Плечі, м |        | Моменти, тм |       |
|-------------------------|--------------|---------|----------|--------|-------------|-------|
|                         |              |         | $X_v$    | $Z_v$  | $M_x$       | $M_z$ |
| 1                       | 2            | 3       | 4        | 5      | 6           | 7     |
| NO. 2 D/B. W. B. T. (P) | 1050, 6      | 1050,6  | 214,529  | 2,149  | 225384      | 2258  |
| NO. 2 D/B. W. B. T. (S) | 1050,6       | 1050,6  | 214,529  | 2,149  | 225384      | 2258  |
| NO. 2 W. W. B. T. (P)   | 1633, 7      | 1280    | 216,459  | 11,802 | 277068      | 15107 |
| NO. 2 W. W. B. T. (S)   | 1633, 7      | 1190    | 216,459  | 11,802 | 257586      | 14044 |
| NO. 3 D/B. W. B. T. (P) | 638,5        | 638,5   | 186,633  | 1,115  | 119165      | 712   |
| NO. 3 D/B. W. B. T. (S) | 638,5        | 638,5   | 186,633  | 1,115  | 119165      | 712   |

Продовження таблиці 4.3

| 1                        | 2      | 3       | 4       | 5      | 6       | 7     |
|--------------------------|--------|---------|---------|--------|---------|-------|
| NO. 3 L. W. W. B. T. (P) | 610,3  | 610,3   | 185,670 | 2,811  | 113314  | 1716  |
| NO. 3 L. W. W. B. T. (S) | 610,3  | 610,3   | 185,670 | 2,811  | 113314  | 1716  |
| NO. 4F D/B. W. B. T. (P) | 626, 1 | 626,1   | 167,183 | 2,032  | 104673  | 1272  |
| NO. 4F D/B. W. B. T. (S) | 626, 1 | 626,1   | 167,183 | 2,032  | 104673  | 1272  |
| NO. 4F W. W. B. T. (P)   | 397,2  | 350     | 166,881 | 12,630 | 58408   | 4421  |
| NO. 4F W. W. B. T. (S)   | 397,2  | 130     | 166,881 | 12,630 | 21695   | 1642  |
| NO. 4A D/B. W. B. T. (P) | 649,3  | 649,3   | 147,000 | 1,100  | 95447   | 714   |
| NO. 4A D/B. W. B. T. (S) | 649,3  | 649,3   | 147,000 | 1,100  | 95447   | 714   |
| ВСЬОГО БАЛАСТУ:          |        | 10099,6 | 191,168 | 4,808  | 1930723 | 48558 |

Розподіл вантажів представлений у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Розподіл вантажів

| Бей №    | Кількість,<br>шт | Маса,<br>т | Плечі, м |       | Моменти, тм    |                |
|----------|------------------|------------|----------|-------|----------------|----------------|
|          |                  |            | x        | z     | M <sub>x</sub> | M <sub>z</sub> |
| 1        | 2                | 3          | 4        | 5     | 6              | 7              |
| В трюмах |                  |            |          |       |                |                |
| 01       | 15               | 169,5      | 270,067  | 20,31 | 45776          | 3443           |
| 03       | 21               | 237,3      | 263,933  | 19,05 | 62631          | 4521           |
| 05       | 34               | 384,2      | 255,667  | 16,38 | 98227          | 6293           |
| 07       | 45               | 508,5      | 249,533  | 15,89 | 126888         | 8080           |
| 09       | 64               | 723,2      | 241,267  | 13,95 | 174484         | 10089          |
| 11       | 70               | 791,0      | 235,133  | 12,31 | 185990         | 9737           |
| 13       | 91               | 1028,3     | 226,867  | 11,89 | 233287         | 12226          |
| 15       | 103              | 1163,9     | 220,733  | 12,05 | 256911         | 14025          |
| 17       | 97               | 1096,1     | 212,467  | 12,34 | 232885         | 13526          |
| 19       | 101              | 1141,3     | 206,333  | 12,72 | 235488         | 14517          |
| 21       | 117              | 1322,1     | 198,067  | 13,32 | 261864         | 17610          |
| 23       | 117              | 1326,8     | 191,933  | 13,55 | 254657         | 17978          |
| 25       | 108              | 1218,4     | 183,567  | 11,18 | 223658         | 13622          |
| 27       | 108              | 1225,8     | 177,433  | 11,24 | 217497         | 13778          |
| 29       | 108              | 1199,5     | 158,267  | 11,35 | 189841         | 13614          |
| 31       | 108              | 1234,3     | 152,133  | 11,48 | 187778         | 14170          |

Продовження таблиці 4.4

| 1          | 2    | 3       | 4       | 5      | 6       | 7      |
|------------|------|---------|---------|--------|---------|--------|
| 33         | 125  | 1402,5  | 143,767 | 12,17  | 201633  | 17068  |
| 35         | 125  | 1389,5  | 137,633 | 12,32  | 191241  | 17119  |
| 37         | 117  | 1320,5  | 129,267 | 13,22  | 170697  | 17457  |
| 39         | 117  | 1315,1  | 123,133 | 13,25  | 161932  | 17425  |
| 41         | 123  | 1349,8  | 114,767 | 13,29  | 154912  | 17939  |
| 43         | 123  | 1389,9  | 108,633 | 13,75  | 150989  | 19111  |
| 45         | 88   | 994,4   | 100,267 | 14,36  | 99706   | 14280  |
| 47         | 82   | 926,6   | 94,133  | 14,52  | 87224   | 13454  |
| 49         | 125  | 1412,5  | 85,767  | 13,29  | 121146  | 18772  |
| 51         | 127  | 1435,1  | 79,633  | 13,57  | 114281  | 19474  |
| 57         | 50   | 565     | 48,367  | 16,35  | 27327   | 9238   |
| 59         | 48   | 542,4   | 42,233  | 16,18  | 22907   | 8776   |
| 61         | 81   | 915,3   | 33,967  | 16,21  | 31090   | 14837  |
| 63         | 160  | 1808    | 27,833  | 14,85  | 50322   | 26849  |
| 65         | 70   | 790,5   | 19,567  | 16,81  | 15468   | 13288  |
| 67         | 52   | 587,6   | 13,433  | 16,77  | 7893    | 9854   |
| Всього 20' | 2920 | 32914,9 | 139,652 | 13,434 | 4596630 | 442170 |
| 02         | 1    | 17,3    | 267     | 24,43  | 4619    | 423    |
| 06         | 6    | 103,8   | 252,6   | 22,35  | 26220   | 2320   |
| 10         | 13   | 224,9   | 238,2   | 22,58  | 53571   | 5078   |
| 14         | 1    | 17,3    | 223,8   | 24,43  | 3872    | 423    |
| 18         | 20   | 346     | 209,4   | 22,38  | 72452   | 7743   |
| 22         | 8    | 138,4   | 195     | 21,95  | 26988   | 3038   |
| 26         | 31   | 536,3   | 180,5   | 19,98  | 96802   | 10715  |
| 30         | 26   | 449,8   | 155,2   | 20,35  | 69809   | 9153   |
| 34         | 9    | 155,7   | 140,7   | 22,44  | 21907   | 3494   |
| 38         | 14   | 242,2   | 126,2   | 21,89  | 30566   | 5302   |
| 42         | 10   | 174,5   | 111,7   | 22,41  | 19492   | 3911   |
| 46         | 46   | 795,8   | 97,2    | 13,85  | 77352   | 11022  |
| 50         | 4    | 69,2    | 82,7    | 21,68  | 5723    | 1500   |
| Всього 40' | 189  | 3271,2  | 155,714 | 19,602 | 509373  | 64122  |
| На палубі  |      |         |         |        |         |        |
| 01         | 36   | 300,1   | 270,442 | 35,17  | 81160   | 10555  |

Продовження таблиці 4.4

| 1          | 2    | 3       | 4       | 5      | 6       | 7       |
|------------|------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 03         | 36   | 309,7   | 263,558 | 34,91  | 81624   | 10812   |
| 05         | 61   | 524,8   | 256,042 | 35,21  | 134371  | 18478   |
| 07         | 66   | 567,8   | 249,158 | 35,24  | 141472  | 20009   |
| 09         | 82   | 702,8   | 241,642 | 33,14  | 169826  | 23291   |
| 11         | 82   | 705,5   | 234,758 | 33,04  | 165622  | 23310   |
| 13         | 100  | 850,7   | 227,242 | 36,59  | 193315  | 31127   |
| 15         | 100  | 860,3   | 220,358 | 36,30  | 189574  | 31229   |
| 17         | 98   | 836,6   | 212,842 | 36,78  | 178064  | 30770   |
| 19         | 98   | 843,1   | 205,958 | 36,20  | 173643  | 30520   |
| 21         | 152  | 1280    | 198,442 | 36,04  | 254006  | 46131   |
| 23         | 152  | 1290,1  | 191,558 | 36,28  | 247129  | 46805   |
| 25         | 112  | 849     | 183,567 | 36,31  | 155848  | 30827   |
| 27         | 112  | 877,3   | 177,433 | 35,94  | 155662  | 31530   |
| 29         | 112  | 908,4   | 158,267 | 36,20  | 143770  | 32884   |
| 31         | 112  | 931,8   | 152,133 | 36,14  | 141758  | 33675   |
| 33         | 152  | 1258,2  | 144,142 | 37,23  | 181359  | 46843   |
| 35         | 152  | 1283,9  | 137,258 | 36,97  | 176226  | 47466   |
| 37         | 152  | 1289,6  | 129,642 | 37,10  | 167186  | 47844   |
| 39         | 152  | 1269,5  | 122,758 | 36,93  | 155841  | 46883   |
| 41         | 145  | 1235,8  | 115,142 | 36,86  | 142292  | 45552   |
| 43         | 145  | 1220,9  | 108,258 | 36,39  | 132172  | 44429   |
| 45         | 107  | 878,5   | 100,642 | 37,65  | 88414   | 33076   |
| 47         | 107  | 909,7   | 93,758  | 38,09  | 85292   | 34650   |
| 49         | 151  | 1276,1  | 86,142  | 37,54  | 109926  | 47905   |
| 51         | 151  | 1299,1  | 79,258  | 37,31  | 102964  | 48469   |
| 57         | 152  | 1257,5  | 48,367  | 38,16  | 60822   | 47986   |
| 59         | 152  | 1272,9  | 42,233  | 38,26  | 53758   | 48701   |
| 61         | 152  | 1280    | 34,342  | 38,06  | 43958   | 48717   |
| 63         | 152  | 1301,8  | 27,458  | 38,12  | 35745   | 49625   |
| 65         | 104  | 883,8   | 19,942  | 38,00  | 17625   | 33584   |
| 67         | 104  | 894,8   | 13,058  | 37,88  | 11684   | 33895   |
| Всього 20' | 3741 | 31450,1 | 132,658 | 36,807 | 4172108 | 1157578 |
| 02         | 42   | 571,8   | 267     | 34,21  | 152671  | 19561   |

Продовження таблиці 4.4

| 1          | 2    | 3       | 4       | 5      | 6        | 7       |
|------------|------|---------|---------|--------|----------|---------|
| 06         | 36   | 489,6   | 252,6   | 34,55  | 123673   | 16916   |
| 10         | 27   | 367,6   | 238,2   | 33,49  | 87562    | 12311   |
| 14         | 32   | 433,8   | 223,8   | 35,18  | 97084    | 15261   |
| 18         | 35   | 476,5   | 209,4   | 35,89  | 99779    | 17102   |
| 26         | 40   | 533,3   | 180,5   | 36,05  | 96261    | 19225   |
| 30         | 40   | 517,9   | 155,2   | 35,78  | 80378    | 18530   |
| 46         | 45   | 612,6   | 97,2    | 35,88  | 59545    | 21980   |
| 54         | 171  | 2218,9  | 68,25   | 37,62  | 151440   | 83475   |
| 66         | 48   | 618,9   | 16,5    | 36,22  | 10212    | 22417   |
| 70         | 150  | 1933,4  | 2,30    | 37,24  | 4447     | 72000   |
| Всього 40' | 666  | 8774,3  | 109,758 | 36,331 | 963052   | 318778  |
| ВСЬОГО     | 7516 | 76410,5 | 134,028 | 25,947 | 10241163 | 1982648 |

Апліката центра ваги контейнерів у кожному беї визначалася в такий спосіб: лічився момент кожного ярусу контейнерів щодо основної площини, потім визначався сумарний момент усього бея, і потім розраховувалася апліката центра ваги всього бея.

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

Таблиця 4.5 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на відхід

| Найменування статей<br>навантаження | На відхід  |          |        |                |                |
|-------------------------------------|------------|----------|--------|----------------|----------------|
|                                     | Маса,<br>т | Плечі, м |        | Моменти, тм    |                |
|                                     |            | х        | z      | М <sub>х</sub> | М <sub>z</sub> |
| 1                                   | 2          | 3        | 4      | 5              | 6              |
| Судно порожнє                       | 30500      | 128,00   | 16,25  | 3904000        | 495625         |
| Постачання, екіпаж, провізія, ін.   | 590        | 146,46   | 26,10  | 86411          | 15399          |
| Суднові запаси                      | 6032,9     | 132,34   | 11,61  | 798373         | 70028          |
| Вантаж                              | 76410,5    | 134,028  | 25,947 | 10241163       | 1982648        |
| Баласт                              | 10099,6    | 191,168  | 4,808  | 1930723        | 48558          |
| РАЗОМ<br>ВОДОТОННАЖНІСТЬ:           | 123633     | 137,186  | 21,129 | 16960670       | 2612258        |

Таблиця 4.6 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на прихід

| Найменування статей навантаження  | На прихід  |          |        |                |                |
|-----------------------------------|------------|----------|--------|----------------|----------------|
|                                   | Маса,<br>т | Плечі, м |        | Моменти, тм    |                |
|                                   |            | X        | Z      | M <sub>x</sub> | M <sub>z</sub> |
| Судно порожнє                     | 30500      | 128,00   | 16,25  | 3904000        | 495625         |
| Постачання, екіпаж, провізія, ін. | 590        | 146,46   | 26,10  | 86411          | 15399          |
| Суднові запаси                    | 4897,2     | 128,05   | 11,8   | 627098         | 57783          |
| Вантаж                            | 76410,5    | 134,028  | 25,947 | 10241163       | 1982648        |
| Баласт                            | 10099,6    | 191,168  | 4,808  | 1930723        | 48558          |
| <b>РАЗОМ<br/>ВОДОТОННАЖНІСТЬ:</b> | 122497,3   | 137,06   | 21,23  | 16789395       | 2600013        |

Схематично розподіл вантажу представлений на бей-плані (рис. 4.1).

#### 4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності

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

Таблиця 4.7 – Розрахунки посадки судна на відхід і на прихід

| Найменування величин                       | Позначення і формули | Значення величин |          |
|--------------------------------------------|----------------------|------------------|----------|
|                                            |                      | відхід           | прихід   |
| 1                                          | 2                    | 3                | 4        |
| Водотоннажність масова, т                  | D                    | 123633           | 122497,3 |
| Абсциса центра ваги судна, м               | x <sub>g</sub>       | 137,19           | 137,06   |
| Водотоннажність об'ємна, м <sup>3</sup>    | V = D / ρ            | 120618           | 119510   |
| Щільність забортної води, т/м <sup>3</sup> | ρ                    | 1,025            | 1,025    |
| Осадка судна, м                            | T                    | 13,03            | 12,94    |
| Момент диферентуючий на 1 см, тм/см        | M <sub>cm</sub>      | 2110,2           | 2089,8   |
| Абсциса центра величини судна, м           | x <sub>c</sub>       | 138,42           | 138,52   |
| Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м           | x <sub>f</sub>       | 126,92           | 127,19   |
| Апліката поперечного метacentра, м         | z <sub>m</sub>       | 23,79            | 23,82    |

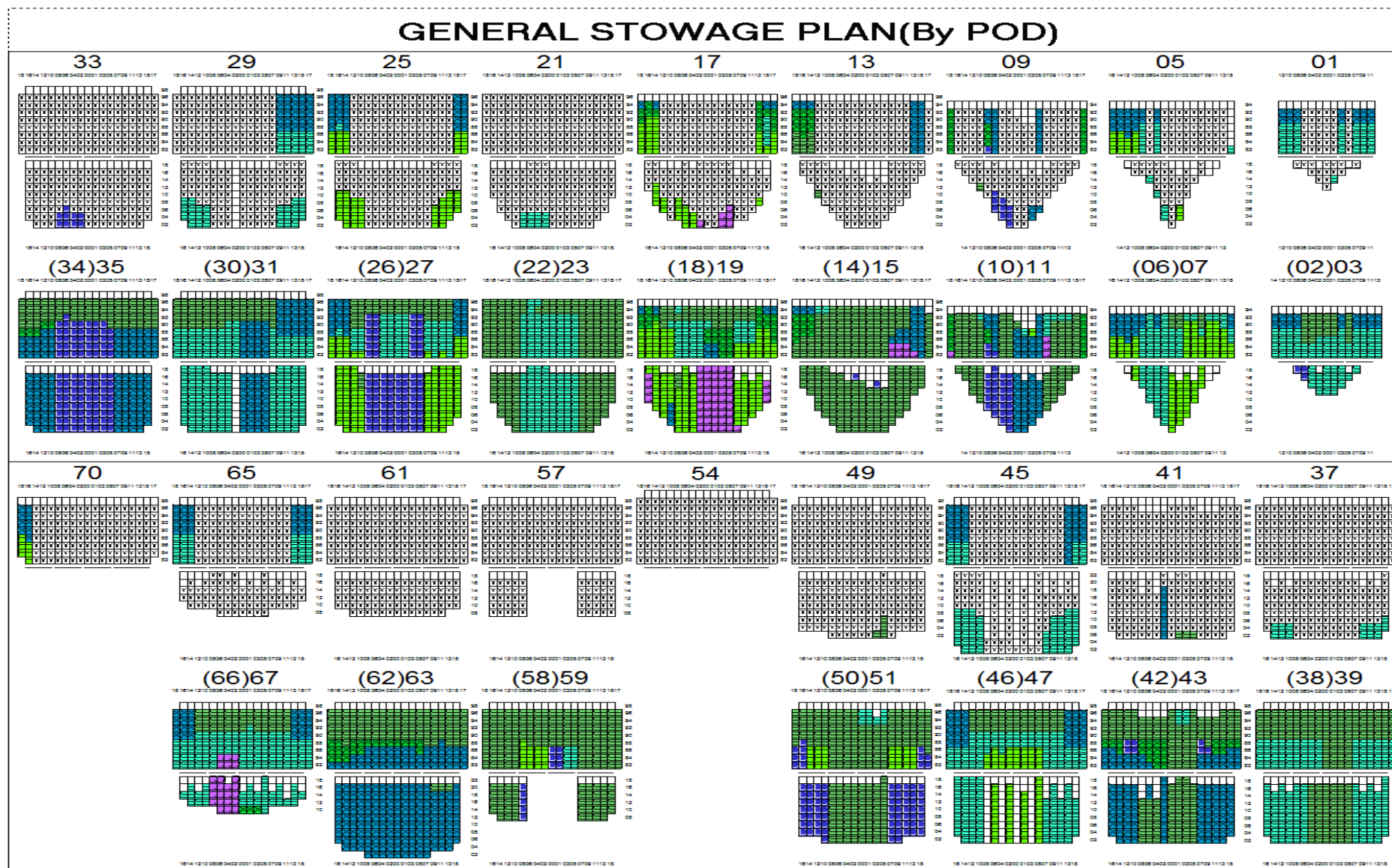


Рисунок 4.1 - Бей-план

Продовження таблиці 4.7

| 1                            | 2                          | 3     | 4     |
|------------------------------|----------------------------|-------|-------|
| Коефіцієнт загальної повноти | $\delta$                   | 0,670 | 0,669 |
| Диферент судна, м            | $d=D(x_g-x_c)/(100M_{cm})$ | -0,72 | -0,86 |
| Осадка судна носом, м        | $T_n=T+(L-x_f) d/L$        | 12,63 | 12,46 |
| Осадка судна кормою, м       | $T_k = T_n + d$            | 13,35 | 13,32 |

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

Таблиця 4.8 – Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів

| Найменування цистерн      | $\Delta m_h$ , тм |
|---------------------------|-------------------|
| 1                         | 2                 |
| NO. 4 HFO. T. (P)         | 946               |
| NO. 4 HFO. T. (S)         | 946               |
| NO. 4 HFO. T. (CP)        | 387               |
| NO. 4 HFO. T. (CS)        | 387               |
| LOW SULPHUR T. (C)        | 453               |
| MDO. STOR. T. (C)         | 715               |
| NO. 2 W. W. B. T. (P)     | 1194              |
| NO. 2 W. W. B. T. (S)     | 1194              |
| Сума: $\Sigma \Delta m_h$ | 6222              |

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний у таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Розрахунок параметрів початкової остійності

| Найменування величин      | Позначення і формули | Значення величин |          |
|---------------------------|----------------------|------------------|----------|
|                           |                      | відхід           | прихід   |
| 1                         | 2                    | 3                | 4        |
| Водотоннажність масова, т | D                    | 123633           | 122497,3 |

Продовження таблиці 4.9

| 1                                          | 2                                  | 3     | 4     |
|--------------------------------------------|------------------------------------|-------|-------|
| Невиправлена апліката центра ваги судна, м | $z'_g$                             | 21,13 | 21,23 |
| Апліката поперечного метacentра, м         | $z_m$                              | 23,79 | 23,82 |
| Невиправлена метacentрична висота, м       | $h_0 = z_m - z'_g$                 | 2,66  | 2,59  |
| Виправлення на вільні поверхні, м          | $\Delta h = \Sigma \Delta m_h / D$ | 0,05  | 0,05  |
| Виправлена апліката центра ваги судна, м   | $z_g = z'_g + \Delta h$            | 21,18 | 21,28 |
| Виправлена метacentрична висота, м         | $h = h_0 - \Delta h$               | 2,61  | 2,54  |

### 4.3. Контроль остійності за матеріалами Інформації

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

Таблиця 4.10 – Перевірка остійності по критичній аплікаті ЦВ судна

| Найменування величин                  | Позначення і формули | Значення величин |          |
|---------------------------------------|----------------------|------------------|----------|
|                                       |                      | відхід           | прихід   |
| 1                                     | 2                    | 3                | 4        |
| Водотоннажність масова, т             | D                    | 123633           | 122497,3 |
| Виправлена апліката Ц.В. судна, м     | $z_g$                | 21,18            | 21,28    |
| Максимальна гранична апліката Ц.В., м | $z_g^{\max}$         | 22,79            | 22,82    |

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

### 4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності

Плечі статичної остійності розраховані з використанням таблиці плечей остійності форми (Cross-Curves of Stability) [29]. Плечі остійності форми  $l_\phi$  вибираються по осадці для тих кутів крену, які приведені в таблиці. Ці плечі відлічуються від точки К, що відповідає кільовий лінії, то плечі остійності ваги необхідно розраховувати за формулою

$$l_{\theta} = z_g \sin \theta, \quad (4.1)$$

а виправлені на вплив вільних поверхонь плечі статичної остійності будуть дорівнювати

$$l = l_{\phi} - l_{\theta}. \quad (4.2)$$

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

$$a_{0-40} = 1/3 \Delta\theta \cdot \sum_{40}; \quad a_{0-30} = 3/8 \Delta\theta \cdot \sum_{30}; \quad a_{30-40} = a_{0-40} - a_{0-30}. \quad (4.3)$$

Таблиця 4.11 – Розрахунок плечей статичної остійності на відхід

|                                                                      |                           |                     |                               |                                                                           |                                     |          |                    |         |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------|--------------------|---------|
| Водотоннажність D, т                                                 |                           |                     |                               |                                                                           |                                     |          | 123633,0           |         |
| Апліката центра ваги судна $z_{g0}$ , м                              |                           |                     |                               |                                                                           |                                     |          | 21,13              |         |
| Апліката умовного центра мас $z_m$ , м (полюс – точка «O»)           |                           |                     |                               |                                                                           |                                     |          | 0,00               |         |
| Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$ , м |                           |                     |                               |                                                                           |                                     |          | 21,18              |         |
| $\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$                        |                           |                     |                               |                                                                           |                                     |          |                    |         |
| Кут крену $\theta^\circ$                                             | Плече форми, $l_\phi$ , м | $\sin \theta^\circ$ | $z_g \cdot \sin \theta^\circ$ | Плече статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \theta^\circ$ , м | Множ-ник                            | Добу-ток | Множ-ник           | Добуток |
| 1                                                                    | 2                         | 3                   | 4                             | 5                                                                         | 6                                   | 7        | 8                  | 9       |
| 0                                                                    | 0,00                      | 0,000               | 0,000                         | 0,000                                                                     | 1                                   | 0,000    | 1                  | 0,000   |
| 10                                                                   | 4,165                     | 0,174               | 3,685                         | 0,480                                                                     | 4                                   | 1,920    | 3                  | 1,440   |
| 20                                                                   | 8,331                     | 0,342               | 7,244                         | 1,087                                                                     | 2                                   | 2,174    | 3                  | 3,261   |
| 30                                                                   | 12,322                    | 0,500               | 10,590                        | 1,732                                                                     | 4                                   | 6,928    | 1                  | 1,732   |
| 40                                                                   | 15,109                    | 0,643               | 13,619                        | 1,490                                                                     | 1                                   | 1,490    | $\Sigma_{30}$      | 6,433   |
| 50                                                                   | 16,571                    | 0,766               | 16,224                        | 0,347                                                                     | $\Sigma_{40}$                       | 12,512   |                    |         |
| 60                                                                   | 17,100                    | 0,866               | 18,342                        | -1,242                                                                    | $a_{0-40} = 0,728$                  |          | $a_{0-30} = 0,421$ |         |
|                                                                      |                           |                     |                               |                                                                           | $a_{30-40} = 0,728 - 0,421 = 0,307$ |          |                    |         |

Таблиця 4.12 – Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

|                                                                      |                           |                     |                               |                                                                           |                                     |         |                    |         |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------|--------------------|---------|
| Водотоннажність D, т                                                 |                           |                     |                               |                                                                           |                                     |         | 122497,3           |         |
| Апліката центра ваги судна $z_{g0}$ , м                              |                           |                     |                               |                                                                           |                                     |         | 21,23              |         |
| Апліката умовного центра мас $z_m$ , м (полюс – точка «O»)           |                           |                     |                               |                                                                           |                                     |         | 0,00               |         |
| Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$ , м |                           |                     |                               |                                                                           |                                     |         | 21,28              |         |
| $\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$                        |                           |                     |                               |                                                                           |                                     |         |                    |         |
| Кут крену $\theta^\circ$                                             | Плече форми, $l_\phi$ , м | $\sin \theta^\circ$ | $z_g \cdot \sin \theta^\circ$ | Плече статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \theta^\circ$ , м | Множник                             | Добуток | Множник            | Добуток |
| 1                                                                    | 2                         | 3                   | 4                             | 5                                                                         | 6                                   | 7       | 8                  | 9       |
| 0                                                                    | 0,00                      | 0,000               | 0,000                         | 0,000                                                                     | 1                                   | 0,000   | 1                  | 0,000   |
| 10                                                                   | 4,171                     | 0,174               | 3,703                         | 0,468                                                                     | 4                                   | 1,872   | 3                  | 1,404   |
| 20                                                                   | 8,346                     | 0,342               | 7,278                         | 1,068                                                                     | 2                                   | 2,136   | 3                  | 3,204   |
| 30                                                                   | 12,341                    | 0,500               | 10,640                        | 1,701                                                                     | 4                                   | 6,804   | 1                  | 1,701   |
| 40                                                                   | 15,136                    | 0,643               | 13,683                        | 1,453                                                                     | 1                                   | 1,453   | $\Sigma_{30}$      | 6,309   |
| 50                                                                   | 16,603                    | 0,766               | 16,300                        | 0,303                                                                     | $\Sigma_{40}$                       | 12,265  | $a_{0-30} = 0,413$ |         |
| 60                                                                   | 17,133                    | 0,866               | 18,428                        | -1,295                                                                    | $a_{0-40} = 0,713$                  |         |                    |         |
|                                                                      |                           |                     |                               |                                                                           | $a_{30-40} = 0,713 - 0,413 = 0,300$ |         |                    |         |

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

#### 4.5. Розрахунки нормованих параметрів остійності

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

Розрахунок нормованих параметрів остійності виконаний у таблиці 4.13.

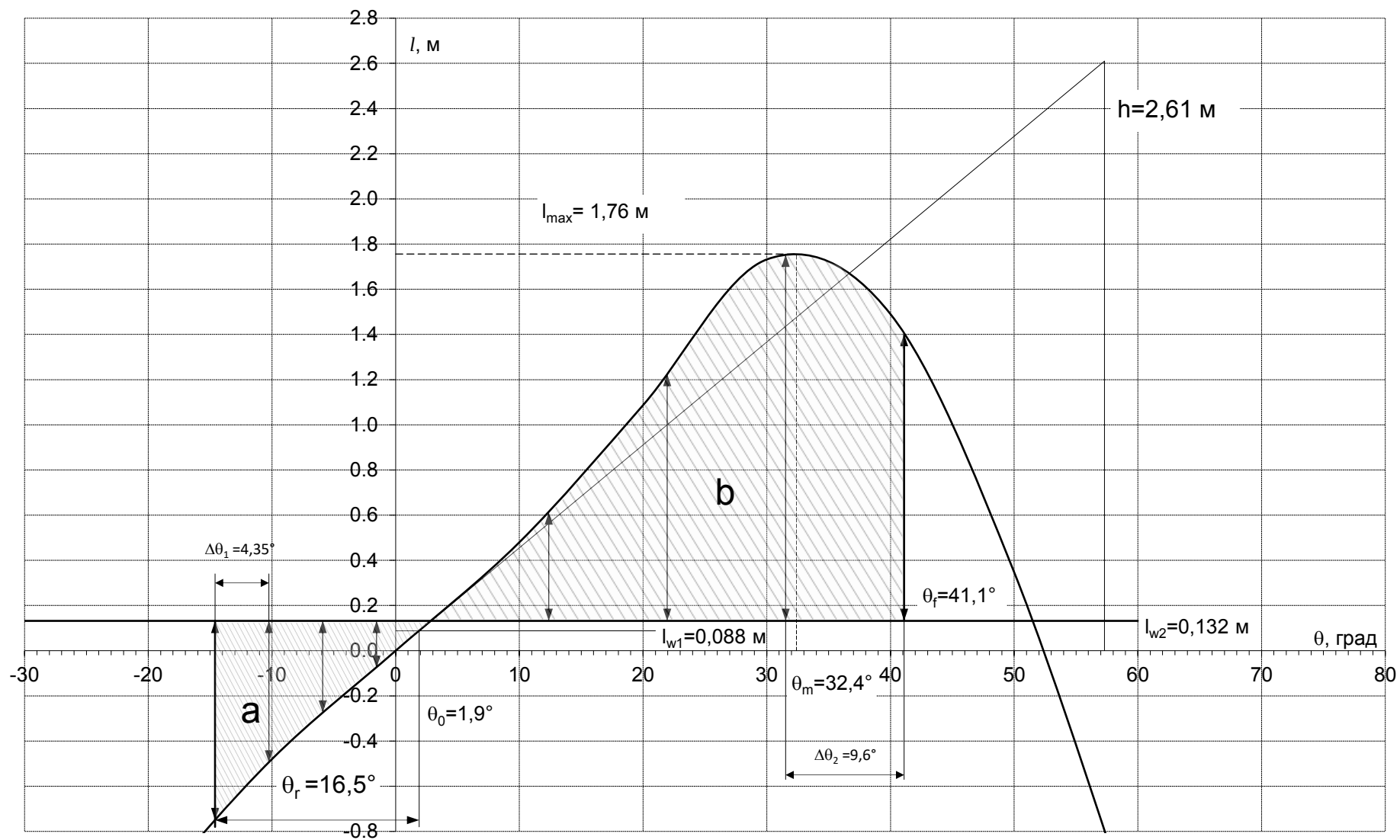


Рисунок 4.2 - Діаграма статичної остійності на відхід і визначення критерію погоди

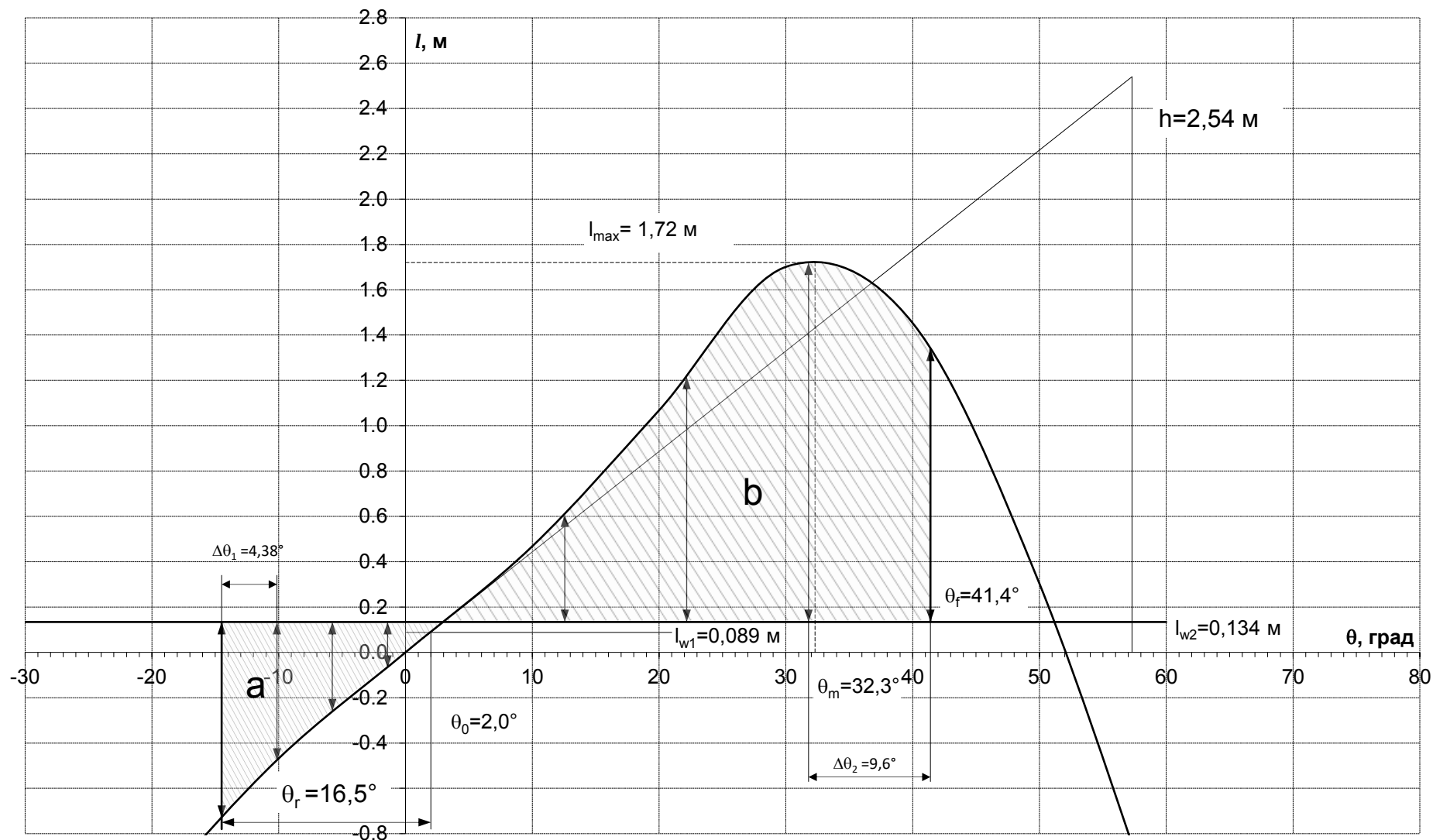


Рисунок 4.3 - Діаграма статичної остійності на прихід і визначення критерію погоди

Таблиця 4.13 – Розрахунок нормованих параметрів остійності

| Найменування величин                           | Позначення і формули                           | Значення величин |          |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------|----------|
|                                                |                                                | відхід           | прихід   |
| 1                                              | 2                                              | 3                | 4        |
| Водотоннажність масова, т                      | D                                              | 123633           | 122497,3 |
| Осадка судна, м                                | T                                              | 13,03            | 12,94    |
| Виправлена метацентрична висота, м             | h                                              | 2,61             | 2,54     |
| Площа парусності, м <sup>2</sup>               | A <sub>v</sub>                                 | 9089             | 9114     |
| Апліката центра парусності (ЦП), м             | z                                              | 16,87            | 16,91    |
| Плече парусності при постійному вітрі, м       | $z_v = z + T/2$                                | 23,39            | 23,38    |
| Плече кренувального моменту від тиску вітру, м | $l_{w1}=0,504 A_v z_v /(gD)$                   | 0,088            | 0,089    |
| Кренувальне плече від пориву вітру, м          | $l_{w2} = 1,5 l_{w1}$                          | 0,132            | 0,134    |
| Відносна площа скулових кілей,%                | $100 A_k / (L B)$                              | 1,035            |          |
| Коефіцієнт                                     | k                                              | 0,978            |          |
| Відносна ширина                                | B/T                                            | 3,7              | 3,72     |
| Безрозмірний множник                           | X <sub>1</sub>                                 | 0,800            | 0,800    |
| Коефіцієнт загальної повноти                   | δ                                              | 0,670            | 0,669    |
| Безрозмірний множник                           | X <sub>2</sub>                                 | 0,982            | 0,981    |
| Інерційний коефіцієнт                          | $c=0,373+0,023B/T-0,043L/100$                  | 0,335            | 0,336    |
| Період хитавиці, с                             | $T_0 = 2 c B / \sqrt{h_0}$                     | 20,0             | 20,3     |
| Коефіцієнт                                     | S                                              | 0,0350           | 0,0350   |
| Коефіцієнт                                     | $r = 0,73+0,6(z_g-T) / T$                      | 1,105            | 1,117    |
| Амплітуда хитавиці, °                          | $\theta_r = 09k X_1 X_2 \sqrt{r S}$            | 16,5             | 16,5     |
| Кут заливання, °                               | θ <sub>f</sub>                                 | 41,1             | 41,4     |
| Кут входу палуби у воду, °                     | $\theta_d = \arctg(2(H-T) / B)$                | 26,4             | 26,6     |
| Кут крену від постійного вітру, °              | θ <sub>0</sub>                                 | 1,9              | 2,0      |
| Кут крену при хитавиці назустріч вітру, °      | $\theta_1 = \theta_{r \text{ IMO}} - \theta_0$ | 14,6             | 14,5     |
| Границя площ. “b” діаграми праворуч, °         | θ <sub>b</sub>                                 | 41,1             | 41,4     |
| Площа “a” діаграми, м-рад                      | a                                              | 0,127            | 0,125    |
| Площа “b” діаграми, м-рад                      | b                                              | 0,661            | 0,650    |
| Критерій погоди                                | $K = b / a$                                    | 5,20             | 5,20     |

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

Для розрахунку величини площ “ $a$ ” і “ $b$ ” використаємо правило Сімпсона. Для цього площі “ $a$ ” і “ $b$ ” діляться на чотири ділянки однакової довжини по куту крену. Розрахунок площ виконується в табличній формі аналогічно розрахунку площі  $a_{0-4}$ . При цьому, замість множника 0,1745, приймаємо довжини ділянок  $\Delta\theta_1$  і  $\Delta\theta_2$  у радіанах.

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

|                                                                                                                                                    |       |                    |                                                                                                        |       |                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------|
| $\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (14,6 + 1,5 \cdot 1,9)/4 = 4,35^\circ$ $\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 4,35^\circ/57,3 = 0,0759$ рад |       |                    |                                                                                                        |       |                     |
| $\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (41,1 - 1,5 \cdot 1,9)/4 = 9,58^\circ$ $\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 9,58^\circ/57,3 = 0,1671$ рад |       |                    |                                                                                                        |       |                     |
| $a_i$                                                                                                                                              | $k_i$ | $a_i \cdot k_i$    | $b_i$                                                                                                  | $k_i$ | $b_i \cdot k_i$     |
| $a_1 = 0,882$                                                                                                                                      | 1     | 0,882              | $b_1 = 0$                                                                                              | 1     | 0                   |
| $a_2 = 0,627$                                                                                                                                      | 4     | 2,508              | $b_2 = 0,480$                                                                                          | 4     | 1,920               |
| $a_3 = 0,406$                                                                                                                                      | 2     | 0,812              | $b_3 = 1,093$                                                                                          | 2     | 2,186               |
| $a_4 = 0,208$                                                                                                                                      | 4     | 0,832              | $b_4 = 1,621$                                                                                          | 4     | 6,484               |
| $a_5 = 0$                                                                                                                                          | 1     | 0                  | $b_5 = 1,270$                                                                                          | 1     | 1,270               |
|                                                                                                                                                    |       | $\Sigma_a = 5,034$ |                                                                                                        |       | $\Sigma_b = 11,860$ |
| $a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 5,034 \times 0,0759 = 0,127$                                             |       |                    | $b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 11,86 \times 0,1671 = 0,661$ |       |                     |

Таблиця 4.15 – Визначення площ “ $a$ ” і “ $b$ ” на прихід за правилом Сімпсона

|                                                                                                                                                    |       |                    |                                                                                                        |       |                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------|
| $\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (14,5 + 1,5 \cdot 2,0)/4 = 4,38^\circ$ $\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 4,38^\circ/57,3 = 0,0764$ рад |       |                    |                                                                                                        |       |                     |
| $\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (41,4 - 1,5 \cdot 2,0)/4 = 9,63^\circ$ $\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 9,63^\circ/57,3 = 0,1680$ рад |       |                    |                                                                                                        |       |                     |
| $a_i$                                                                                                                                              | $k_i$ | $a_i \cdot k_i$    | $b_i$                                                                                                  | $k_i$ | $b_i \cdot k_i$     |
| $a_1 = 0,864$                                                                                                                                      | 1     | 0,864              | $b_1 = 0$                                                                                              | 1     | 0                   |
| $a_2 = 0,612$                                                                                                                                      | 4     | 2,448              | $b_2 = 0,474$                                                                                          | 4     | 1,896               |
| $a_3 = 0,394$                                                                                                                                      | 2     | 0,788              | $b_3 = 1,082$                                                                                          | 2     | 2,164               |
| $a_4 = 0,202$                                                                                                                                      | 4     | 0,808              | $b_4 = 4,586$                                                                                          | 4     | 6,344               |
| $a_5 = 0$                                                                                                                                          | 1     | 0                  | $b_5 = 1,206$                                                                                          | 1     | 1,206               |
|                                                                                                                                                    |       | $\Sigma_a = 4,908$ |                                                                                                        |       | $\Sigma_b = 11,610$ |
| $a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 4,908 \times 0,0764 = 0,125$                                             |       |                    | $b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 11,61 \times 0,1680 = 0,650$ |       |                     |

#### 4.6. Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

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

Таблиця 4.16 – Перевірка виконання рекомендацій ІМО

| Найменування величин                       | Позначення         | Значення величин |        |        | Викон.<br>(YES/NO) |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------|--------|--------|--------------------|
|                                            |                    | нормативні       | відхід | прихід |                    |
| 1                                          | 2                  | 3                | 4      | 5      | 6                  |
| <i>Загальні критерії:</i>                  |                    |                  |        |        |                    |
| Площа під ДСО до кута крену 30°, м·рад     | A <sub>30</sub>    | ≥ 0,055          | 0,421  | 0,413  | YES                |
| Площа під ДСО до кута крену 40°, м·рад     | A <sub>40</sub>    | ≥ 0,09           | 0,728  | 0,713  | YES                |
| Площа під ДСО між 30 ° і 40 °, м·рад       | A <sub>30-40</sub> | ≥ 0,03           | 0,307  | 0,300  | YES                |
| Плече ДСО при куті крену 30° або більше, м | l <sub>30</sub>    | ≥ 0,20           | 1,732  | 1,701  | YES                |
| Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, °  | θ <sub>m</sub>     | ≥ 25             | 32,4   | 32,3   | YES                |
| Виправлена метацентрична висота, м         | h                  | > 0,15           | 2,61   | 2,54   | YES                |
| Критерій погоди                            | K                  | ≥ 1              | 5,20   | 5,20   | YES                |
| Кут крену від постійного вітру, °          | θ <sub>0</sub>     | ≤ 16             | 1,9    | 2,0    | YES                |

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

#### 4.7. Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу

Загальна міцність контролюється по силах, що перерізують, і згинальним моментам у декількох поперечних перерізах по довжині корпусу.

Для кожного з обраних перерізів необхідно по прийнятому вантажному плану розрахувати силу, що перерізує, і згинальний момент і порівняти їх із припустимими значеннями.

Розрахунок міцності виконаємо використовуючи судову програму схвалену класифікаційним товариством ShipManager-88 Version: 5.0.

Результати розрахунку по судновій програмі перерізуючої сили, SF і згинального моменту BM на відхід і на прихід судна представлені в таблиці 4.17.

Таблиця 4.17 – Перевірка подовжньої міцності на відхід

| Переріз | SF, т | SFsea, % | Доп.SF, т | BM, тм | BMsea, % | Доп.BM, тм |
|---------|-------|----------|-----------|--------|----------|------------|
| 1       | 2     | 3        | 4         | 5      | 6        | 7          |
| 12      | 3333  | 73,3     | 4550      | 27551  | 88,9     | 31000      |
| 28      | 6268  | 84,7     | 7400      | 89963  | 90,0     | 100000     |
| 46      | 7354  | 81,7     | 9000      | 186914 | 91,2     | 205000     |
| 64      | 7755  | 73,9     | 10500     | 295889 | 90,5     | 327000     |
| 74      | 5536  | 67,5     | 8200      | 355262 | 88,8     | 400000     |
| 90      | 3820  | 59,4     | 6430      | 417590 | 89,8     | 465000     |
| 97      | 2569  | 48,5     | 5300      | 435636 | 88,9     | 490000     |
| 107     | 1407  | 29,9     | 4700      | 452195 | 87,0     | 520000     |
| 124     | -1405 | 27,8     | -5050     | 448305 | 83,0     | 540000     |
| 141     | -2125 | 37,6     | -5650     | 418472 | 77,5     | 540000     |
| 158     | -3044 | 46,1     | -6600     | 377257 | 69,9     | 540000     |
| 167     | -3685 | 60,4     | -6100     | 348884 | 67,7     | 515000     |
| 175     | -3823 | 53,8     | -7100     | 323215 | 66,4     | 487000     |
| 192     | -4860 | 58,6     | -8300     | 255988 | 58,6     | 437000     |
| 198     | -3338 | 53,0     | -6300     | 233563 | 54,3     | 430000     |
| 204     | -1450 | 21,8     | -6650     | 220533 | 53,8     | 410000     |
| 221     | -2213 | 27,3     | -8100     | 189494 | 53,1     | 357000     |
| 238     | -2386 | 22,7     | -10500    | 152027 | 53,5     | 284000     |
| 256     | -2735 | 30,4     | -9000     | 110998 | 53,6     | 207000     |
| 274     | -2071 | 37,0     | -5600     | 71998  | 55,4     | 130000     |
| 292     | -2064 | 52,3     | -3950     | 37687  | 55,4     | 68000      |
| 310     | -1246 | 31,6     | -3950     | 10237  | 29,7     | 34500      |
| 330     | 40    | 3,9      | 1030      | -647   | 43,1     | 9000       |

Максимальна перерізуюча сила 7755 т (73,9%) на 64 шпангоуті.

Максимальний згинальний момент 454729 тм (86,1%) на 114 шпангоуті.

На рисунку 4.4 представлена епюра міцності на відхід.

За результатами розрахунків, які приведені, у таблицях і на графіку можна зробити висновок, що протягом усього рейсу загальна поздовжня міцність забезпечена.

## РОЗДІЛ 5

### АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЛЬОДОВОЇ НАВИГАЦІЇ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНИМ ПРОХОДОМ

Морські вантажні перевезення залишаються безальтернативним лідером у сфері міжнародної логістики завдяки своїй економічності, ефективності та високому рівню безпеки порівняно з іншими видами транспорту. Будучи одним із найдавніших способів доставки, морський транспорт і сьогодні є найбільш рентабельним. За оцінками ЮНКТАД, понад 90% світового вантажообігу забезпечується саме міжнародним судноплавством. Це закономірно, адже Світовий океан займає майже 71% поверхні Землі. Водночас слід враховувати, що близько 15% акваторії Світового океану сезонно вкривається морським льодом, що створює додаткові виклики для навігації.

#### **5.1. Аналіз пошуків маршрутів Північно Західного проходу і перші зустрічі з льодом**

Історія морської навігації налічує тисячоліття, проте першими європейцями, які здійснили перехід через Атлантичний океан та зіткнулися з умовами полярного судноплавства, вважаються вікінги (бл. VIII–XI ст.). Їхня експансія охопила значні території: від Каспійського моря на сході до Північної Америки на заході.

Відкриття Гренландії скандинавами відбулося випадково внаслідок шторму, проте згодом Ейрік Рудий цілеспрямовано дослідив нові землі, назвавши їх «Зеленою країною» для заохочення колонізації. Найвидатнішим досягненням тієї доби стало плавання Лейфа Ейріксона, який близько 1000 року досяг узбережжя Північної Америки (Вінланд) у пошуках ресурсів, зокрема деревини. Таким чином, європейці побували в Новому Світі за п'ять століть до Христофора Колумба.

Конструкція кораблів вікінгів дозволяла здійснювати далекі океанські переходи, проте вони не були пристосовані до навігації у суцільному льоду (рис. 5.1). Рушійною силою суден були вітрила та весла, що є малоефективним у складних льодових умовах. Відомості про ці відкриття в континентальній Європі були фрагментарними, а деталі походів збереглися переважно в ісландських сагах.



Рисунок 5.1 – Корабель вікінгів

Протягом багатьох століть морську спільноту цікавила думка про найкоротший прохід (рис. 5.2), який би з'єднував Атлантичний із Тихим океани. Через розвиток торгівлі, багато європейських дослідників, шукали судноплавний прохід як можливий торгівельний шлях з Азією, але їх пошукам заважали материки Північної, Центральної та Південної Америки, суцільний лід на півночі та тяжкі умови плавання на півдні. Було зазнано багато невдалих спроб, більшість з яких закінчувалася смертю екіпажу.

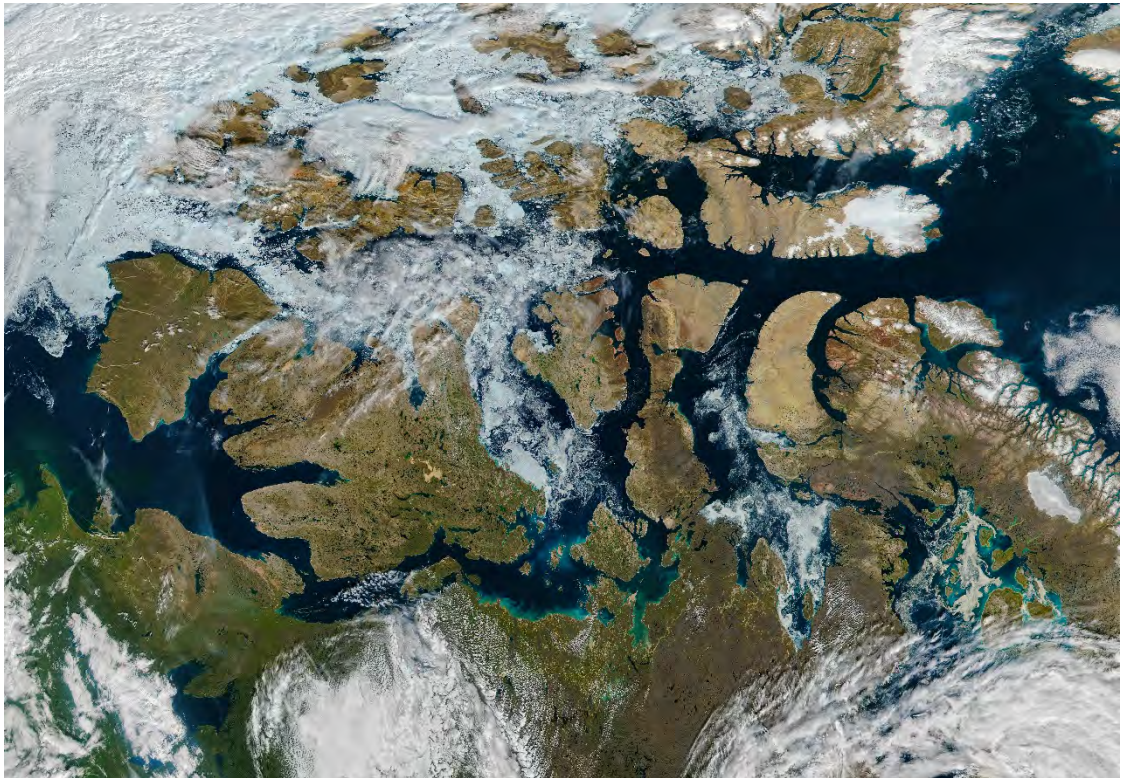


Рисунок 5.2 – Північно-Західний прохід, знімок з супутника NASA

У пошуках Північно-Західного проходу Мартін Фробішер став першим європейцем, який задокументував вхід у Гудзонову протоку. Спочатку її назвали «Помилковою протокою» (Mistaken Strait), оскільки мореплавець вважав її менш перспективною, ніж відкрити ним затоку (нині — затока Фробішера). У червні 1576 року Фробішер на судні «Габріель» із екіпажем у 23 особи обігнув Шотландію, а в липні досяг берегів Гренландії.

Продовжуючи плавання на захід, він висадився на острові Локс-Ленд та увійшов у вузьку затоку, яку помилково прийняв за прохід. Фробішер зробив важливе наукове спостереження: помітивши, що айсберги при таненні дають прісну воду, він дійшов правильного висновку про їхнє материкове походження. Також він припустив існування великого архіпелагу на північному заході, що підтвердилося сучасними даними: Канадський Арктичний архіпелаг налічує понад 36 000 островів і є суттєвою перешкодою для судноплавства.

Гудзонову протоку згодом досліджував Джордж Веймут, але льодова обстановка змусила його повернути назад. Назву протока отримала на честь

Генрі Гудзона, який на судні «Discovery» пройшов її найдалі, зіткнувшись із вкрай складними умовами дрейфу криги. Однак експедиція закінчилася трагічно: увійшовши в затоку (нині Гудзонову), корабель застряг у льодах, що призвело до бунту команди.

Реальний прорив у дослідженні маршруту здійснив Роберт Мак-Клур на кораблі «Інвестігейтор» (HMS Investigator) (рис. 5.3). Вийшовши з Лондона у 1850 році, судно обігнуло Південну Америку і зайшло в Арктику через Берингову протоку. Зимівля біля острова Бенкс та подальші санні походи дозволили остаточно підтвердити існування наскрізного Північно-Західного проходу, хоча він і був заблокований багаторічною кригою заввишки до 15 метрів.



Рисунок 5.3 – Корабель «Випробовувач», який зав'яз у льодах

У 1852 році сер Едвард Белчер очолив масштабну урядову експедицію з пошуку зниклих кораблів Франкліна. Ескадра складалася з п'яти суден:

«Ессістанс», «Піонер», «Резолют», «Інтрепід» та «Норт-Стар». Пройшовши зі сходу вздовж Баффінової Землі до протоки Барроу, експедиція розділилася для зимівлі в різних точках Канадського Арктичного архіпелагу, при цьому «Норт-Стар» залишилося як базове судно біля острова Бічі.

Оскільки основні судна опинилися в щільному льодовому полоні, Белчер прийняв суперечливе рішення евакуювати екіпажі та залишити кораблі. Діставшись по льоду до острова Бічі, група Белчера зустріла там Роберта Мак-Клура та його команду (які також покинули своє судно «Інвестігейтор»). Об'єднані екіпажі повернулися до Англії на борту єдиного вцілілого судна — «Норт-Стар». Таким чином, Роберт Мак-Клур, який дослідив протоки, що нині носять імена Мак-Клура, Принца Уельського та Вайкаунт-Мелвілл, став першовідкривачем Північно-Західного проходу. Повернувшись до Лондона, він також став першою людиною, яка здійснила навколосвітню подорож навколо обох Америк.

Підсумовуючи історичний огляд, слід зазначити, що морський шлях через Арктику не є єдиною лінією. Як видно з рис. 5.4 та табл. 5.1, існує кілька варіантів навігаційних маршрутів, що пролягають як уздовж узбережжя Північної Америки, так і через складну систему проток Канадського Арктичного архіпелагу.



Рисунок 5.4 – Варіанти маршруту для судноплавства

Таблиця 5.1 – Маршрути Північно-Західного проходу

| №  | Шлях                                                                                                                                                                  | Фізико-географічний опис                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Примітки                                                                                                                                |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | пр. Ланкастер - пр. Барроу - пр. Вайкаунт-Мелвілл - пр. Принца Уельського - зат. Амундсена                                                                            | <p>Пр. Ланкастер: ширина 80 км, довжина 250 км, завглибшки понад 500 м.</p> <p>Пр. Барроу: ширина 50 км, довжина 180 км, глибока, ряд островів на захід від Резолюту заважає навігації.</p> <p>Пр. Вайкаунт-Мелвілл: 100 км завширшки, завдовжки 350 км.</p> <p>Пр. Принца Уельського: мінімальна ширина менше 10 км приблизно на півдорозі через протоку, 230 км, обмежуючи глибину 32 м. Зат. Амундсен: вхід завширшки 90 км, довжина близько 300 км.</p>                                                                          | Маршрут було пройдено кораблем Сент-Роч у 1944 році та СС Манхеттеном у 1969 р.                                                         |
| 2  | пр. Ланкастер - пр. Барроу - пр. Вайкаунт-Мелвілл - пр. Мак-Клур                                                                                                      | пр. Мак-Клур: 120 км завширшки на східному кінці, 275 км завдовжки до моря Бофорта, глибиною понад 400 м.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>Спроба " СС Манхеттеном " пройти маршрут 1969 р., проте, безуспішно.</p> <p>У 2001 р. криголам "Капітан Хлебніков" пройшов шлях.</p> |
| 3а | пр. Ланкастер - пр. Барроу - пр. Пил - пр. Франкліна - пр. Ларсена - пр. Вікторія - зат. Куїн-Мод – пр. Дис – зал. Коронейшен – пр. Долфін-енд-Юніон – зат. Амундсена | <p>Пр. Пил: ширина 25 км, завглибшки понад 400 м на півдні.</p> <p>Пр. Франклін: ширина 30 м.</p> <p>Пр. Ларсен: глибини варіюються від 30 до 200 метрів.</p> <p>Пр. Вікторія: ширина 120 км, на південному кінці – острови Королівського географічного товариства, найгірші льодові умови вздовж материкового узбережжя Канади.</p> <p>Зат. Куїн-Мод: східний вхід шириною 14 км, але розширюється в нерегулярну область із шириною до 280 км до звуження до 14 км при вході в проливний дрейф; численні острови, рифи та бари.</p> | 3 варіантів 3а, 3б, 4 – це найкращий маршрут.                                                                                           |

|    |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                              |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                                                                          | Пр. Коронейшен: довжина понад 160 км, безліч островів. Пр. Долфін-енд-Юніон: ширина 80 км. у затоці Амундсен, довжина 150 км.                                                                                                      |                                                                              |
| 3б | пр. Ланкастер - пр. Барроу - пр. Пил - пр. Франкліна - пр. Ларсена - пр. Джеймса Росса - пр. Рей - пр. Сімпсона - зат. Куїн-Мод - зат. Коронейшен - пр. Долфін-енд-Юніон - зат. Амундсен | Пр. Джеймса Росса: ширина 50 км., але обмежена островами.<br><br>Пр. Рей: ширина 20 км., з граничними глибинами від 5 до 18 м.<br><br>Пр. Сімпсона: близько 3 км у вузькому місці, найнебезпечніша зона навігації на маршруті 3В.  | Маршрут Р. Амундсена, а також шлях "МС Експлорер" у 1984 році.               |
| 4  | пр. Ланкастер - пр. Принц - Ріджент - пр. Беллот - пр. Франкліна - пр. Ларсена - пр. Вікторія - зат. Куїн-Мод - пр. Дис - зат. Коронейшен - пр. Долфін-енд-Юніон - зат. Амундсена        | Пр. Принца Ріджент: ширина 80 км, без островів.<br><br>Пр. Білот: глибина до 22 м, наявність сильних течій.                                                                                                                        | Маршрут "Сент-Роча" у 1940-42 рр.                                            |
| 5  | Пр. Гудзона - пр. Фокса - басейн Фокса - пр. Ф'юрі-енд-Хекла - зат. Бутія - пр. Беллот - далі за маршрутами 3а, 3б, 4                                                                    | Пр. Гудзона: 100 км завширшки, 650 км завдовжки.<br><br>Пр. Фокса: 130 км завширшки, глибока.<br><br>Пр. Ф'юрі-енд-Хекла: протяжність 160 км, дуже вузький з швидкою течією.<br><br>Зат. Буття: відсутність проблем для навігації. | Не вважається комерційним проходом для середньої та глибокої осідання суден. |

Незважаючи на те, що маршрути Північно-Західного проходу пролягають через складний у навігаційному відношенні Канадський Арктичний архіпелаг, який налічує близько 36 тисяч островів, цей шлях має низку суттєвих переваг.

Економічна вигода є очевидною: наприклад, відстань між портами Східної Азії та Східного узбережжя Північної Америки (маршрут Шанхай – Нью-Йорк) скорочується на 4000 км.

Крім того, функціонування проходу відкриває перспективи для видобутку мінеральних ресурсів на півночі Канади та транспортування вуглеводнів з Аляски. За даними канадського дослідника М. Байєрза, глибини ПЗП дозволяють приймати судна класу Panamax (довжина 294 м, ширина 32 м, осадка 12 м) та навіть більші судна (класу Post-Panamax), габарити яких обмежують або унеможлиблюють їх прохід через Панамський канал.

## **5.2. Аналіз впливу кліматичних змін на льодову ситуацію у Північній полярній області**

У цьому підрозділі проаналізовано кліматичні зміни та їхній вплив на льодову обстановку.

До епохи супутникових спостережень основними джерелами інформації про стан льодового покриву були візуальні спостереження з суден, берегових станцій та авіації. Головними недоліками таких методів були обмежена зона огляду та вплив суб'єктивного фактора (залежність від індивідуального досвіду спостерігача). Сучасні технології дистанційного зондування дозволили вирішити цю проблему.

Починаючи з 1978 року, стан льодового покриву Північного Льодовитого океану безперервно реєструється за допомогою приладів, встановлених на штучних супутниках Землі (ШСЗ). Це забезпечило можливість синхронного спостереження за всією акваторією Арктики, за винятком невеликої приполюсної зони ("pole hole"). Одним із перших апаратів, що здійснював комплексну зйомку морської поверхні в різних спектральних діапазонах, був ШСЗ «Океан». Супутники цієї серії оснащувалися сканером видимого діапазону, радаром бокового огляду та мікрохвильовим радіометром. Таке обладнання дозволяло ідентифікувати межі поширення однорічного та багаторічного льоду,

виявляти великі розводдя та ополонки, а також фіксувати кромку льоду навіть за умов штормової погоди.

Нині безперервний супутниковий моніторинг поверхні океану здійснюється в межах довгострокових наукових програм США та Європи. Найтривалішою є місія, що фінансується Міністерством оборони США: вона розпочалася із запуском супутника Nimbus-7 і продовжується серією супутників DMSP (Defense Meteorological Satellite Program)

Багатоканальні мікрохвильові радіометри цієї програми дозволяють ефективно розрізняти льодовий покрив та відкриту воду з просторовою роздільною здатністю 25 км. Ключовою перевагою мікрохвильового діапазону в умовах Арктики (порівняно з оптичним та інфрачервоним) є незалежність від умов освітленості та хмарності. Бази даних DMSP є загальнодоступними, що робить їх основним джерелом об'єктивної інформації про сучасні тенденції зміни арктичного льоду.

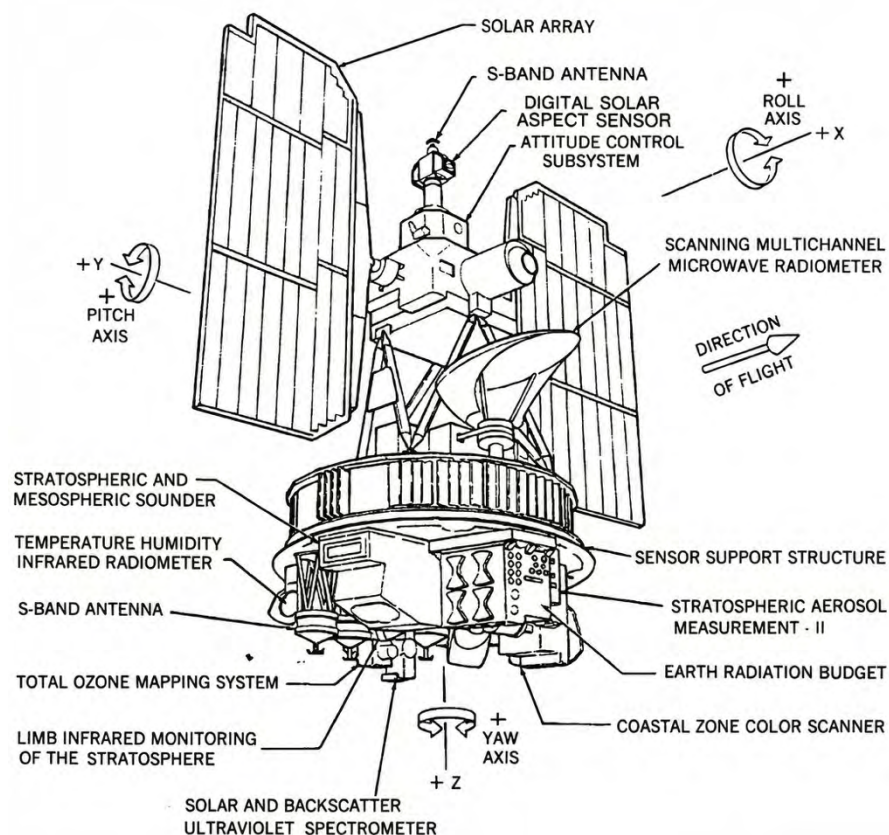


Рисунок 5.5 – Супутник Nimbus-7

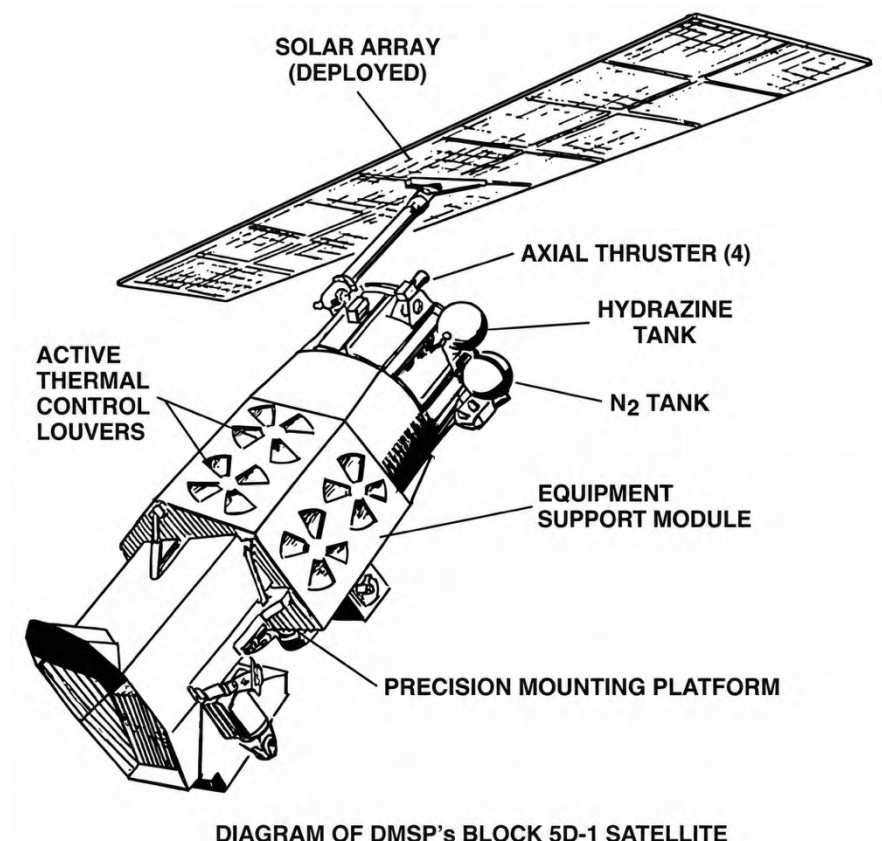


Рисунок 5.6 – Супутник серії DMSP

Морський лід є одним із найчутливіших компонентів глобальної кліматичної системи, що реагує на зміни зовнішніх та внутрішніх факторів. Наукова спільнота приділяє значну увагу Арктичному басейну через стрімке скорочення площі та зменшення товщини льодового покриву. Цей процес розпочався ще в середині минулого століття.

Відомо, що площа морського льоду піддається значним сезонним коливанням: від максимуму в 15 млн км<sup>2</sup> наприкінці зимового сезону (березень) до мінімуму близько 7 млн км<sup>2</sup> на початку вересня. Проте протягом останніх десятиліть площа льоду наприкінці теплого сезону скоротилася ще суттєвіше, а в окремі роки була майже вдвічі меншою за кліматичну норму.

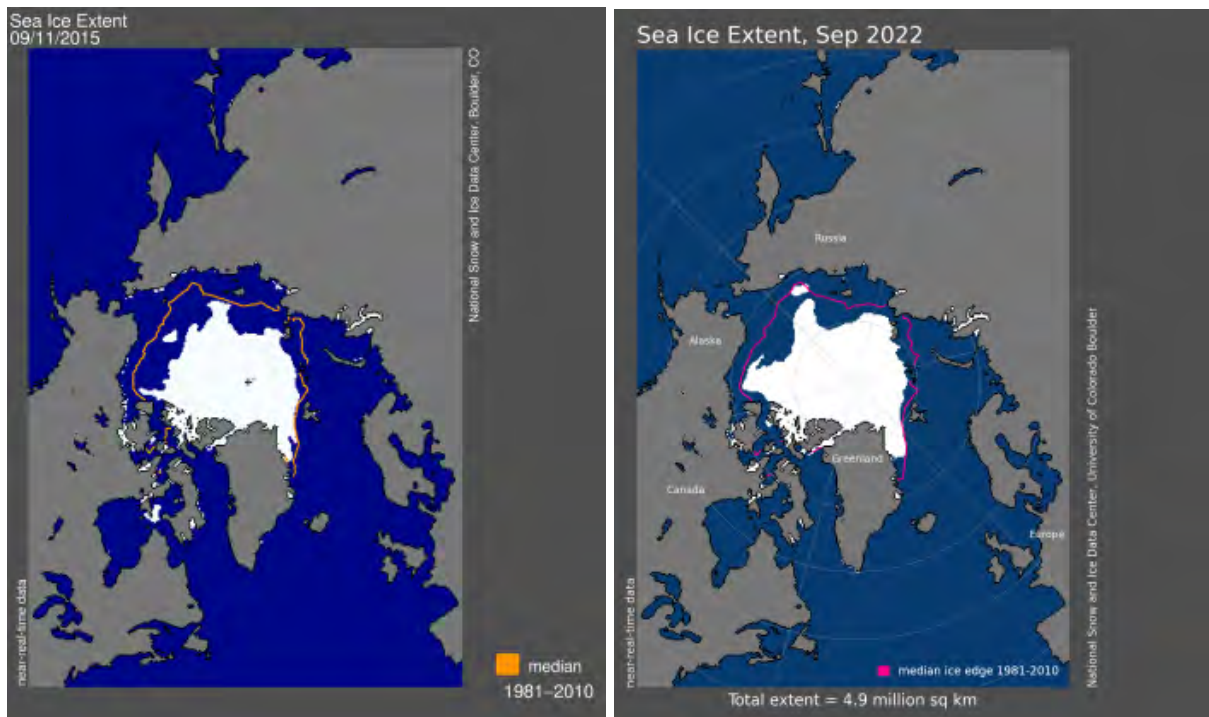
Глобальне потепління останніх 30 років найбільш виразно проявилось у високих широтах (так зване "арктичне підсилення"). Зростання температури повітря тут у 2 рази і більше перевищувало середні глобальні показники, досягаючи відхилень у 2–3 °C від норми. Внаслідок підвищення температури

повітря та води площа льоду в окремих регіонах Північного Льодовитого океану скоротилася критично.

Супутникові дані демонструють прискорення негативного тренду: якщо у період 1979–2001 рр. скорочення становило 7% за десятиліття, то за останні 13 років темпи зросли вдвічі — до 14% за десятиліття. Мінімальні показники фіксуються наприкінці літнього сезону. Динаміку площі льоду у вересні за 2007–2015 та 2022 роки наведено у табл. 5.2. Різницю в льодовому покритті між 2015 та 2022 роками порівняно із середніми значеннями за 1981–2010 рр. візуалізовано на рис. 5.7.

Таблиця 5.2 – Зміна загальної площі морського льоду (sea ice extent) в Арктичному басейні за супутниковими даними з 2007 по 2015 та 2022 р. <http://nsidc.org/arcticseaicenews>

| Роки | Площа, $n = 10^6$ км <sup>2</sup> | Дата у вересні |
|------|-----------------------------------|----------------|
| 2007 | 4,15                              | 18             |
| 2008 | 4,59                              | 20             |
| 2009 | 5,12                              | 13             |
| 2010 | 4,61                              | 21             |
| 2011 | 4,34                              | 11             |
| 2012 | 3,39                              | 16             |
| 2013 | 5,05                              | 13             |
| 2014 | 5,03                              | 17             |
| 2015 | 4,41                              | 11             |
| 2022 | 4,87                              | 18             |



а

б

Рисунок 5.7 - Площа арктичного морського льоду станом на вересень 2015 (а) та вересень 2022 (б) роки. Помаранчева та фіолетова лінії показують середній обсяг покриття за 1981–2010 роки

11 вересня 2015 року площа морського льоду впала до 4,41 мільйона квадратних кілометрів (рис. 5.7(а)), що стало четвертим найнижчим мінімумом у супутникових записах - 2012 (найнижчий), 2007 (другий найнижчий) і 2011 (третій найнижчий). Мінімальний рівень був досягнутий на чотири дні раніше, ніж середня мінімальна дата з 1981 по 2010 рр. 15 вересня. Крім того, дев'ять найнижчих ступенів супутникової ери відбулися за останні дев'ять років.

Середня площа арктичного морського льоду у вересні 2022 року становила 4,87 мільйона квадратних кілометрів, що зрівнялося з 2010 роком і посідає одинадцяте найнижче місце в супутникових записах (рис. 5.7(б)). Площа була на 1,54 мільйона квадратних кілометрів нижче середнього за 1981-2010 роки та на 1,30 мільйона квадратних кілометрів вище рекордного мінімуму, встановленого в 2012 році. Річний мінімум був досягнутий 18 вересня, осіннє замерзання зараз добре розвивається.

Разом із скороченням площі льодів зменшується їх товщина. У різних частинах акваторії Північного Льодовитого океану ці зміни помітно відрізняються, але в середньому зменшення товщини льоду за останні десятиліття склало близько 1,0-1,5 м. Спостереження за супутниковими даними CryoSat-2 з 2010 до 2014 р. показали, що товщина льоду більш чутлива до зміни температури води, ніж передбачалося раніше. Невелике зниження температури у 2013 р. призвело до зростання товщини льоду восени порівняно з відносно стабільним значенням товщини навесні.

Супутникові спостереження дозволили оцінити зміну періоду тривалості танення морського льоду у різних частинах Північного Льодовитого океану. У середньому для басейну тривалість періоду танення збільшується зі швидкістю п'ять днів за 10 років; в окремих частинах Арктики цей показник становить 11 днів за 10 років та більше. Найбільше збільшення періоду танення відзначається море Бофорт. Цей показник значною мірою визначає суми поглиненої сонячної радіації, кількість якої залежить від площі відкритих ділянок води через різницю у величині альbedo (здатність відбивати сонячну радіацію) водної поверхні та льоду. Негативний тренд у значеннях альbedo -9% за 10 років, характерний для останніх десятиліть в Арктиці і спостерігається з травня по вересень, найсильніше виражений у морі Бофорта. Внаслідок цих процесів температура поверхні води в Полярному басейні та прилеглих морях збільшилася останнім часом з 0,5 до 1,5 °C. Додаткова енергія, що виходить при цьому, дозволяє розтоплювати до 1,3 м льоду протягом теплого сезону. Швидкість збільшення температури поверхні води з 2000 по 2012 р. становила 0,58 ° C за 10 років порівняно з величиною 0,38 ° C за 10 років, характерною для 1982-1999 рр. В даний час область найбільшої акумуляції тепла з липня по жовтень охоплює значну частину акваторії навколишніх морів. У цих районах температура води зросла більш ніж на 1 °C, що призвело до зменшення товщини льоду у різних частинах цих морів від 0,97 до 1,3 м. Збільшення температури поверхні води, стійкий негативний тренд альbedo, зростання кумулятивного тепла за рахунок додаткового поглинання сонячної радіації – все це сприяло скороченню площі

багаторічних льодів та збільшенню площі однорічних льодів. Якщо у 1980-х роках багаторічні льоди становили близько 70% загальної площі зимового льоду, то у 2020 р. їхня частка дорівнювала лише приблизно 20%.

Однак особливість 2015 р. – різка зміна товщини льодів. У морі Бофорта в результаті танення однорічного льоду утворилася величезна розводдя (рис. 5.8). У 2015 р. відзначалася і рекордно низька площа морських льодів у зимовий час, причому максимум площі льоду змістився на ранній час і настав на 15 днів раніше порівняно з періодом 1981–2010 років. Зимові коливання площі льодів важливі не менше літніх, оскільки вони служать найкращими індикаторами сучасного глобального потепління.

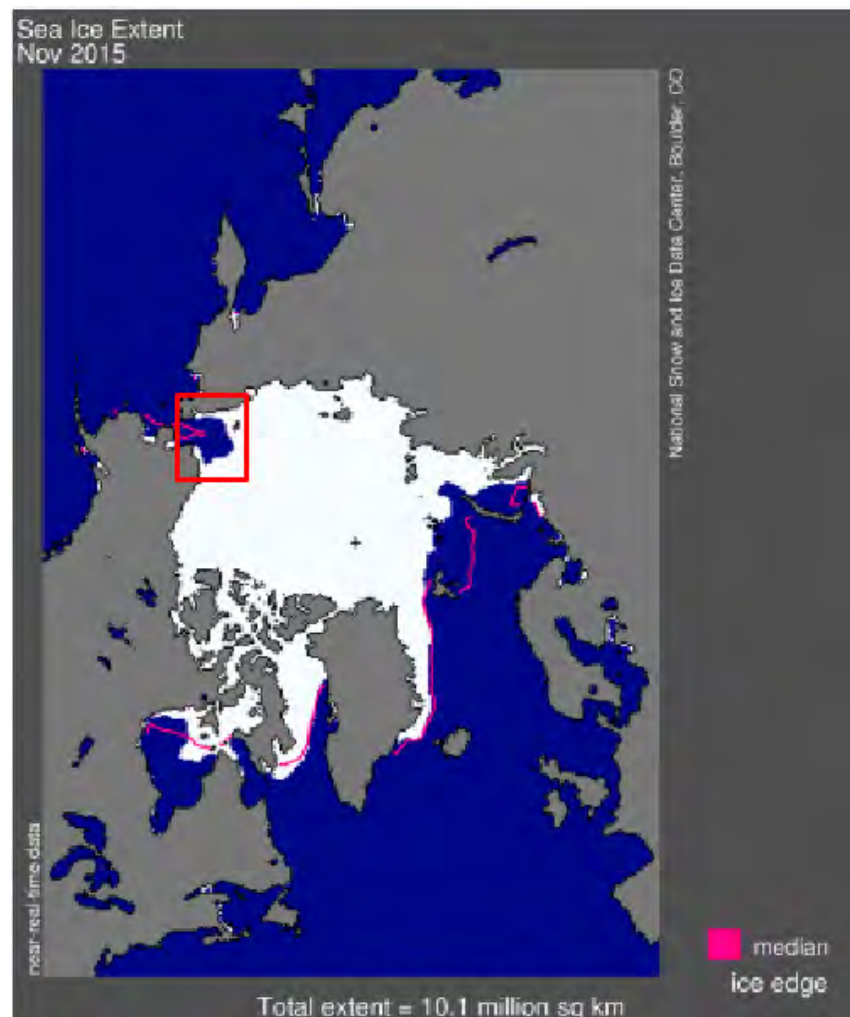


Рисунок 5.8 – Розводдя у морі Бофорта після розтанення однолітнього льоду

Площа льоду зменшувалася швидше, ніж у середньому, з початку місяця до досягнення мінімуму 18 вересня (рис. 5.9). Це призвело до нічиєї поміж десятої найнижчої мінімальної добової екстенції в супутниковому записі. Протяжність була нижчою за середню в усіх секторах Північного Льодовитого океану, за винятком північного узбережжя Канадського Арктичного архіпелагу, де лід майже незмінно притискається до узбережжя вітрами та океанськими течіями. Льод продовжував простягатися на південь у Східно-Сибірському морі, і частина льоду відкололася від основного пакового льоду на кінці цієї частини. Проте відкритий водний прохід зберігся вздовж Північного морського шляху. Північно-Західний прохід почав замерзати, особливо північний шлях через канал Паррі, але більша частина Канадського архіпелагу залишалася практично вільною від льоду до кінця місяця.

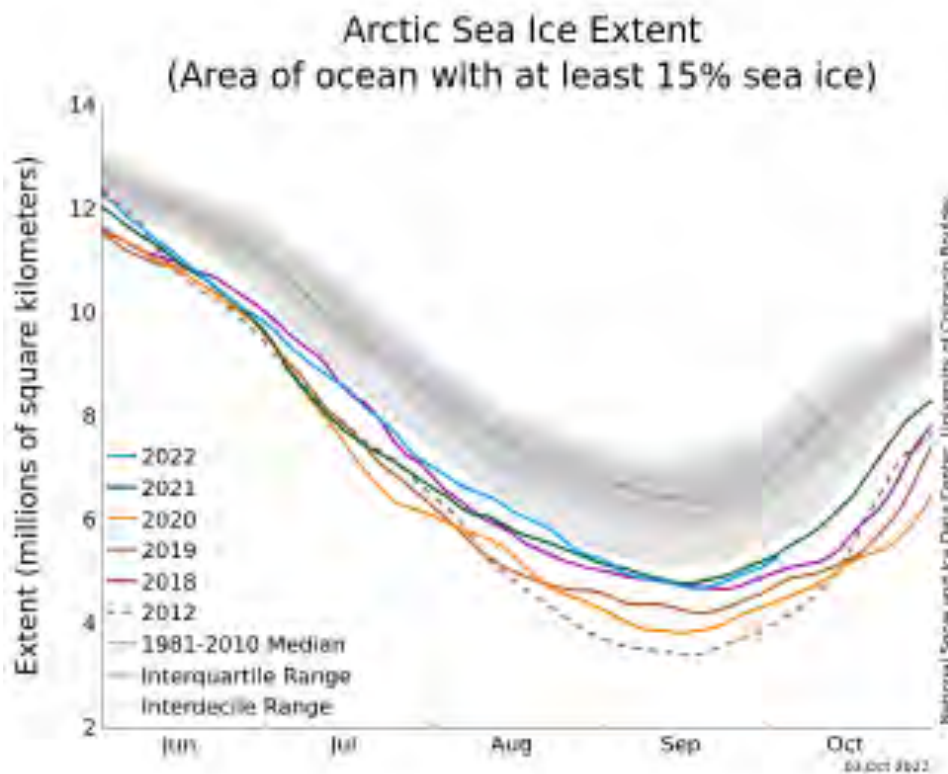


Рисунок 5.9 - На графіку вище показано площу морського льоду в Арктиці станом на 3 жовтня 2022 року разом із щоденними даними про площу льоду за чотири попередні роки та рекордно низький роком.

2022 рік показано синім, 2021 — зеленим, 2020 — помаранчевим, 2019 — коричневим, 2018 — пурпуровим, а 2012 — пунктирно-коричневим. Медіана з 1981 по 2010 роки позначена темно-сірим кольором. Сірі області навколо середньої лінії показують інтерквартильні та інтердецильні діапазони даних.

Температура повітря протягом вересня на рівні 925 мілібар була вищою за середню на північноамериканській стороні Арктики та майже середньою або нижчою за середню на більшій частині євразійської сторони (рис. 5.10(а)). Середній тиск на рівні моря у вересні показав низький тиск, що поширювався через Євразію, Аляску та Канадський Арктичний архіпелаг, з високим тиском над центральною частиною Північного Льодовитого океану, зокрема на північ від Канадського Арктичного архіпелагу (рис. 5.10(б)). Низький тиск над Аляскою відображає проходження надзвичайно сильного шторму в середині місяця, який завдав значної шкоди.

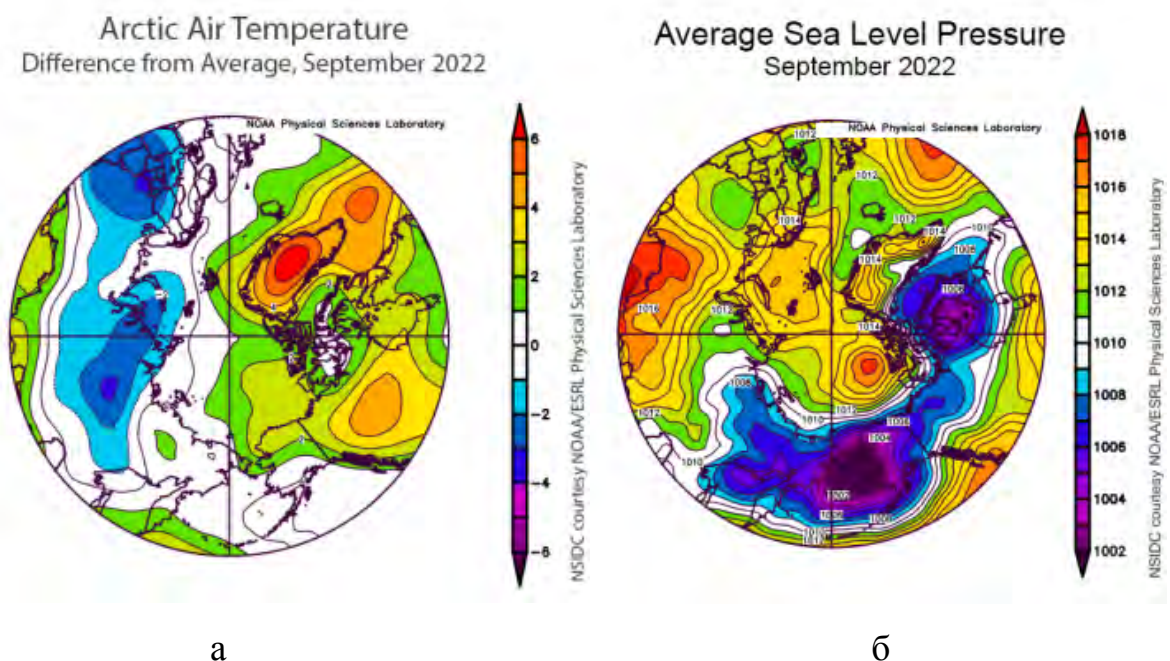


Рисунок 5.10 - Відхилення від середньої температури повітря в Арктиці на рівні 925 гПа, у градусах Цельсія, у вересні 2022 року (а), середній тиск на рівні моря в Арктиці в мілібарах за вересень 2022 року (б)

Лінійний тренд зменшення площі морського льоду у вересні протягом 44-річного супутникового запису (рис. 5.11) становить 79 100 квадратних кілометрів на рік, або 12,3 відсотка на десятиліття відносно середнього значення з 1981 по 2010 рік. Виходячи з лінійного тренду, з 1979 року, втрачено 3,59 мільйона квадратних кілометрів льодового покриття. Це приблизно удвічі більше розміру Аляски.

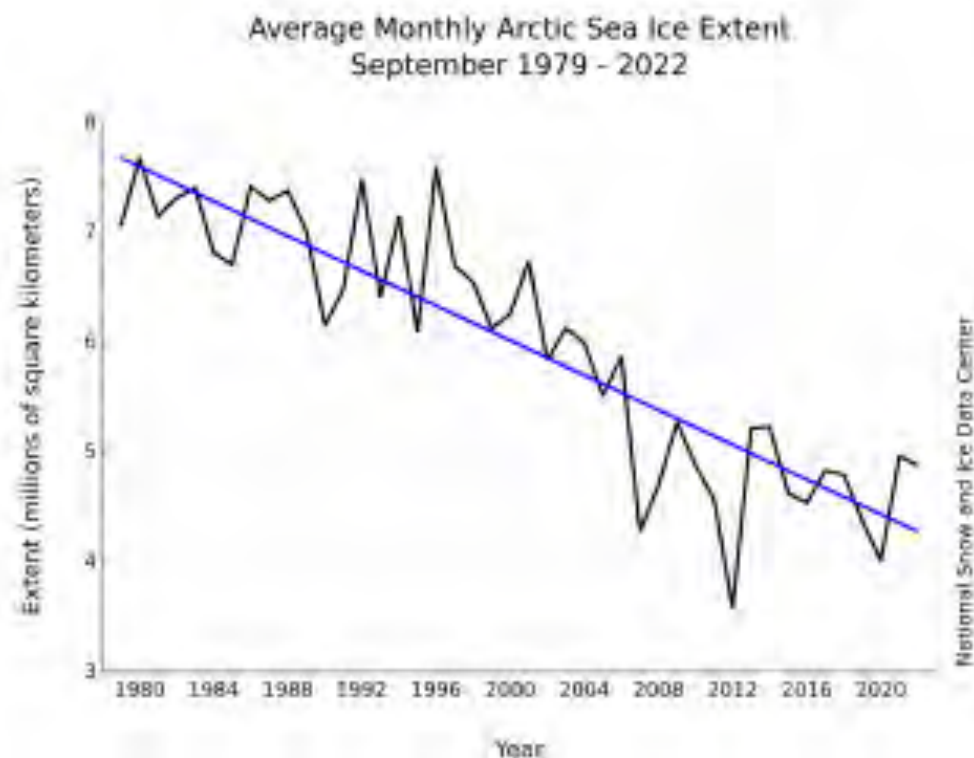


Рисунок 5.11 - Щомісячна вереснева площа льоду з 1979 по 2022 рік показує зниження на 12,3 відсотка за десятиліття

Останніми роками північний шлях через канал Паррі з широкими та глибокими протоками більш прямий, більш придатний для судноплавства, залишався забитим льодом. Частково це пов'язано з надходженням товстого багаторічного льоду в канал від Північного Льодовитого океану на північ.

Цього року північний маршрут в основному відкрився. У той час як оперативний аналіз показав, що в регіоні від 10 до 80 відсотків крижаного покриття, карти високої роздільної здатності показали безперервний шлях через відкриту воду, починаючи з кінця серпня до середини вересня. Загалом площа льоду на північному маршруті досягла четвертого найнижчого значення за 55-річну історію морського льоду в Канаді в Арктиці, проаналізовану Канадською льодовою службою, результати аналізу видно в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Десять найнижчих площ морського льоду на Північному маршруті Північно-Західного проходу з 1967 по 2022 рік

| Місце | Рік  | Площа морського льоду (км <sup>2</sup> ) |
|-------|------|------------------------------------------|
| 1     | 2011 | 7,506                                    |
| 2     | 2015 | 12,695                                   |
| 3     | 2012 | 14,613                                   |
| 4     | 2022 | 18,050                                   |
| 5     | 2010 | 18,583                                   |
| 6     | 2008 | 28,745                                   |
| 7     | 1998 | 33,663                                   |
| 8     | 1999 | 36,608                                   |
| 9     | 2007 | 36,703                                   |
| 10    | 2016 | 44,936                                   |

Отже, після аналізу даних, приведених за 2022 рік, можна сказати, що механізм заміщення багаторічних льодів сезонними вже давно запущено. Це – природний стан переходу від сезонних льодів до наступного етапу – безлідної Арктики. Адже аналіз супутникової інформації свідчить про стійку тенденцію скорочення площі морських льодів за останні 25 років. Ця інформація дає змогу та можливість судновласникам та замовникам все ж таки почати в повному обсязі використовувати Північно Західний прохід задля комерції. Але небезпека

плавання в льодових районах поки що нікуди не зникає, тому потрібно бути дуже уважними під час льодової навігації.

### 5.3. Навігаційні умови та рекомендації щодо плавання у льодах

Безпека є пріоритетним аспектом функціонування будь-якого виду транспорту, проте особливої ваги вона набуває у судноплаванні. Історично відомо про **численні** аварії кораблів у льодах, особливо в морях Північної Європи, Північної Америки та в районах дрейфу айсбергів. В Арктиці часто гинули рибальські та звіробійні судна, на яких мешканці північних країн виходили в море ще з часів вікінгів.

Експлуатація суден у льодових умовах неминуче призводить до пошкоджень корпусу та механізмів. Це явище настільки поширене (як видно з рис. 5.12), що дрібні пошкодження часто класифікують як «льодові випадки» (ice damages), відокремлюючи їх від категорійних аварій. Часто такі пошкодження розглядаються як наслідок дії непереборної сили стихії, що ускладнює визначення відповідальності.

Держави зобов'язані проводити розслідування морських інцидентів згідно з міжнародними нормативно-правовими актами, такими як:

- Міжнародна конвенція по запобіганню забрудненню з суден (MARPOL 73/78);
- Міжнародна конвенція з охорони людського життя на морі (SOLAS 74/78) — варто зазначити, що перша версія цього документа була розроблена саме як реакція на загибель лайнера «Титанік»;
- Міжнародна конвенція про вантажну марку 1966 року;
- Конвенція ООН з морського права 1982 року (UNCLOS);
- Міжнародний кодекс розслідувань морських аварій та інцидентів.

Проте сам факт розслідування не гарантує уникнення подібних ситуацій у майбутньому. Зі зростанням інтенсивності судноплавства у полярних водах зростає і ризик збільшення кількості морських подій.

Характерним прикладом є аварія танкера «Антоніо Грамші» у 1979 році в районі Фінської затоки, внаслідок якої стався розлив нафти (зафіксовано близько 690 м<sup>3</sup>), що завдало значної шкоди довкіллю. Ліквідація наслідків мала свою специфіку: збором забрудненої криги займалося спеціалізоване судно «Професор Горюнов». Воно прийняло на борт дві тисячі кубометрів льоду, який згодом розтоплювали безпосередньо в трюмі за допомогою пари, а отриману водно-нафтову суміш передали на берегові очисні споруди.

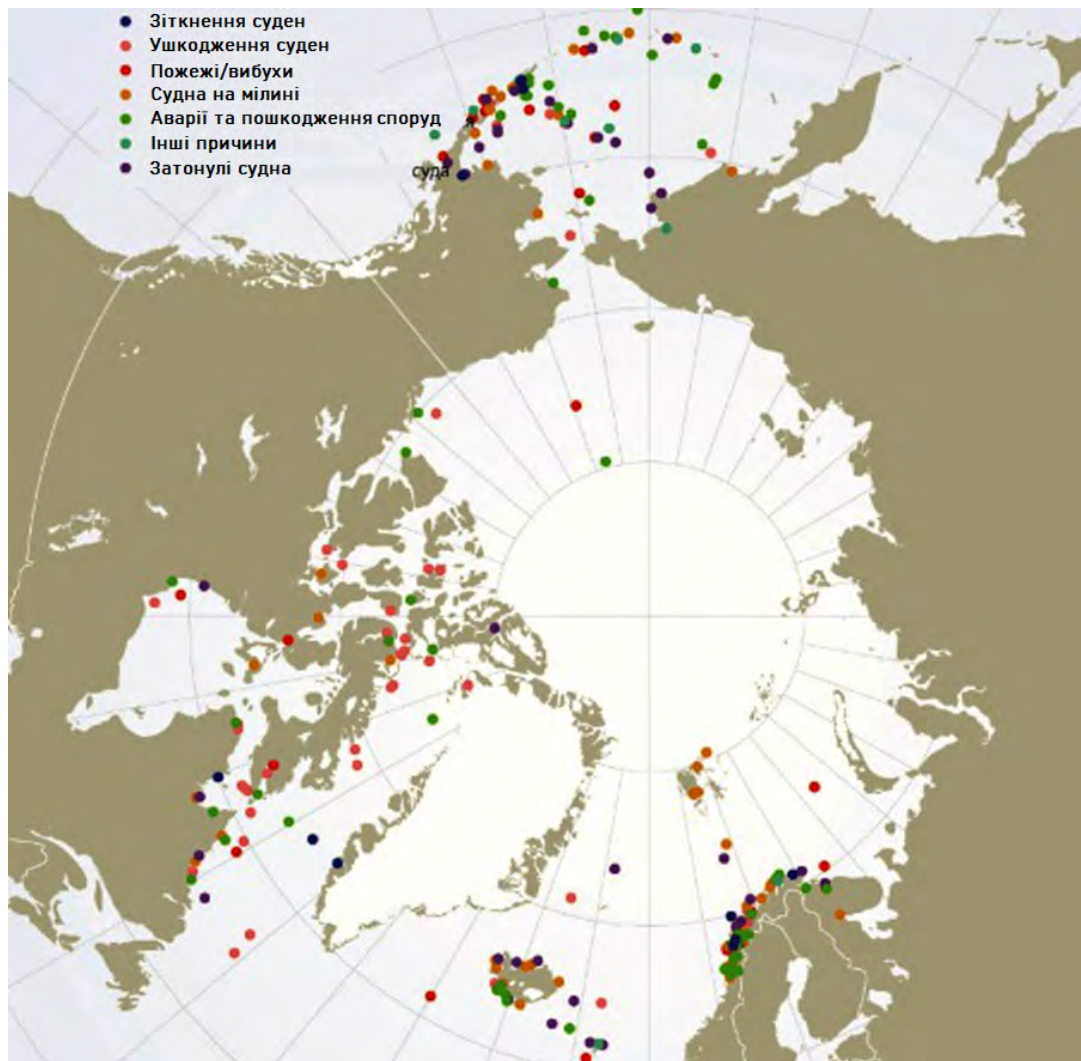


Рисунок 5.12 – Місця аварій та пригод з морськими судами на Півночі у 1995-2004 рр.

Техногенні катастрофи, що виникають під час льодового плавання, здатні порушити екологічну рівновагу довкілля, а їхні наслідки можуть мати довготривалий негативний вплив. Найбільшу загрозу становлять аварійні розливи нафти. Екосистема Арктики є значно вразливішою до забруднень порівняно з регіонами теплого клімату: в умовах низьких температур процеси біодеградації нафти сповільнюються, а період відновлення флори та фауни значно збільшується. Тому глибоке розуміння особливостей навігації в таких умовах є критично важливим для запобігання аваріям, збереження судна, життя екіпажу та захисту навколишнього середовища.

Лід становить серйозну перешкоду для будь-якого судна, включно з криголами. Судноводій повинен усвідомлювати приховану потужність льодового покриву та загрози, які він несе у всіх своїх формах (див. рис. 5.13). Зимові навігації вимагає актуальних теоретичних знань, практичних навичок керування судном та оперативної інформації про льодову обстановку перед початком переходу. Досвід підтверджує, що технічно справне та належним чином оснащене судно під керуванням кваліфікованого екіпажу здатне успішно долати льодові райони. Таке плавання покладає на капітана та екіпаж підвищену відповідальність, оскільки льодові умови залишаються одними з найскладніших для прогнозування.



Рисунок 5.13 – Пошкодження вантажного судна льодового класу Lloyd's 100 A1 Ice Class 1A через зіткнення з льодом

### **Принципи керування судном у льодах**

Першочерговим принципом успішного плавання є збереження свободи маневру. Щойно судно потрапляє у льодовий полон, воно починає дрейфувати разом із льодовим полем. Льодова навігація вимагає терпіння і часто є виснажливою, незалежно від наявності криголамного проведення. Обхідний шлях чистою водою навколо складної льодової зони часто виявляється швидшим та безпечнішим варіантом виходу в порт або відкрите море.

Досвід свідчить, що в зонах із високою згуртованістю льоду застосовуються чотири базові правила маневрування:

1. Підтримувати рух судна: не зупинятися, рухатися хоча б із мінімальною швидкістю.
2. Використовувати динаміку льоду: працювати з дрейфом та розводдями, а не проти них.

3. Уникати надмірної швидкості: висока швидкість у льодах значно підвищує ризик пошкодження корпусу.
4. Чітко знати маневрені характеристики власного судна.

### **Нормативне регулювання**

Основними документами, що регламентують безпеку судноплавства в полярних водах, є Міжнародна конвенція з охорони людського життя на морі (SOLAS-74) та Міжнародний кодекс для суден, що експлуатуються в полярних водах (**Polar Code**). Полярний кодекс, прийнятий ІМО у 2014 році, встановлює комплексні вимоги до конструкції, обладнання та експлуатації суден. Його мета — захист двох полярних регіонів (Арктики та Антарктики) від морських ризиків.

### **Вимоги до конструкції та остійності**

Матеріали корпусу та набір судна повинні забезпечувати цілісність конструкції під час експлуатації у льодових умовах. Судна повинні зберігати достатню остійність з урахуванням обледеніння. Розрахункові норми обледеніння становлять:

- **30 кг/м<sup>2</sup>** — на відкритих палубах та перехідних містках;
- **7,5 кг/м<sup>2</sup>** — на проекції бічної поверхні кожного борту.

Проект судна має передбачати мінімізацію намерзання льоду та наявність засобів для його видалення.

### **Рятувальні засоби**

Метою вимог є забезпечення безпечного залишення судна, евакуації та виживання. Основні положення:

- Рятувальні шлюпки мають бути закритого типу, обладнані прожекторами.
- Рятувальні засоби повинні зберігати працездатність протягом максимального очікуваного часу прибуття допомоги (не менше **5 діб**) в умовах низьких температур і полярної ночі.
- Джерела живлення рятувальних засобів мають бути незалежними від суднової мережі.
- Для всіх осіб на борту має бути передбачений теплозахисний одяг (гідротермокостюми) з розрахунку **110%** від кількості людей.

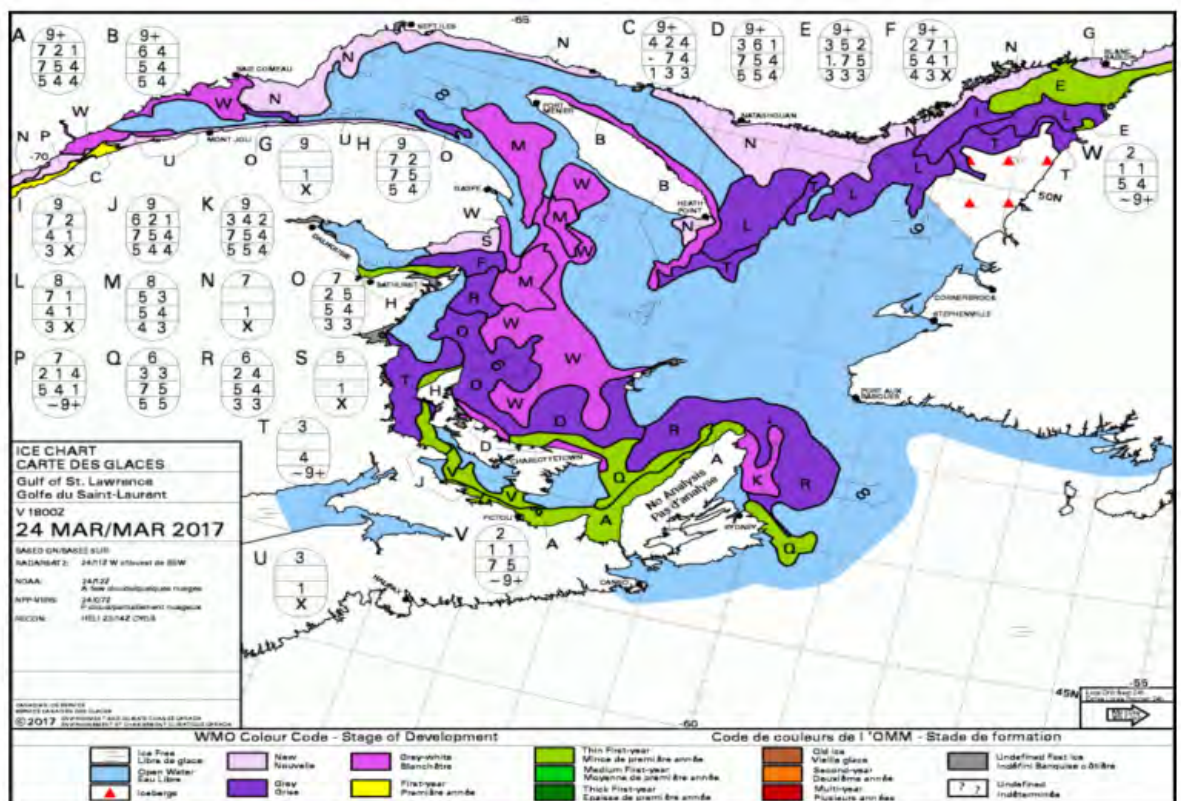
## Вимоги до екіпажу та обладнання

Критично важливим є належне укомплектування екіпажу. Капітани та старші помічники повинні пройти розширену підготовку, а вахтові помічники — базову підготовку для плавання у полярних водах.

Судно повинно бути оснащено спеціальним обладнанням, зокрема:

- двома дистанційно керованими прожекторами (360°);
- червоним проблисковим вогнем (видимість 2 милі) для ідентифікації під час проведення криголамом;
- засобами обігріву ілюмінаторів ходового містка та захисту антен від льоду;
- двома незалежними ехолотами (або одним із двома датчиками).

Окрім технічного забезпечення, вирішальну роль відіграє компетентність судноводія. Штурман повинен вміти аналізувати льодові карти, на яких інформація про згуртованість, вік та форму льоду подається у вигляді стандарту ВМО — «Egg Code» (рис. 5.15). Розуміння цього кодування є обов'язковим для безпечної навігації.



Egg codes produced and added to colour coded or hatched ice charts - Canadian ice service

Рисунок 5.14 – Приклад карти льодової ситуації

# Egg Code

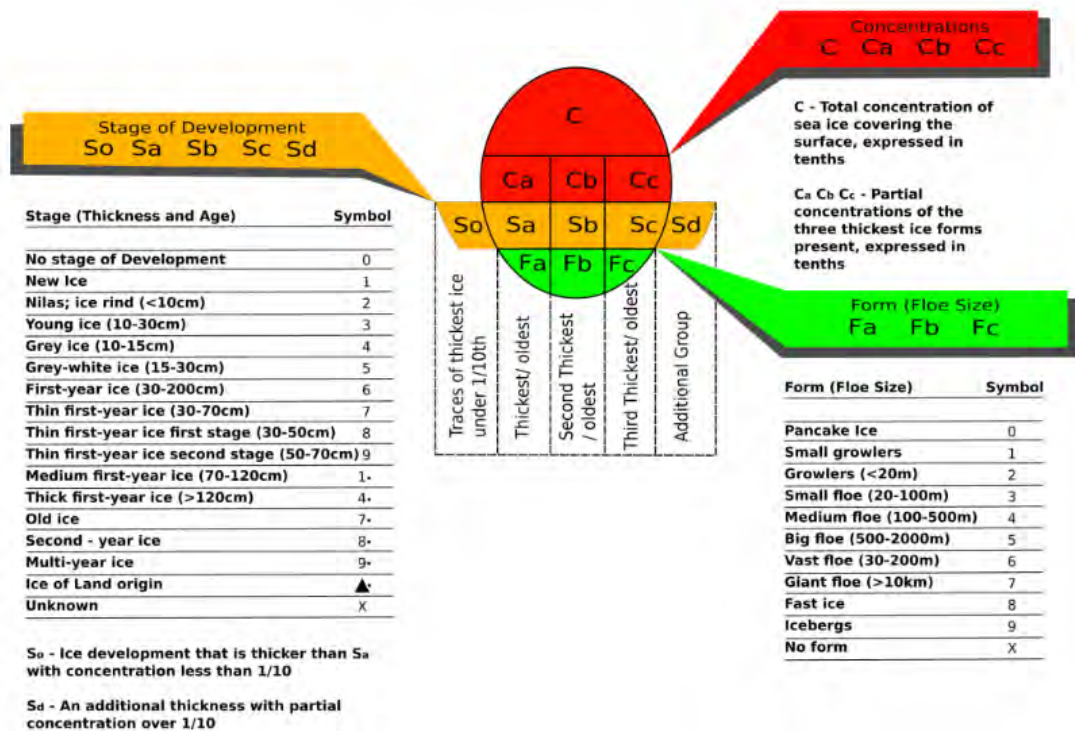


Рисунок 5.15 – Egg Code

Незважаючи на те, що ретельне спостереження дозволяє уникнути зіткнення з великими об'єктами (такими як айсберги), критично важливим залишається своєчасне виявлення небезпек на малій дистанції — зокрема, уламків айсбергів та важкого багаторічного льоду. Льодова навігація на близькій відстані є динамічним процесом, який часто виходить за межі традиційного планування маршруту.

Для моніторингу обстановки використовують дві групи обладнання:

1. **Візуальні засоби:** потужні прожектори та біноклі.
2. **Радіолокаційні засоби:** суднові РЛС Х- та S-діапазонів, а також спеціалізовані льодові радары.

Радар є незамінним інструментом в умовах обмеженої видимості. Проте покладатися виключно на нього небезпечно: стандартні навігаційні РЛС часто не розрізняють типи льоду (наприклад, старий лід від однорічного) та можуть "губити" дрібні цілі серед хвиль. Спеціалізовані ("льодові") радари забезпечують чіткіше зображення льодового покриву, дозволяючи ідентифікувати його структуру. На рис. 5.16 наведено порівняння зображень зі звичайної РЛС та спеціалізованого льодового радара, що використовується на криголамах Канадської берегової охорони.

Оптимальним масштабом для льодової навігації є діапазон **2–3 морські милі**. Слід пам'ятати, що інтенсивність відбиття радіосигналу від льоду (і навіть айсбергів) є значно слабшою, ніж від металевих корпусів суден. Це зумовлено низькою відбивною здатністю льоду та снігового покриву порівняно зі сталлю.

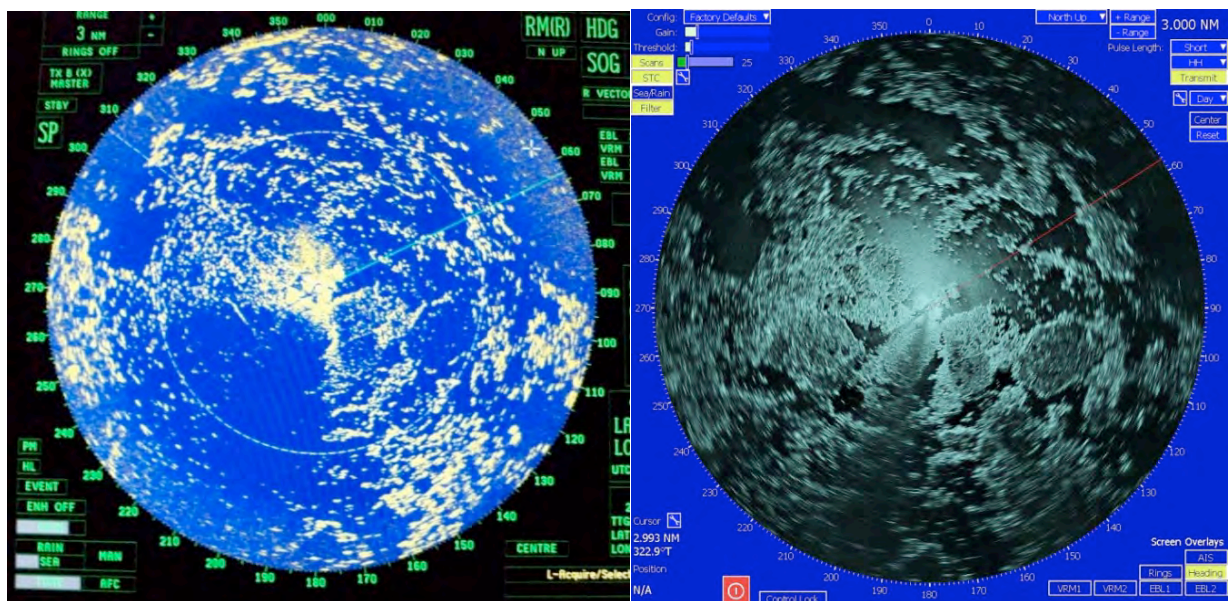


Рисунок 5.16 – Порівняння зображення звичайного (ліворуч) та льодового (праворуч) радарів

Льодова РЛС (або льодовий радар) — це спеціалізована система обробки сигналу, що зазвичай підключається до штатної суднової радіолокаційної станції. Це рішення значно розширює навігаційні можливості судна, дозволяючи

прокладати оптимальні маршрути у складних льодових умовах завдяки покращенню чіткості та деталізації зображення.

Принцип роботи полягає у перетворенні аналогового сигналу від приймача РЛС Х-діапазону за допомогою інтерфейсного модуля на цифровий формат. Отриманий сигнал відображається як високоякісне 12-бітне відеозображення з роздільною здатністю 1024x1024 пікселів. Процесор льодового радару інтегрується з основною системою РЛС і виводить оброблену картинку на окремий дисплей у режимі реального часу. Гібридні системи можуть використовувати сигнал від процесора ЗАРП (ARPA) для одночасного контролю льодової обстановки.

Використовуючи льодову РЛС, судноводій може виявляти **розводдя, ділянки чистої води** та старі канали, прокладені криголами або іншими суднами. Рух такими ділянками дозволяє судну витрачати значно менше енергії, заощаджувати паливо та час. У результаті оператор отримує стабілізоване зображення, на якому помітні найдрібніші деталі структури льоду, виявлені завдяки посиленій обробці ехосигналів.

## ВИСНОВОК

Цей розділ магістерської роботи присвячений аналізу сучасних тенденцій розвитку льодової ситуації, особливостям навігації у високих широтах та обґрунтуванню необхідності підтримання належного рівня професійної компетентності судноводіїв.

У другому підрозділі дослідницької частини на основі супутникових даних проаналізовано динаміку зміни льодового покриття в районі Північно-Західного проходу. Використання таких показників, як дані синхронних безперервних спостережень, температурні відхилення та різниця величин альbedo, дозволило продемонструвати процес заміщення багаторічного льоду сезонним. Отримані результати підтверджують сценарій переходу до «безлідної Арктики» у літній період. Аналіз супутникової інформації свідчить про стійку тенденцію

скорочення площі морського льоду, що зумовлює інтенсифікацію судноплавства на раніше заблокованих маршрутах. Це, у свою чергу, підвищує ризик морських аварій, які можуть призвести до глобальних екологічних наслідків.

З метою запобігання аварійним ситуаціям були розглянуті основні вимоги до конструктивної та технічної забезпеченості суден, що експлуатуються в льодових районах. Зазначено, що судна повинні мати відповідний льодовий клас, який присвоюється класифікаційним товариством. Також розглянуто принцип роботи спеціалізованої льодової РЛС. Визначено такі основні можливості та переваги цього обладнання:

- розпізнавання структури льоду та виявлення небезпечних ділянок;
- побудова оптимального маршруту в умовах щільного льоду;
- ефективна навігація за умов обмеженої видимості;
- деталізація льодової обстановки на відстані до 3 морських миль завдяки спеціальній обробці сигналу.

Підсумовуючи, слід зазначити, що для безпечного плавання недостатньо лише технічної оснащеності судна. Критично важливим фактором залишається людський чинник, тому особлива увага приділяється вимогам до підготовки екіпажу та підтриманню високого рівня професійної компетентності у питаннях льодової навігації.

## РОЗДІЛ 6

### РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙС

#### 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 SHINA V» з порту Бусан (Південна Корея) в порт Ласаро Карденас (Мексика) зведені в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 Початкові дані для розрахунку рейсу

| №<br>п/п | Найменування показників                                                                 | Умовні<br>позначення | Одиниця<br>вимірювання | Значення            |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------|---------------------|
| 1        | 2                                                                                       | 3                    | 4                      | 5                   |
| 1        | Дедвейт т/х «MSC SHINA V»                                                               | $D_w$                | тон                    | 101165,4            |
| 2        | Запаси на початок рейсу                                                                 | $G_p$                | тон                    | 6622,9              |
| 3        | Відстань між портами                                                                    | $L$                  | милі                   | 6383,8              |
| 4        | Кількість навантаженого вантажу:<br>контейнери всього<br>контейнери 20<br>контейнери 40 | $\Sigma Q_{шт}$      | шт                     | 7516<br>6661<br>855 |
| 5        | Фрахтова ставка за 1 шт вантажу                                                         | $f_1$<br>$f_2$       | \$/шт<br>\$/шт         | 280<br>400          |
| 6        | Норми навантаження вантажу                                                              | $M_{ван}$            | шт/ доб.               | 2000                |

Продовження табл.6.1

|    |                                   |             |            |          |
|----|-----------------------------------|-------------|------------|----------|
| 7  | Норми вивантаження вантажу        | $M_{вив}$   | шт/ доб.   | 2300     |
| 8  | Експлуатаційна швидкість          | $v$         | екс. вузли | 21,0     |
| 9  | Швидкість в каналах, вузостях     | $v$         | кан. вуз.  | 10       |
| 10 | Добова витрата палива на ходу:    |             |            |          |
|    | важке                             | $q^6_x$     | тон/доб    | 75,0     |
|    | легке                             | $q^l_x$     |            | 4,0      |
|    | Добова витрата палива на стоянці: | $q^l_{ст}$  | тон/доб    | 12,0     |
| 11 | Ціна 1 тони палива: важке         | $Ц_в$       | \$/т       | 550      |
|    | легке                             | $Ц_л$       | \$/т       | 700      |
| 12 | Балансова вартість судна          | $C_{бал}$   | \$         | 25291350 |
| 13 | Річна норма амортизації           | $H_a$       | %          | 10       |
| 14 | Позаексплуатаційний час           | $T_{зе}$    | діб.       | 15       |
| 15 | Чисельність екіпажу               | $Ч_{ек}$    | чол.       | 24       |
| 16 | Час затримки в дорозі             | $t_{зат}$   | доб.       | 0,2      |
| 17 | Додатковий час в портах стоянки   | $t_{дод}$   | доб.       | 0,15     |
| 18 | Заробітна платня                  | $R_{зп}$    | \$/доб     | 2800     |
| 19 | Витрати на технічне постачання    | $R_{т.пос}$ | \$/доб     | 300      |
| 20 | Навігаційні витрати               | $R_{нав}$   | \$/доб     | 250      |
| 21 | Портові збори                     | $R_{порт}$  | \$         | 85670    |
| 22 | Агентування суден                 | $R_{аг}$    | \$/доб     | 200      |
| 23 | Витрати на страхування судна      | $R_{стр}$   | \$/доб     | 250      |
| 24 | Витрати на ремонт                 | $C_{рем}$   | \$/мр.п.   | 1800000  |
| 25 | Вартість одного доковання         | $C_{док}$   | \$         | 100000   |

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

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

$$D_q = D_w - G_{zan}, \quad (6.1)$$

$$D_q = 101165,4 - 6622,9 = 94542,5 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

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

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

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

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

$$t_x = 6383,8 / (21,0 \times 24) = 12,9 \text{ діб}$$

- стоянковий час:

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

$$t_{cm} = 7516 / 2000 + 7516 / 2300 = 7,2 \text{ діб.}$$

- час рейсу складе:

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

$$t_p = 12,9 + 7,2 = 20,1 \text{ діб}$$

4. Розрахуємо провізну спроможність судна:

- зроблено шт-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 7516 \times 6383,8 = 47980641 \text{ шт-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_{\text{ч}}L = 94542,5 \times 6383,8 = 603540412 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

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

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = 6661 \times 280 + 855 \times 400 = 2207080 \text{ \$/рейс}$$

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

Постійні експлуатаційні витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

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

- витрати на заробітну плату ( $R_{\text{зн}}$ ) 2800 \$/добу;

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

$$R_{\text{хар}} = \text{Чек} \cdot n_{\text{хар}} \quad (6.8)$$

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

$$R_{\text{хар}} = 24 \times 12 = 288 \text{ \$/добу};$$

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

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

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

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

$$R_{рем} = ((100000 + 1800000) / 5) / 350 = 1086 \text{ \$/добу}$$

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

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

$$R_{ам} = (25291350 \times 0,1) / 350 = 7226 \text{ \$/добу};$$

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

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

де  $H_{сн}$  - норма постачання;

$$R_{сн} = (25291350 \times 0,02) / 350 = 1445 \text{ \$/добу};$$

- витрати на технічне постачання ( $R_{т.пос.}$ ) 300 \\$/добу;

- навігаційні витрати, \\$/добу ( $R_{нав}$ ) 250 \\$/добу;

- портові збори ( $R_{порт}$ ) 85670 \\$/рейс;

- витрати з агентування ( $R_{аг}$ ) 200 \\$/добу;

- витрати на страхування ( $R_{стр}$ ) 250 \\$/добу.

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

$$R_{екс} = 2800 + 288 + 1086 + 7226 + 1445 + 300 + 250 + 85670 / 20,1 + \\ + 200 + 250 = 18107 \text{ \$/ добу}$$

7. Розрахуємо непрямі (адміністративно-управлінські)

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

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

$$R_{кос.} = 18107 \times 0,02 = 362 \text{ \$/добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{заг} = 18107 + 362 = 18469 \text{ \$/добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{заг.екс} = 18469 \times 20,1 = 371227 \text{ \$/рейс}$$

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

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

$$R^e_x = k_{см} \cdot q_x \cdot Ц_e \quad (6.15)$$

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

$$R^e_x = 1,1 \times 75,0 \times 550 = 45375 \text{ \$/ добу}$$

$$R^l_{см} = 1,1 \times 4,0 \times 700 = 3080 \text{ \$/ добу}$$

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

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

$$R^l_{см} = 1,1 \times 12,0 \times 550 = 7260 \text{ \$/ добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

$$\Sigma R_{nep} = (R_x^m + R_x^n) \cdot t_x + (R_{cm}^m \cdot t_{cm}) \quad (6.17)$$

$$\Sigma R_{nep} = (45375 + 3080) \times 12,9 + 7260 \times 7,2 = 677342 \text{ \$/рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{рейс} = 371227 + 677342 = 1048569 \text{ \$/рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

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

$$\Sigma \Pi_{рейс} = 2207080 - 1048569 = 1158511 \text{ \$/рейс}$$

Прибуток судна т/х «MSC SHINA V» з порту Бусан (Південна Корея), в порт Ласаро Карденас (Мексика) з вантажем контейнери за рейс склав 1158511 \$/рейс.

## 6.2 Розрахунок якісних показників судна в рейсі

Якісні показники роботи судна в рейсі розраховуємо за методикою:

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

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

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

2. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

$$V_{cp.} = \frac{L}{t_x}, \quad (6.21)$$

$$V_{cp} = 6383,8 / 12,9 = 495$$

3. Коефіцієнт ходового часу:

$$\varepsilon_x = \frac{t_x}{t_p}; \quad (6.22)$$

$$\varepsilon_x = 12,9 / 20,1 = 0,642$$

4. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

$$\mu_6 = \alpha_3 \cdot V_{cp} \cdot \varepsilon_x, \quad (6.23)$$

$$\mu_6 = 0,986 \times 495 \times 0,642 = 313,34094$$

5. Валова прибутковість одних судно-днів:

$$\mu = \Sigma F_{рейс} / t_p, \quad (6.24)$$

$$\mu = 2207080 / 12,9 = 171091 \text{ \$}/\text{доба}$$

6. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

$$S_{um} = \Sigma R_{рейс} / \Sigma Q, \quad (6.25)$$

$$S_{um} = 1048569 / 7516 = 139,51 \text{ \$}/\text{шт}$$

7. Собівартість 1 тонно-милі в рейсі:

$$S_{um-m} = \Sigma R_{рейс} / \Sigma Ql, \quad (6.26)$$

$$S_{um-m} = 1048569 / 47980641 = 0,0218540 \text{ \$}/\text{шт-м}$$

8. Собівартість утримання судна в добу експлуатації:

$$S_{с-д} = \Sigma R_{рейс} / t_p \quad (6.27)$$

$$S_{с-д} = 1048569 / 20,1 = 52168 \text{ \$ / доба.екс}$$

10. Рівень дохідності являє відношення доходів до витрат:

$$PF = \Sigma F_{рейс} / \Sigma R_{рейс} \quad (6.28)$$

$$PF = 2207080 / 1048569 = 2,10$$

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

### 6.3 Прогнозування роботи судна, 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:

$$Ч_p = T_{екс} / t_p \quad (6.29)$$

$$Ч_p = 350 / 20,1 = 17,41$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma Q_{екс} = 7516 \times 17,41 = 130854 \text{ шт / рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

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

$$\Sigma Ql_{екс} = 47980641 \times 17,41 = 835342960 \text{ шт-миль / рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

$$\Sigma F_{екс} = \Sigma F_{рейс} \cdot \mathcal{U}_p \quad (6.32)$$

$$\Sigma F_{екс} = 2207080 \times 17,41 = 38425263 \text{ \$ / рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma R_{екс} = R_{рейс} \cdot \mathcal{U}_p \quad (6.33)$$

$$\Sigma R_{екс} = 1048569 \times 17,41 = 18255586 \text{ \$ / рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma \Pi = \Pi_p \cdot \mathcal{U}_p \quad (6.34)$$

$$\Sigma \Pi = 1158511 \times 17,41 = 20169677 \text{ \$ / рік}$$

7. Рівень дохідності роботи судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma PF = \Sigma F_{екс} / \Sigma R_{екс} \quad (6.35)$$

$$PF = 38425263 / 18255586 = 2,10$$

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

Таблиця 6.2. Кількісні і якісні показники виконаного рейсу

| №<br>п/п | Найменування показників                           | Умовні<br>позначення | Одиниця<br>вимірювання | Значення  |
|----------|---------------------------------------------------|----------------------|------------------------|-----------|
| 1        | 2                                                 | 3                    | 4                      | 5         |
| 1        | Валовий дохід                                     | $F$                  | \$                     | 2207080   |
| 2        | Затрати загальні                                  | $R$                  | \$                     | 1048569   |
| 3        | Прибуток                                          | $\Pi$                | \$                     | 1158511   |
| 4        | Коефіцієнт ходового часу                          | $\varepsilon_x$      |                        | 0,642     |
| 5        | Середньодобова експлуатаційна швидкість           | $V_{cp}$             | милі/доб               | 495       |
| 6        | Дохідність судна                                  | $\mu$                | \$/ доб                | 171091    |
| 7        | Рівень дохідності                                 | $PF$                 |                        | 2,10      |
| 8        | Собівартість перевезення 1 шт вантажу             | $S_{шт}$             | \$/шт                  | 139,51    |
| 9        | Собівартість 1 шт-милі                            | $S_{шт-м}$           | \$/шт-м                | 0,0218540 |
| 10       | Собівартість утримання судна за добу експлуатації | $S_{с-д}$            | \$/доб.                | 52168     |

В результаті проведених розрахунків, наведених у таблиці 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень дохідності 2,10, прибуток 1158511 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 20169677 \$. Судно «MSC SHINA V» доцільно використовувати на даній лінії.

## **РОЗДІЛ 7**

### **ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ**

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

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

Пасажи́рське судно «OCEAN MAJESTY» очікує дозволу на вхід в порт Чітагонг (Бангладеш). Було отримано повідомлення про захоплення невідомими особами судна-контейнеровоза, який стоїть на якорі в районі зовнішнього рейду. На судні-контейнеровозі стався вибух, в наслідок якого пошкоджено багатoeлементний газовий контейнер (БЕГК). З аварійної БЕГК на палубу контейнеровоза вилилося 10 т сірчистого ангідриду, що є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). Характер розливу - «вільно».

Метеорологічні умови на момент виникнення надзвичайної ситуації: час 15:00, температура повітря 30°, Швидкість вітру 5 м/с, вітер зустрічний, суцільна хмарність. Відстань до аварійного судна-контейнеровоза - 1 км. Місцевість відкрита, характер – водна поверхність.

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

Визначити стандартні робочі процедури по прийняттю відповідних заходів у разі захоплення заручників.

### 7.1.2. Оцінка масштабів хімічного зараження території

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

#### 1) Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря

За заданими метеорологічними умовами (час доби – день, швидкість вітру 5 м/с, суцільна хмарність) за допомогою табл. 7.1 визначаємо: на момент виникнення надзвичайної ситуації ступінь вертикальної стійкості повітря.

Таблиця 7.1 – Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

| Швидкість<br>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 |
| 2,1-4,1                 | 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.

$$Q_{\text{эл}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^I \cdot Q_0 = 0,11 \cdot 0,333 \cdot 0,23 \cdot 1,3 \cdot 10 = 0,1 \text{ т, (7.1)}$$

де  $K_1 = 0,11$  – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (табл. 7.2);  $K_3 = 0,333$  – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози сірчистого ангідриду;  $K_5 = 0,23$  – коефіцієнт, що враховує ступінь вертикальної стійкості повітря;  $K_7^I = 1,3$  – коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря на швидкість утворення первинної хмари;  $Q_0 = 10$  т – кількість розлитого сірчистого ангідриду.

Таблиця 7.2 – Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

| Найме-<br>нування<br>СДОР | Щільність СДОР,<br>т/м³   |        | Температура<br>кіпіння | Порогова<br>токсодоза,<br>мг • хв / л | Значення допоміжних коефіцієнтів |       |       |                                       |                   |                 |               |                 |
|---------------------------|---------------------------|--------|------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|-------|-------|---------------------------------------|-------------------|-----------------|---------------|-----------------|
|                           | Ізометричне<br>зберігання |        |                        |                                       | K1                               | K2    | K3    | K7 для<br>температури<br>повітря (°C) |                   |                 |               |                 |
|                           | Газ                       | Рідина |                        |                                       |                                  |       |       | -40                                   | -20               | 0               | 20            | 30              |
|                           |                           |        |                        |                                       |                                  |       |       |                                       |                   |                 |               |                 |
| Сірчистий<br>ангідрид     | 0,0029                    | 1,462  | -10                    | 1,8                                   | 0,11                             | 0,049 | 0,333 | <u>0</u><br>0,2                       | <u>0,3</u><br>0,5 | <u>0,3</u><br>1 | <u>1</u><br>1 | <u>1,3</u><br>1 |

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

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

Площа розливу  $S_p$  (м<sup>2</sup>) сірчистого ангідриду дорівнює:

$$S_p = \frac{V_p}{h} = \frac{Q_0/\rho}{h} = \frac{10/1,462}{0,05} = 136,8 \text{ м}^2 \quad (7.2)$$

де  $V_p$  – об'єм хлористого водню, що розлився, м<sup>3</sup>;  $Q_0 = 10$  т – кількість аміаку, що розлився при аварії;  $\rho = 1,462$  т/м<sup>3</sup> – щільність сірчатого ангідриду (табл. 7.2);  $h = 0,05$  м – товщина шару аміаку для характеру розливу – «вільно».

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

Розраховуємо тривалість вражаючої дії Т (год.) сірчистого ангідриду:

$$T = \frac{h \cdot \rho}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{\text{II}}} + \frac{1}{K_M \cdot V_{\text{п}}} = \frac{0,05 \cdot 1,462}{0,049 \cdot 2,34 \cdot 1} + \frac{1}{1 \cdot 29} = 0,67 \text{ год.} = 40 \text{ хв.} \quad (7.3)$$

де:  $K_2 = 0,049$  – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей сірчистого ангідриду, що наведено в таблиці 7.2;  $K_4 = 2$  – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру, що наведено в таблиці 7.3;  $K_7^{\text{II}} = 1$  – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення вторинної хмари, що наведено в таблиці 7.2;  $K_M = 1$  – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари сірчистого ангідриду, що наведено в табл. 7.4;  $V_{\text{п}} = 29$  км/год – швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря, що наведено в табл. 7.5.

Таблиця 7.3 - Значення коефіцієнту  $K_4$  залежно від швидкості вітру

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

Таблиця 7.4 - Значення коефіцієнту  $K_m$  залежно від впливу характеру місцевості

| Рельєф місцевості,<br>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  $V_n$  переднього фронту хмари зараженого повітря залежно від швидкості вітру

| Ступень вертикальної<br>стійкості повітря | Швидкість вітру (u), м/с |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------------------------------------|--------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                                           | $1 \leq$                 | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
| Ізотермія                                 | 6                        | 12 | 18 | 24 | 29 | 35 | 41 | 47 | 53 | 59 |

Розраховуємо еквівалентну кількість сірковуглецю  $Q_{e2}$  (т) у вторинній хмарі:

$$Q_{e2} = (1-K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{\Pi} \cdot \frac{Q_0}{h \cdot \rho} =$$

$$= (1-0,11) \cdot 0,049 \cdot 0,333 \cdot 1 \cdot 2,34 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot \frac{10}{0,05 \cdot 1,462} = 1,07 \text{ т, (7.4)}$$

Де  $K_6 = 1$  – коефіцієнт, що залежить від часу  $N$ , що пройшов з моменту початку аварії; за умовами завдання  $N = 1$  год (при  $T < 1$  ч  $K_6$  приймається для 1 год).

#### 4) Визначення глибини і площі зони зараження

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

Таблиця 7.6 - Глибина (км) зони зараження

| Швидкість<br>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  |

Для  $Q_{e1} = 0,1$  т та швидкості вітру  $u = 5$  м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою сірковуглецю:  $\Gamma_2 = 0,53$  км.

Для  $Q_{e2} = 1,07$  т та швидкості вітру  $u = 5$  м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою сірковуглецю:  $\Gamma_2 = 1,68$  км.

Визначаємо повну глибину зони зараження  $\Gamma_{\Sigma}$  (км), що обумовлена дією первинної і вторинної хмари СДОР:

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 1,68 + 0,5 \cdot 0,53 = 1,945 \text{ км}, \quad (7.5)$$

де  $\Gamma'$  – найбільший,  $\Gamma''$  – найменший з розмірів  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ .

Визначаємо гранично можливе значення глибини перенесення повітряних мас  $\Gamma_{\Pi}$  (км):

$$\Gamma_{\Pi} = N \cdot V_{\Pi} = 1 \cdot 29 = 29 \text{ км}. \quad (7.6)$$

За остаточну розрахункову глибину зони зараження  $\Gamma$  (км) приймаємо менше з двох порівнюваних між собою значень  $\Gamma_{\Sigma}$  и  $\Gamma_{\Pi}$ :

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{matrix} \right\} = 1,945 \text{ км}. \quad (7.7)$$

Визначаємо площу зони можливого зараження  $S_v$  (км<sup>2</sup>) хмарою аміаку:

$$S_B = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^\circ = 3,14 \cdot 1,945^2 \cdot 45^\circ / 360^\circ = 1,48 \text{ км}^2, \quad (7.8)$$

де  $\Gamma = 1,945$  км – розрахункова глибина зони зараження;  $\varphi = 45^\circ$  – кутовий розмір зони зараження, що наведено в 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 | $> 2$ |
| $\varphi$ , град        | 360        | 180     | 90      | 45    |

Визначаємо площу зони фактичного зараження  $S_\phi$  (км<sup>2</sup>):

$$S_\phi = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 1,945^2 \cdot 1^{0,2} = 0,26 \text{ км}^2, \quad (7.9)$$

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  $\varphi = 45^\circ$ , згідно з табл. 7.7 і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження  $\Gamma = 1,94$  км. Центр сектора співпадає з джерелом зараження – місцем розливу сірчистого ангідриду. 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  $\Gamma$  (км):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left( \frac{Q_3}{D_1} \right)^\Psi = 1,34 \cdot 1 \cdot \left( \frac{1,17}{6} \right)^{0,542} = 0,555 \text{ км}, \quad (7.10)$$

де  $\lambda = 1,34$ ;  $\Psi = 0,542$  – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру, наведено у табл. 7.8;  $Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0,1 + 1,07 = 1,17$  т. – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару;  $D = 6$  мг.хв/л – летальна токсодоза для хлору.

Таблиця 7.8 - Коефіцієнти  $\lambda$  і  $\psi$ , що залежать від швидкості вітру

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

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

$$\Gamma_{0,4l} = \lambda \cdot K_M \cdot \left( \frac{Q_3}{D_{0,4l}} \right)^\Psi = 1,34 \cdot 1 \cdot \left( \frac{1,17}{2,4} \right)^{0,542} = 0,91 \text{ км}. \quad (7.11)$$

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

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

$$\Gamma_{0,2l} = \lambda \cdot K_M \cdot \left( \frac{Q_3}{D_{0,2l}} \right)^\Psi = 3,73 \cdot 0,2 \cdot \left( \frac{0,74}{1,2} \right)^{0,606} = 1,33 \text{ км}, \quad (7.12)$$

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

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження  $\Gamma = 1,94$  км.

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

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

$$t = \frac{x}{K_M \cdot V_{\Pi}} = \frac{1}{1.29} = 0,034 \text{ год.} \approx 2 \text{ хв.} \quad (7.13)$$

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

### **7.1.3. Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат**

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження території в результаті аварійного розливу сірчистого ангідриду в районі зовнішнього рейду порта Чітагонг (Бангладеш) показала, що хмара зараженого повітря досягає межі житлової надбудови судна, де укритися екіпаж, через 2 хв. В результаті утворення зони хімічного зараженого приміщення надбудови судна, де знаходиться екіпаж судна, потрапляють в зону важких уражень, що у свою чергу є серйозною загрозою для життя моряків.

При досить швидкому підході зараженого повітря до житлової надбудови дія вражаючих концентрацій хмари може тривати майже 40 хвилин. Потужна сила вітру (5 м/с) забезпечує збереження вражаючих концентрацій на глибині до 1,94 км.

Для зменшення людських втрат пропонується виконати наступні заходи:

- якнайскоріше прибрати усіх людей з палуби всередину надбудови судна;
- по можливості максимально герметизувати усі приміщення в надбудові судна, в яких укритися екіпаж;

- використати наявні на судні дихальні апарати, при цьому забезпечити контроль часу знаходження людей в апаратах (захисна дія дихальних апаратів обмежена часом у 30 хв.);
- по можливості розгорнути судно за вітром, щоб хмара зараженого повітря рухалася в бік від надбудови судна;

## **7.2. Заходи у разі захоплення заручників**

В останні роки почастишали випадки захоплення торгових суден морськими піратами з метою отримання вигоди. Експерти спостерігають позитивну статистику в кількості взятих в полон членів екіпажів, але, не дивлячись на те, що в полоні у піратів знаходиться менше моряків, ніж це було раніше.

У разі захоплення потрібно діяти відповідно до Ship Contingency Plan. Сповістити компанію, подати Distress сигнал та активувати спеціальну кнопку тривожності SSAS. Далі потрібно оголосити загальну тривогу і, відповідно за аварійним планом судна, подати оголошення «Піратська атака» Всі члени екіпажу, за винятком тих, які повинні бути присутніми на містку, або в машинному відділенні, повинна зібратися в безпечної точці збору або цитаделі, якщо така побудована, щоб мати максимальну можливу захист від вогню.

До того, як пірати потраплять на капітанський місток, повідомте про напад в компанію або в морський центр безпеки. Якщо є час, повідомити подробиці непередбаченого контакту і точне місце вашого розташування Maritime Security Centre Horn of Africa (MSCHOA) або в International Maritime Bureau.

В ніякому разі не чинити опір, інакше (це може привести до насильства і фізичного збитку для членів екіпажу). Залишайтеся спокійними і повністю співпрацюйте з піратами.

## ВИСНОВКИ

При виконанні магістерської роботи зроблений опис характеристик судна MSC SHINA V. Проаналізований перехід за маршрутом Бусан (Busan)- Ласаро Карденас (Lázaro Cárdenas) з навігаційної точки зору. Визначена гідрометеорологічна обстановка на переході — розшифровані "рози вітрів", визначений атмосферний тиск і кліматичний режим для різних ділянок переходу.

Оброблений та розміщений вантаж, а також виконана оцінка морехідних якостей судна. Проаналізовані критерії ІМО щодо остійності в непошкодженому стані та зроблена оцінка місцевої і загальної міцності корпусу судна. Отримані результати аналізу етапів запланованого рейсу задовольняють критерії безпеки судноплавства та відповідають діючій міжнародній нормативно-правовій базі, що регламентує перевезення вантажів морськими шляхами.

У дослідницькому розділі розглянуто аналіз особливостей навігації у льодових умовах району Північно-Західного проходу. У наступних розділах розраховані економічні показники роботи судна в рейсі за основним маршрутом. Виконані завдання щодо охоронних заходів і цивільного захисту на судні.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки для виконання магістерської роботи / [Ворохобін І. І., Ніколаєва Л. Л., Астайкін Д. В., Бурмака І. О., Голіков А. О., Давидов І. П., Кучер Ю. П., Медведєва Ю. С., Петриченко Є. А., Сотніченко Л. Л.]; під редакцією І. І. Ворохобіна — Одеса: НУ “ОМА”, 2023. — 100 с.
2. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 г. — Одесса: Студия “Негоциант”, 2002. — 375 с.
3. Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти вахти 1978 року (консолідований текст з манільськими поправками). — К: ВПК “Експрес-Поліграф”, 2012. — 568 с.
4. Резолюція А.893(21) Руководство по планированию рейсу 1999 року [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. — Електронні дані. — Лондон: Міжнародна морська організація, 1999. — Режим доступу: [www.imo.org](http://www.imo.org) (дата звернення 26.11.2019) — Назва з екрана.
5. Рекомендации по организации штурманской службы на морских судах Украины (РШСУ-98) 1998 года. — Одеса: ЮжНИИМФ, 1998. — 59 с.
6. Bridge Procedures Guide 2016 (Fifth Edition). — London, International Chamber of Shipping: Marisec, 2016.
7. Swift A. J., Bailey T. J. Bridge Team Management, Practical Guide, 2004 (Second Edition, including new section on Electronic Navigation) / A. J. Swift, T. J. Bailey. — London: The Nautical Institute, 2004. — 118 p.
8. NP131 Charts and publications catalogue — London: UKHO, 2019. — 119 p.
9. NP285 List of Radio Signals. Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS). — London: UKHO, 2019.
10. NP286 (1) List of Radio Signals. Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations. United Kingdom and Europe (excluding Arctic, Baltic and Mediterranean Coasts). — London: UKHO, 2019.
11. NP286 (5) List of Radio Signals. Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations. North America, Canada and Greenland.— London: UKHO, 2019.

12. Guide to Port Entry. — Reigate: Shipping Guides, 2011. — 3552 p.
13. Кубышкин С.В. Особенности перевозки сипучих энергоносителей морским транспортом /С.В. Кубышкин / Судовождение. Сб. научн. Трудов. Вып. 14, 2007.- С. 58 – 61.
14. NP314 The Nautical Almanac. — London: UKHO, 2019.
15. NP282 (2) List of Radio Signals. Radio Aids to Navigation. Differential GPS (DGPS), Legal Time, Radio Time Signals and Electronic Position Fixing System. The Americas, Far East and Oceania. — London: UKHO, 2019.
16. Міжнародна конвенція по запобіганню забруднення с суден 1973 року [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. — Електронні дані. — Лондон: Міжнародна морська організація, 1973. — Режим доступу: [www.zakon.rada.gov.ua](http://www.zakon.rada.gov.ua) (дата звернення 17.10.2019) — Назва з екрана.
17. International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code), Volume 1. — London: International Maritime Organization, 2006.
18. International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code), Volume 2. — London: International Maritime Organization, 2006.
19. International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code), Supplement. — London: International Maritime Organization, 2010.
20. Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing (CSS Code). — London: International Maritime Organization, 2011.
21. Thomas R. E. Thomas Stowage — The Properties and Stowage of Cargoes (Eighth Edition) / R. E. Thomas. — London: Son & Ferguson Ltd, 2002.
22. Николаева Л. Л. Морские перевозки / Л. Л. Николаева, Н. Н. Цимбал. — Одесса: Феникс, 2005. — 427 с.
23. Андронов Л. П. Грузоведение и стивидорные операции / Л.П. Андронов. — М.: Транспорт, 1975. — 377 с.
24. Николаева Л. Л. Коммерческая эксплуатация судна / Л. Л. Николаева. — Одесса: Феникс, 2006. — 754 с.
25. The International Convention on Load Lines 1966 [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. — Електронні дані. — Лондон: Міжнародна морська

- організація, 1966. — Режим доступу: [www.riigiteataja.ee](http://www.riigiteataja.ee) (дата звернення 28.10.2019) — Назва з екрана.
26. The International Code on Intact Stability, 2008 (Third Edition). — London: International Maritime Organization, 2009. — 172 p.
  27. Николаева Л. Л. Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине “Управление процессами морских перевозок” / Л. Л. Николаева. — Одесса: НУ “ОМА”, 2018. — 32 с.
  28. NP136 Ocean Passages for the World. North Atlantic. Volume 1. — London: UKHO, 2018. — 176 p.
  29. Зарубежные технические средства океанографических исследований и навигационного оборудования морей / С.П. Алексеев, П.Г. Бродский, А.Н. Добротворский и др. — 2-е изд., перераб. и доп. — ГУНиО МО, 2006. — 367 с.
  30. Торский В.Г. Управление безопасностью в судоходстве - Одесса: Астропринт, 2005, 180 с.
  31. Вагущенко Л.Л. Системы автоматического управления движением судна - Одесса: Латстар, 2002, 3 04 с.
  32. Винников В.В. Экономика предприятия морского транспорта (экономика морских перевозок): - 3 изд., перераб. доп. — О.: Феникс, 2011.
  33. Дем’янченко А.Г., Сотниченко Л.Л. Вдосконалення організаційно-економічного механізму управління розвитком підприємств морської галузі / кол. монографія за ред. А. Г. Дем’янченко. — Одеса: НУ «ОМА», 2017. — 325 с.
  34. Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи. — Одеса: НУ «ОМА», 2017, с. 20.
  35. Басанец Н. Г. Спасание и выживание на море: учебное пособие / Н. Г. Басанец. — Одесса: ОНМА, 2010. — 120 с.
  36. Охорона праці (питання та відповіді): Довідник. / [Москальова В. М., Батлук В. А., Кусковець С. Л., Филипчук В. Л.] — Львів: “Магнолія 2006”, 2011. — 438 с.

37. Терновский В. Б. Методические указания по выполнению раздела дипломной работы “Охранные мероприятия и гражданская оборона на судне” / В. Б. Терновский. — Одесса: ОНМА, 2015. — 76 с.
38. International Ship & Port Facility Security Code (ISPS Code) and SOLAS Ammendments, 2002. — London: International Maritime Organization, 2003. — 131 p.
39. "Arctic Sea Ice Decline: Observations, Projections, Mechanisms, and Implications" by Serreze, M. C., & Stroeve, J. (2015). *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 43, 233-260.
40. "Navigating the Arctic's 7Cs: Current State and Future Prospects of Arctic Shipping" by Eguíluz, V. M., Fernández-Gracia, J., Irigoien, X., & Duarte, C. M. (2016). *Global Environmental Change*, 37, 131-142.
41. "The Impacts of Arctic Sea Ice Decline on Shipping and Climate" by Smith, L. C., & Stephenson, S. R. (2013). *Polar Geography*, 36(4), 297-318.
- 42.4. "Remote Sensing of Sea Ice in the Northern Sea Route: Practices, Limitations, and Potentials" by Yu, Y., et al. (2016). *Cold Regions Science and Technology*, 123, 97-112.