

**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

**Задороженко Георгій Ігорович**

---

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи: **Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «SAVANNAH» за маршрутом Singapore - Shanghai**

Підпис магістранта \_\_\_\_\_

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

Керівник \_\_\_\_\_

Рецензент \_\_\_\_\_

Нормоконтроль \_\_\_\_\_

м. Одеса  
2025 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут навігації  
кафедра судноводіння

спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ 2025 р.

**З А В Д А Н Н Я**

по дипломній роботі магістранта

**Задороженко Георгій Ігорович**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: **Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна SAVANNAH» за маршрутом Singapore - Shanghai**  
затверджена наказом по НУОМА від "\_\_\_\_\_" 20\_\_\_\_ р. № \_\_\_\_\_
2. Строк здачі курсантом закінченої роботи "\_\_\_\_\_" 20\_\_\_\_ року
3. Вхідні дані до роботи:
  - Методичні вказівки для виконання магістерської роботи;
  - Суднова документація для опису загальних відомостей та техніко – експлуатаційних характеристик судна;
  - Навігаційні карти, посібники та нормативні документи для планування переходу
  - Затверджена тематика дослідницького розділу;
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки :
  - Опис характеристик судна;
  - Навігаційне планування переходу;
  - Розрахунок завантаження , посадки та остійності судна;
  - Управління баластними водами на морських судах;
  - Розрахунок економічних показників; цивільна оборона на судні.
5. Перелік графічного матеріалу:
  - Загальний вид судна та план вантажних приміщень
  - Плани портів, графіки припливів, графічний план переходу
  - Вантажний план, графіки остійності та міцності судна
  - Рисунки та схеми використані в дослідницькому розділі

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

| Розділ                                                                                                                | ПІБ консультанта | Підпис і дата |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------|
| 1. Характеристики судна                                                                                               |                  |               |
| 2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу                                                                |                  |               |
| 3. Обробка та розміщення вантажів                                                                                     |                  |               |
| 4. Оцінка морехідних якостей судна                                                                                    |                  |               |
| 5. Управління баластними водами на морських суднах                                                                    |                  |               |
| 6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі<br>(кафедра «Менеджменту і економіки морського транспорту») |                  |               |
| 7. Охоронні заходи та цивільна оборона на судні (кафедра «Судноводіння»)                                              |                  |               |

7. Календарний план дипломної роботи магістранта

| № з/п | Назва етапів роботи                                    | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|--------------------------------------------------------|-------------------------------|----------|
| 1.    | Характеристики судна                                   | 09.2025 р.                    |          |
| 2.    | Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу    | 09.2025 р.                    |          |
| 3.    | Обробка та розміщення вантажів                         | 10.2025 р.                    |          |
| 4.    | Оцінка морехідних якостей судна                        | 10.2025 р.                    |          |
| 5.    | Управління баластними водами на морських суднах        | 10.2025 р.                    |          |
| 6.    | Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі | 11.2025 р.                    |          |
| 7.    | Охоронні заходи та цивільна оборона на судні           | 11.2025 р.                    |          |

Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Керівник \_\_\_\_\_ Завдання до виконання прийняв \_\_\_\_\_

## АНОТАЦІЯ

Дана дипломна робота присвячена комплексному опрацюванню та дослідженню етапів переходу судна «SAVANNAH» за маршрутом Сінгапур (Singapore) – Шанхай (Shanghai) з перевезенням вантажу контейнерів.

Робота складається з семи розділів, в яких висвітлені найбільш важливі аспекти професійної діяльності судноводія контейнеровоза: характеристики контейнеровоза та особливості контейнерних перевезень, аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу з урахуванням особливостей регіону Південно-Китайського моря, обробка та розміщення контейнерів з дотриманням вимог міжнародних конвенцій, оцінка морехідних якостей судна та його остійності при перевезенні контейнерних вантажів, розрахунок економічних показників роботи контейнеровоза в рейсі, а також охоронні заходи та цивільна оборона на контейнеровозі.

В роботі детально розглянуто питання управління баластними водами на морських судах. Проаналізовано міжнародні вимоги Конвенції BWI, що набули чинності з вересня 2024 року, включаючи обов'язкове впровадження стандарту D-2 для систем обробки баластних вод. Розглянуто проблему інвазивних видів, що переносяться з баластними водами, наведено сучасні приклади екологічних катастроф та економічних втрат. Детально описано варіанти обробки баластних вод, включаючи сучасні системи BWTS, методи заміни баласту у відкритому океані та берегову обробку.

**Ключові слова:** контейнеровоз, контейнерні перевезення, навігаційний перехід, управління баластними водами, Конвенція BWI, стандарт D-2, система BWTS, інвазивні види, журнал обліку баластних вод, контроль держави порту, безпека судноводіння, ЕКНІС, РЛС/САРП, економічні показники рейсу, екологічна безпека.

## ANNOTATION

This thesis is dedicated to the comprehensive study and analysis of the voyage stages of the container vessel "SAVANNAH" on the route Singapore – Shanghai carrying container cargo.

The work consists of seven chapters covering the most important aspects of a container vessel navigator's professional activities: container vessel characteristics and features of container shipping, analysis, assessment and planning of the navigational voyage considering the specifics of the South China Sea region, container handling and stowage in compliance with international conventions, assessment of the vessel's seaworthiness qualities and stability when carrying containerized cargo, calculation of the container vessel's economic performance indicators during the voyage, as well as security measures and civil defense aboard a container vessel.

The work provides a detailed examination of ballast water management on merchant vessels. The international requirements of the BWM Convention, which came into force in September 2024, including the mandatory implementation of the D-2 standard for ballast water treatment systems, are analyzed. The problem of invasive species transported with ballast water is considered, with modern examples of environmental disasters and economic losses provided. Various ballast water treatment options are described in detail, including modern BWTS systems, ballast exchange methods in the open ocean, and shore-based treatment.

**Keywords:** container vessel, container shipping, navigational voyage, ballast water management, BWM Convention, D-2 standard, BWTS system, invasive species, ballast water record book, port state control, navigation safety, ECDIS, RADAR/ARPA, voyage economic indicators, environmental safety.

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

$\Delta$  – водотоннажність повному вантажу (т)

$\Delta_0$  - водотоннажність порожньою (т)

$\Delta w$  - повна вантажопідйомність

ДСО – діаграма статичної остійності

ЗНЗ - засіб навігаційного забезпечення

НМК – навігаційна морська карта

РЛС – радіолокаційна станція

СКП – середня квадратична похибка

ALRS - Admiralty List of Radio Signals

ВМ – згинальний момент (Bending Moment)

SF – перерізуєча сила (Shear Force)

GMDSS - Global Maritime Distress and Safety System

UKC – under keel clearance

IMO – Міжнародна морська організація (International Maritime Organization)

ISO – Міжнародна організація по стандартизації (International Standardization Organization)

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

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

$\Theta_r$  - амплітуда хитаєиці (°)

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

$\Theta_m$  - кут крену, що відповідає максимуму ДСО (°)

## ЗМІСТ

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП.....                                                                          | 9  |
| РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА.....                                                 | 11 |
| 1.1 Загальні відомості і головні розміри судна.....                                 | 11 |
| 1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна.....                            | 13 |
| 1.3 Маневрені характеристики.....                                                   | 15 |
| 1.4 Навігаційне обладнання.....                                                     | 19 |
| 1.5 Забезпечення непотоплюваності.....                                              | 20 |
| РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО<br>ПЕРЕХОДУ.....               | 21 |
| 2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу.....            | 21 |
| 2.2 Оцінка запланованого переходу.....                                              | 22 |
| 2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на<br>переході..... | 25 |
| 2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації.....                           | 27 |
| 2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні...           | 29 |
| 2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання.....                   | 37 |
| 2.3.1 Розрахунок ортодромії.....                                                    | 37 |
| 2.3.2 Складання маршрутних листів.....                                              | 40 |
| 2.3.3 Графічний план переходу.....                                                  | 40 |
| 2.3.4 Розрахунок природної освітленості.....                                        | 41 |
| 2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів.....                  | 42 |

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.4 Висновки.....                                                                                             | 44 |
| РОЗДІЛ 3. ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ.....                                                                 | 45 |
| 3.1 Транспортні характеристики вантажів.....                                                                  | 45 |
| 3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та документальне оформлення морського перевезення..... | 48 |
| 3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна.....                                                           | 52 |
| 3.4 Складання вантажного плану.....                                                                           | 56 |
| 3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу.....                                                            | 58 |
| РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА.....                                                                | 60 |
| 4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна.....                                             | 60 |
| 4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності.....                                                           | 67 |
| 4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації.....                                                        | 69 |
| 4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності.....                                                             | 70 |
| 4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності.....                                                          | 72 |
| 4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності.....                                          | 74 |
| 4.7 Контроль загальної поздовжньої міцності судна.....                                                        | 74 |
| РОЗДІЛ 5. УПРАВЛІННЯ БАЛАСТНИМИ ВОДАМИ НА МОРСЬКИХ СУДНАХ.....                                                | 76 |
| 5.1. Загальні проблеми, огляд сучасної ситуації.....                                                          | 76 |
| 5.2 Документи з контролю за баластом в США і їх застосування.....                                             | 86 |
| 5.3 Вимоги до звітності і ведення обліку по баластним операція.....                                           | 90 |
| 5.4 Port State Control та інспекції.....                                                                      | 96 |

|                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.5 Економічні аспекти впровадження BWTS.....                                             | 97  |
| 5.6 Висновки та рекомендації.....                                                         | 98  |
| РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА<br>В РЕЙСІ.....                  | 100 |
| 6.1 Розрахунок кількісних показників роботи судна в рейсі .....                           | 100 |
| 6.2 Розрахунок якісних показників роботи судна в рейсі.....                               | 106 |
| 6.3 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу.....                            | 108 |
| РОЗДІЛ 7. ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ.....                                | 111 |
| 7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського<br>транспорту..... | 111 |
| 7.1.1 Вихідні дані.....                                                                   | 111 |
| 7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території.....                                 | 112 |
| 7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат...                     | 119 |
| 7.2 Розподіл обов'язків та відповідальності щодо забезпечення охорони<br>судна.....       | 120 |
| ВИСНОВКИ.....                                                                             | 123 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....                                                           | 125 |
| ДОДАТОК А.....                                                                            | 129 |
| ДОДАТОК Б.....                                                                            | 130 |

## ВСТУП

Морське судноплавство є основою світової торгівлі, забезпечуючи перевезення понад 90% міжнародних вантажів. Щорічно приблизно 10 мільярдів тонн баластної води транспортується морськими суднами по всьому світу, що становить невід'ємну частину морських операцій, необхідну для забезпечення остійності та безпеки суден. Однак разом з баластною водою переміщаються тисячі різних видів флори і фауни, що створює одну з найсерйозніших екологічних загроз сучасності.

Економічні втрати від інвазивних видів, занесених з баластними водами, обчислюються сотнями мільйонів доларів щорічно. Класичними прикладами є занесення дрейсени багатоформи до Великих озер Північної Америки (втрати понад 500 мільйонів доларів на рік) та американського реброплава до Чорного моря, що призвело до катастрофічного скорочення чисельності промислових риб. Станом на 2024 рік, Великі озера залишаються одними з найбільш інвазованих прісноводних систем у світі, де баластні води відповідають за 40% інтродукції всіх неміських водних видів.

У відповідь на зростаючу екологічну загрозу Міжнародна морська організація (ІМО) прийняла Міжнародну конвенцію про контроль та управління суднових баластних вод та осадів (BWM Convention) у 2004 році, яка набрала чинності 8 вересня 2017 року. Станом на 2024 рік, 95 з 174 держав-членів ІМО ратифікували цю конвенцію, що представляє понад 91% валового тоннажу світового торговельного флоту. Ключовою віхою стало обов'язкове впровадження стандарту D-2 з вересня 2024 року, який вимагає від всіх суден встановлення схвалених систем обробки баластних вод (BWTS).

Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу контейнеровоза «SAVANNAH» за маршрутом Сінгапур – Шанхай, чому присвячена дана робота, дозволяє на практичному прикладі розглянути всі

аспекти управління баластними водами в сучасних умовах, враховуючи специфіку контейнерних перевезень у регіоні Південно-Китайського моря.

Мета роботи – комплексний аналіз сучасного стану управління баластними водами на морських суднах, дослідження нормативно-правової бази та практичних аспектів впровадження вимог Конвенції BWI, розробка рекомендацій щодо ефективного управління баластними водами в умовах сучасного судноплавства з урахуванням екологічних, економічних та технічних факторів.

Актуальність теми підкреслюється продовженням виявлення нових випадків інвазій (золота мідія в Каліфорнії у листопаді 2024 року, зелений краб на Алясці), високим відсотком недотримання вимог (70% недоліків PSC пов'язані з неправильними записами в BWRB), необхідністю адаптації до нових регуляторних вимог 2025 року, важливістю збалансування екологічної безпеки з економічною ефективністю морських перевезень.

Ефективне управління баластними водами є критично важливим для збереження морського біорізноманіття, запобігання економічних втрат та забезпечення сталого розвитку морського транспорту. Дана робота має важливе значення для підвищення рівня знань судноводійного складу щодо вимог Конвенції BWI та практичних аспектів їх виконання в сучасних умовах судноплавства.

## РОЗДІЛ 1

### ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

#### 1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

|     |                                                                         |                                                |
|-----|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 1.  | Назва судна:                                                            | SAVANNAH                                       |
| 2.  | Тип судна:                                                              | Контейнеровоз                                  |
| 3.  | Позивний сигнал судна:                                                  | 9HA3804                                        |
| 4.  | MMSI №:                                                                 | 256075000                                      |
| 5.  | Рік і місце будівництва                                                 | 2003, Корея                                    |
| 6.  | Клас реєстру:                                                           | Lloyd's Register                               |
| 7.  | Прапор приписки:                                                        | Malta                                          |
| 8.  | Судновласник:                                                           | Kilimanjaro Container Carrier S.A.             |
| 9.  | Довжина найбільша,(L):                                                  | 294,12 м                                       |
| 10. | Довжина між<br>перпендикулярами, (L <sub>⊥⊥</sub> ): (м):               | 284,72 м                                       |
| 11. | Ширина найбільша,(B):                                                   | 32,22 м                                        |
| 12. | Висота борту до верхньої<br>палуби, (H):                                | 21,5 м                                         |
| 13. | Найбільше осідання(T):                                                  | 13,820 м                                       |
| 14. | Осадка (Тл) в повному вантажу і<br>порожньому:                          | 13,520 м<br>5,56 м                             |
| 15. | Водотоннажність:<br>в повному вантажу Δ:<br>порожньому Δ <sub>о</sub> : | 84092 т<br>23450 т                             |
| 16. | Повна вантажопідйомність Δw:                                            | 60642 т                                        |
| 17. | Головний двигун, тип:<br>потужність:<br>частота обертання:              | MITSUI B&W 10 K 90MC<br>53600 ВНР при 90 об/хв |

Продовження табл. 1.1

| 18. | Режим роботи головного двигуна:                                                                        | режим                                                                                                                                                                          | об/хв | Швидкість(вуз) |        |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------|--------|
|     |                                                                                                        |                                                                                                                                                                                |       | вант           | баласт |
|     |                                                                                                        | МПП                                                                                                                                                                            | 93    | 22,5           | 22,9   |
|     |                                                                                                        | ПП                                                                                                                                                                             | 70    | 16             | 17     |
|     |                                                                                                        | ПС                                                                                                                                                                             | 55    | 13             | 14     |
|     |                                                                                                        | ПМ                                                                                                                                                                             | 33    | 8,3            | 9      |
|     |                                                                                                        | ПСМ                                                                                                                                                                            | 25    | 6,4            | 7      |
| 19. | Швидкість судна:                                                                                       | в вантажу: 22,5 вуз.<br>в баласті: 22,9 вуз.                                                                                                                                   |       |                |        |
| 20. | Гребний гвинт, кількість лопастей, діаметр та крок гвинта, дискове відношення.                         | FPP.<br>Right handed, 4 blades diam 8,5 m, pitch = 8970 mm.                                                                                                                    |       |                |        |
| 21. | Тип руля и площа його пера:                                                                            | балансирний, напівпідвисний                                                                                                                                                    |       |                |        |
| 22. | Тип стернової машини:<br>підрулюючий пристрій:                                                         | R4T 750 /потужність<br>електромотору 168 кВт                                                                                                                                   |       |                |        |
| 23. | Суднова радіостанція:<br>Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району А3 та включає в себе: | INMARSAT-C TT 30000 C /<br>INMARSAT-A Jue45 / VHF (2 sets) –<br>SAILOR RT2048 + DSC RM2042 /<br>RE2100 + DSC RM2150 + DSC2151<br>EPIRB – Mc Murdo / SART (2 pcs) –<br>Mc Murdo |       |                |        |
| 24. | Валова реєстрова місткість                                                                             | 52191                                                                                                                                                                          |       |                |        |
| 25. | Чиста реєстрова місткість                                                                              | 28765                                                                                                                                                                          |       |                |        |
| 26. | Добова витрата палива:<br>на ходу: Важке паливо (HFO)<br>на стоянці: Дизельне паливо                   | HFO: 89,7 т. DO: 9 т<br>DO: 12т                                                                                                                                                |       |                |        |
| 27. | Координати центру мас порожнього судна:                                                                | $X_0 = 122,0$ м<br>$Z_0 = 13,55$ м                                                                                                                                             |       |                |        |

## 1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна

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

Дані по вантажним приміщенням приведені в таблиці 1.2.

Вантажна шкала наведена у вигляді рис. 1.2.

Таблиця 1.2 – Характеристики вантажних приміщень

| №<br>п/п | Назва вантажного приміщення | Місткість, 20 фут | Відстань Ц.Т |
|----------|-----------------------------|-------------------|--------------|
|          |                             | кількість, штук   | Х, м         |
| 1        | 2                           | 3                 | 4            |
| 1        | Бей № 01, палуба            | 35                | 269,1        |
| 2        | Бей № 01, трюм              | 8                 | 269,1        |
| 3        | Бей № 03, палуба            | 45                | 262,2        |
| 4        | Бей № 03, трюм              | 12                | 262,2        |
| 5        | Бей № 05, палуба            | 55                | 254,2        |
| 6        | Бей № 05, трюм              | 25                | 254,2        |
| 7        | Бей № 07, палуба            | 65                | 247,3        |
| 8        | Бей № 07, трюм              | 31                | 247,3        |
| 9        | Бей № 09, палуба            | 65                | 240,4        |
| 10       | Бей № 09, трюм              | 39                | 240,4        |
| 11       | Бей № 11, палуба            | 65                | 233,5        |
| 12       | Бей № 11, трюм              | 26                | 233,5        |
| 13       | Бей № 13, палуба            | 65                | 226,6        |
| 14       | Бей № 13, трюм              | 34                | 226,6        |
| 15       | Бей № 15, палуба            | 65                | 219,7        |
| 16       | Бей № 15, трюм              | 42                | 219,7        |
| 17       | Бей № 17, палуба            | 65                | 211,6        |
| 18       | Бей № 17, трюм              | 65                | 211,6        |
| 19       | Бей № 19, палуба            | 65                | 204,7        |
| 20       | Бей № 19, трюм              | 4                 | 204,7        |
| 21       | Бей № 21, палуба            | 65                | 197,8        |
| 22       | Бей № 21, трюм              | 52                | 197,8        |
| 23       | Бей № 23, палуба            | 65                | 190,9        |
| 24       | Бей № 23, трюм              | 54                | 190,9        |
| 25       | Бей № 25, палуба            | 65                | 184,0        |
| 26       | Бей № 25, трюм              | 82                | 184,0        |
| 27       | Бей № 27, палуба            | 65                | 177,1        |
| 28       | Бей № 27, трюм              | 82                | 177,1        |
| 29       | Бей № 29, палуба            | –                 | –            |
| 30       | Бей № 29, трюм              | 75                | 169,1        |

Продовження табл. 1.2

| 1        | 2                           | 3                 | 4            |
|----------|-----------------------------|-------------------|--------------|
| 31       | Бей № 31, палуба            | –                 | –            |
| 32       | Бей № 31, трюм              | 75                | 161,0        |
| 33       | Бей № 33, палуба            | –                 | –            |
| 34       | Бей № 33, трюм              | 86                | 153,0        |
| 35       | Бей № 35, палуба            | –                 | –            |
| 36       | Бей № 35, трюм              | 86                | 146,1        |
| 37       | Бей № 37, палуба            | –                 | –            |
| 38       | Бей № 37, трюм              | 75                | 136,9        |
| 39       | Бей № 39, палуба            | –                 | –            |
| 40       | Бей № 39, трюм              | 75                | 130,0        |
| 41       | Бей № 41, палуба            | 65                | 121,9        |
| 42       | Бей № 41, трюм              | 85                | 121,9        |
| 43       | Бей № 43, палуба            | 65                | 115,0        |
| 44       | Бей № 43, трюм              | 85                | 115,0        |
| 45       | Бей № 45, палуба            | 65                | 108,1        |
| 46       | Бей № 45, трюм              | 85                | 108,1        |
| 47       | Бей № 47, палуба            | 65                | 101,2        |
| 48       | Бей № 47, трюм              | 85                | 101,2        |
| 49       | Бей № 49, палуба            | –                 | –            |
| 50       | Бей № 49, трюм              | 42                | 77,1         |
| 51       | Бей № 51, палуба            | –                 | –            |
| 52       | Бей № 51, трюм              | 42                | 69,0         |
| 53       | Бей № 53, палуба            | 65                | 62,1         |
| 54       | Бей № 53, трюм              | 65                | 62,1         |
| 55       | Бей № 55, палуба            | 65                | 55,2         |
| 56       | Бей № 55, трюм              | 70                | 55,2         |
| 57       | Бей № 57, палуба            | 65                | 48,3         |
| 58       | Бей № 57, трюм              | 62                | 48,3         |
| 59       | Бей № 59, палуба            | 65                | 41,4         |
| 60       | Бей № 59, трюм              | 62                | 41,4         |
| 61       | Бей № 61, палуба            | 65                | 33,4         |
| 62       | Бей № 61, трюм              | 53                | 33,4         |
| 63       | Бей № 63, палуба            | 65                | 26,5         |
| 64       | Бей № 63, трюм              | 53                | 26,5         |
| 65       | Бей № 65, палуба            | 65                | 20,7         |
| 66       | Бей № 65, трюм              | 13                | 20,7         |
| 67       | Бей № 67, палуба            | 65                | 13,8         |
| 68       | Бей № 67, трюм              | 27                | 13,8         |
| Всього   |                             | 4809              |              |
| №<br>п/п | Назва вантажного приміщення | Місткість, 40 фут | Відстань Ц.Т |
|          |                             | кількість, штук   | х, м         |
| 69       | Бей № 02, палуба            | 35                | 265,7        |
| 70       | Бей № 02, трюм              | –                 | –            |
| 71       | Бей № 06, палуба            | 55                | 250,7        |

Продовження табл. 1.2

| 1      | 2                | 3    | 4     |
|--------|------------------|------|-------|
| 72     | Бей № 06, трюм   | —    | —     |
| 73     | Бей № 10, палуба | 65   | 236,9 |
| 74     | Бей № 10, трюм   | 39   | 236,9 |
| 75     | Бей № 14, палуба | 65   | 223,1 |
| 76     | Бей № 14, трюм   | 22   | 223,1 |
| 77     | Бей № 18, палуба | 65   | 207,0 |
| 78     | Бей № 18, трюм   | 68   | 207,0 |
| 79     | Бей № 22, палуба | 65   | 194,4 |
| 80     | Бей № 22, трюм   | 24   | 194,4 |
| 81     | Бей № 26, палуба | 65   | 180,6 |
| 82     | Бей № 26, трюм   | 82   | 180,6 |
| 83     | Бей № 30, палуба | 65   | 165,6 |
| 84     | Бей № 30, трюм   | 75   | 165,6 |
| 85     | Бей № 34, палуба | 65   | 149,5 |
| 86     | Бей № 34, трюм   | 86   | 149,5 |
| 87     | Бей № 38, палуба | 65   | 133,4 |
| 88     | Бей № 38, трюм   | 75   | 133,4 |
| 89     | Бей № 42, палуба | 65   | 119,6 |
| 90     | Бей № 42, трюм   | 86   | 119,6 |
| 91     | Бей № 46, палуба | 65   | 104,7 |
| 92     | Бей № 46, трюм   | 84   | 104,7 |
| 93     | Бей № 50, палуба | 68   | 79,4  |
| 94     | Бей № 50, трюм   | 40   | 79,4  |
| 95     | Бей № 54, палуба | 65   | 58,7  |
| 96     | Бей № 54, трюм   | 64   | 58,7  |
| 97     | Бей № 58, палуба | 65   | 44,9  |
| 98     | Бей № 58, трюм   | 56   | 44,9  |
| 99     | Бей № 62, палуба | 65   | 31,0  |
| 100    | Бей № 62, трюм   | 45   | 31,0  |
| 101    | Бей № 66, палуба | 65   | 17,3  |
| 102    | Бей № 66, трюм   | 27   | 17,3  |
| 103    | Бей № 70, палуба | 65   | 2,3   |
| Всього |                  | 2006 |       |

### 1.3 Маневрені характеристики

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

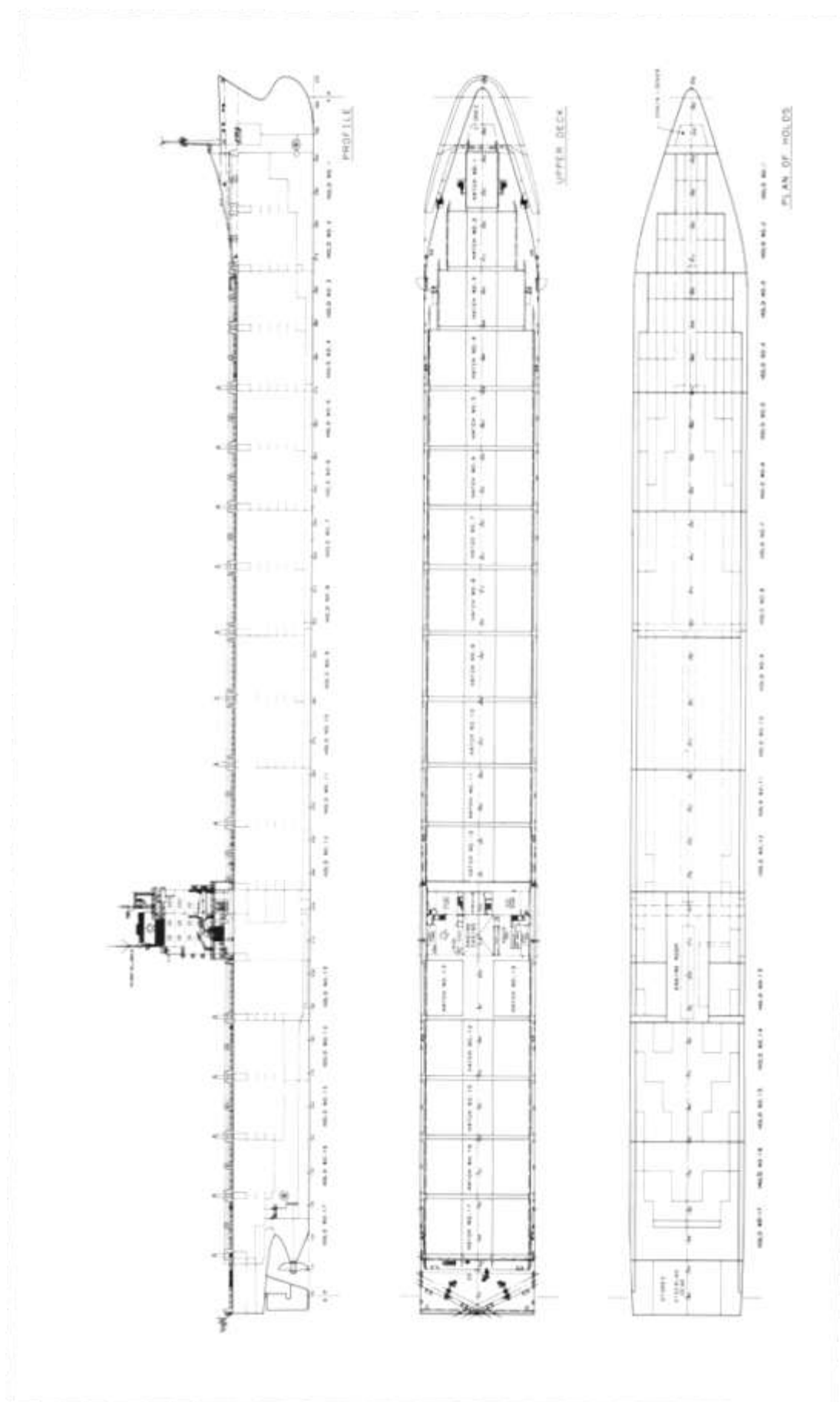


Рисунок 1.1 – Схематичне креслення судна

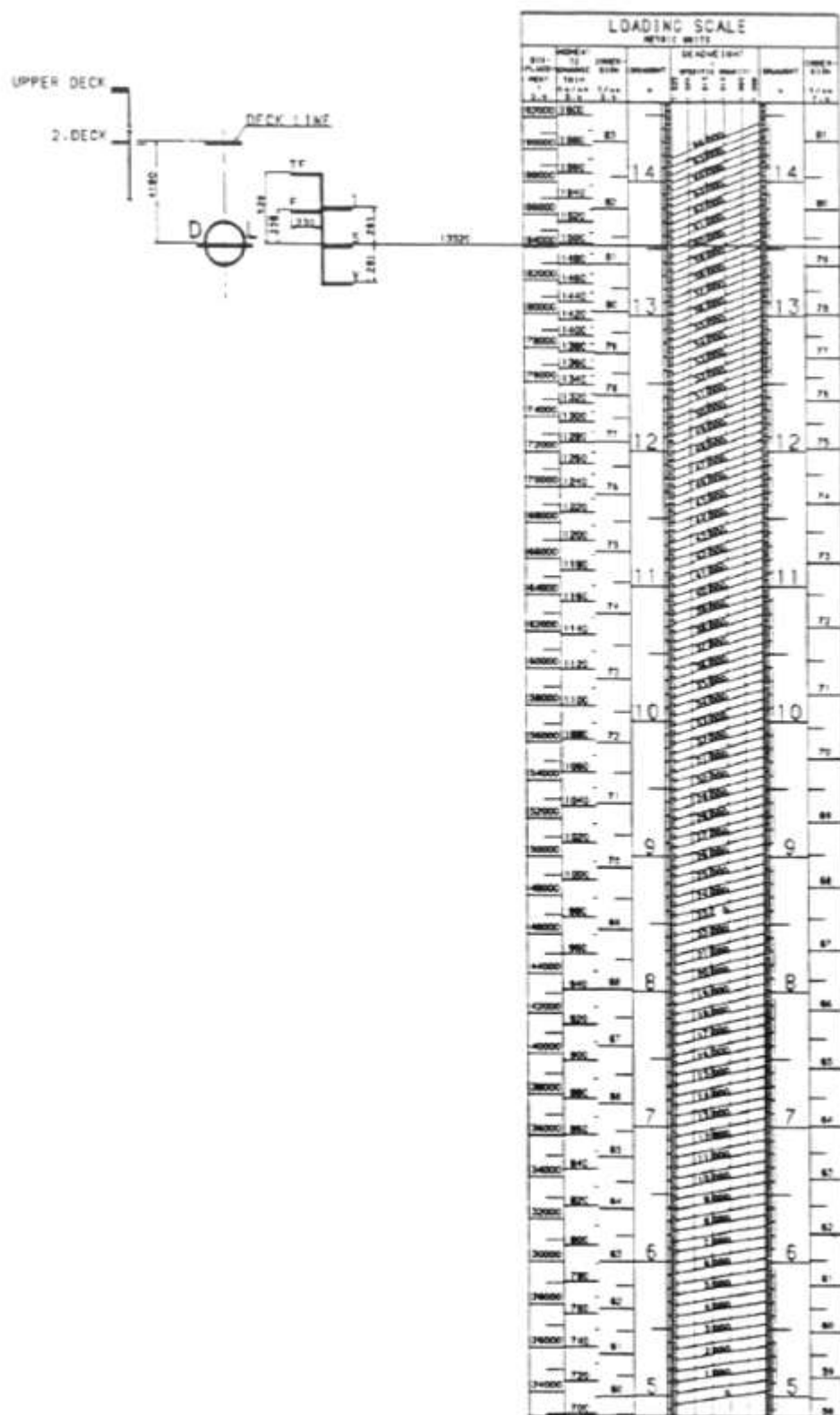


Рисунок 1.2 – Вантажна шкала судна

WHEELHOUSE POSTER

| EFFICIENCY OF BOW- AND STERN THRUSTER |                                   |          |                      |    |
|---------------------------------------|-----------------------------------|----------|----------------------|----|
| NORMAL LOADED COND. BOW THRUSTER      | NORMAL BALLAST COND. BOW THRUSTER |          | SPEED AHEAD IN KNOTS |    |
|                                       | THRUSTER EFFICIENCY IN PERCENT    | THRUSTER |                      |    |
| 100                                   | 100                               | 100      | 0                    |    |
| 75                                    | 88                                | 50       | 85                   | 3  |
| 50                                    | 75                                | 0        | 70                   | 6  |
| 25                                    | 63                                | 0        | 55                   | 9  |
| 0                                     | 50                                | 0        | 40                   | 13 |

THRUSTER EFFICIENCY IN PERCENT AT DIFFERENT SPEEDS AHEAD, WITH MAX. THRUST EFFECT, EITHER FROM BOW- OR STERN THRUSTER.

| MAXIMUM AVAILABLE RUDDER ANGLE |            |
|--------------------------------|------------|
| HARD RIGHT / STARBOARD         | 35 DEGREES |
| HARD LEFT / PORT               | 35 DEGREES |

| TIME and DISTANCE TO STOP |                          |                               |
|---------------------------|--------------------------|-------------------------------|
|                           | NORMAL LOADED COND. TIME | NORMAL BALLAST COND. DISTANCE |
|                           | DISTANCE                 |                               |
| MAX. FULL AHEAD           | 960 sec                  | 5185 m                        |
| HALF AHEAD                | 410 sec                  | 1840 m                        |

NOTE: USING ENGINES FULL ASTERN AND WITH MINIMUM APPLICATION OF RUDDER

| RPM and SPEED   |     |                    |                     |
|-----------------|-----|--------------------|---------------------|
| ENGINE ORDER    | RPM | SPEED LOADED COND. | SPEED BALLAST COND. |
| MAX. FULL AHEAD | 93  | 25.6 KNOTS         | 25.9 KNOTS          |
| FULL AHEAD      | 70  | 19.3 KNOTS         | 19.8 KNOTS          |
| HALF AHEAD      | 50  | 13.0 KNOTS         | 13.6 KNOTS          |
| SLOW AHEAD      | 33  | 8.3 KNOTS          | 8.7 KNOTS           |
| DEAD SLOW AHEAD | 25  | 6.4 KNOTS          | 6.9 KNOTS           |

| DRAFT AND TRIM                      |                    |
|-------------------------------------|--------------------|
| NORMAL LOADED DRAFT: APPROX. 13.2 m | EVEN KEEL          |
| NORMAL BALLAST DRAFT: APPROX. 7.7 m | TRIM APPROX. 4.3 m |

| MINIMUM STEERING SPEED   |              |
|--------------------------|--------------|
| NORMAL LOADED CONDITION  | ABT. 3 KNOTS |
| NORMAL BALLAST CONDITION | ABT. 3 KNOTS |



Рисунок 1.3 – Маневрені характеристики

#### 1.4 Навігаційне обладнання

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

Таблиця 1.3 – Технічні засоби навігації

| Прилад           | Тип, марка                         |
|------------------|------------------------------------|
| Магнітний компас | Iver Weibach                       |
| Гірокомпас (ГК)  | Sperry Marine Master Compass МК–37 |
| САРП (X–band)    | JRC 9122–6XA                       |
| САРП (S–band)    | Kelvin Hughes                      |
| Лаг              | Consilium SAL SD4–3                |
| ПІ СНС           | Leica MX400                        |
| ПІ СНС           | FURUNO GP–150                      |
| AIS              | SAM Electronics3410                |
| Ехолот           | Sperry ES 5100                     |

Таблиця 1.4 – Точнісні характеристики ТЗН на судні

| Тип і марка приладу                | Навігаційні параметри | СКП одного вимірювання |
|------------------------------------|-----------------------|------------------------|
| Iver Weibach                       | магнітний пеленг      | 1.5°                   |
| Sperry Marine Master Compass МК–37 | курс                  | 0.2°                   |
| JRC 9122–6XA                       | радіопеленг           | 1.0°                   |
|                                    | відстань              | 1% від D               |
| Sperry ES 5100                     | глибина               | 0.1м                   |
| Consilium SAL SD4–3                | швидкість             | 0.1вуз                 |
| FURUNO GP–150                      |                       | 30 м                   |

### **1.5 Забезпечення непотоплюваності**

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

Для забезпечення непотоплюваності на судні є два аварійних насоси, відкачують надходить воду за борт. Також забезпеченням непотоплюваності є наявність водонепроникних перегородок між усіма трюмами і високий надводний борт.

## **РОЗДІЛ 2**

### **АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ**

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

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

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

Існують чотири стадії планування безпечного переходу:

- I. Appraisal (Оцінка).
- II. Planning (Планування).
- III. Execution (Виконання).
- IV. Monitoring (Контроль).

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

## 2.2 Оцінка запланованого переходу

Приведемо конкретну інформацію, що відноситься до опрацьовуваного переходу, що відповідає етапу "Passage Plan Appraisal". Для цього проведемо підбір навігаційних і допоміжних карт, посібників і публікацій на заданий перехід по Каталогі Адміралтейських карт і публікацій (Catalogue of Admiralty Charts and Publications) щорічно видаваних Гідрографією Великобританії [6].

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

Таблиця 2.1 – Перелік карт на перехід

| Тип карти                    | Cell No. | Назва карти                                                    | Дата випуску |
|------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------|--------------|
| 1                            | 2        | 3                                                              | 4            |
| Генеральні карти             | 4508     | South China Sea                                                | May 2017     |
|                              | 4509     | Western Portion of Japan                                       | Feb. 2018    |
| Путьові, часні карти и плани | 4037     | Keppel Harbour, Tanjong Pagar Terminal and Approaches          | Apr 2017     |
|                              | 4041     | Pulau Sebarok to Changi                                        | Aug. 2016    |
|                              | 4042     | Changi to Pulau Mungging and Tanjong Buntan to Tanjong Tondang | Aug. 2014    |
|                              | 3831     | Singapore Strait - Eastern Part                                | Apr. 2018    |
|                              | 2403     | Singapore Strait and Eastern Approaches                        | May. 2016    |
|                              | 2869     | Outer Approaches to Singapore Strait                           | May 2017     |
|                              | 3482     | Singapore Strait to Song Sai Gon                               | June 2012    |
|                              | 3489     | Manila to Hong Kong                                            | Aug. 2013    |
|                              | 1968     | Taiwan Strait                                                  | Dec. 2011    |
|                              | 2412     | East China Sea                                                 | Jan. 2013    |
|                              | 1199     | Ningbo Gang to Changjiang Kou                                  | May 2014     |
|                              | 1602     | Outer Approaches to Shanghai                                   | May 2013     |

Продовження таблиці 2.1

| 1               | 2      | 3                                                                        | 4         |
|-----------------|--------|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
|                 | 1601   | Shanghai                                                                 | Sept 2014 |
| Допоміжні карти | 5102   | Mooring and Manoeuvring Board                                            | 2005      |
|                 | 5118   | Singapore Strait and Eastern Approaches                                  | 1998      |
|                 | D.6083 | The World - Load Line Regulations -<br>Zones, Areas and Seasonal Periods | 2011      |
|                 | 5006   | The World - Time Zone Chart                                              | 2016      |
|                 | 5307   | The World - Main Ocean Routes : Power<br>Vessels                         | 2015      |
|                 | 5310   | The World - General Surface Current<br>Distribution                      | 1995      |
|                 | 5000   | Azimuth Diagram - modified Weir(Lat.<br>0° to 65°)                       | Oct. 1950 |
|                 | 5084   | Co - tidal and Co - range lines - Malacca<br>Strait                      | Oct. 2003 |

Таблиця 2.2 – Перелік публікацій на перехід

| NP No                                    | TITLE                                                              |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1                                        | 2                                                                  |
| SAILING DIRECTIONS                       |                                                                    |
| 31                                       | China Sea Pilot Vol.2                                              |
| 32                                       | China Sea Pilot Vol.3                                              |
| ADMIRALTY LIST OF LIGHTS AND FOG SIGNALS |                                                                    |
| 79                                       | North East Indian Ocean, South China and Eastern Archipelagic Seas |
| ADMIRALTY LIST OF RADIO SIGNALS          |                                                                    |
| 281(2)                                   | Part 2, Maritime Radio Stations : Americas, Far east and Oceania   |

## Продовження таблиці 2.2

| 1                                           | 2                                                                                             |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 282                                         | Volume 2 – Radio Navigational Aids, Electronic Position Fixing Systems and Radio Time Signals |
| 283(2)                                      | Part 2, Maritime Safety Information Services : Oceania, the Americas and Far East             |
| 284                                         | Meteorological Observation Stations                                                           |
| 285                                         | Global Maritime Distress and Safety System(GMDSS)                                             |
| 286(4)                                      | Part 4, Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations : Asia and Australasia    |
| 286(6)                                      | Part 6, Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations : North East Asia         |
| 288                                         | Satellite Navigation Systems                                                                  |
| ADMIRALTY TIDE TABLES                       |                                                                                               |
| 203                                         | Indian Ocean and South China Sea(Including Tidal Stream Tables)                               |
| 204                                         | Pacific Ocean(Including Tidal Stream Tables)                                                  |
| ASTRONOMICAL PUBLICATIONS                   |                                                                                               |
| 314-00                                      | Nautical Almanac                                                                              |
| 303 (4)                                     | Sight Reduction Forms (H.494)                                                                 |
| 323                                         | Star Finder and Identifier                                                                    |
| MISCELLANEOUS PUBLICATIONS                  |                                                                                               |
| 100                                         | The Mariners Handbook                                                                         |
| 136                                         | Ocean Passages for the World(4th Edition, 1987)                                               |
| 131                                         | Catalogue of Admiralty Charts and Publications                                                |
| 735                                         | IALA Maritime Buoyage System, Edition 5 1994                                                  |
| 5011                                        | Symbols and Abbreviations used on Admiralty Charts, Edition 2 1998                            |
| Fairplay 2010 - World Shipping Encyclopedia |                                                                                               |
| Ports Guide 2012                            |                                                                                               |

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

Необхідно проаналізувати, описати та систематизувати навігаційну інформацію, що передається за допомогою GMDSS та факсимільних гідрометеорологічних карт.

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

Таблиця 2.3 - Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

| N<br>з/п | Радіо<br>станція | Позначення і межі<br>карти                                           | Зміст<br>передачі                                                                             | Час<br>передачі                                                                              |
|----------|------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Bangkok          | 1:20000000<br>50°N 45°E - 50°N<br>160°E<br>30°S 45°E - 30°S<br>160°E | Forecast for shipping<br><br>Surface Analysis<br><br>48 hour Surface<br>Pressure Forecast     | 0100(00)<br>0700(06)<br>1300(12)<br>2003(12)<br>0140(18)<br>0500(00)<br>0320(12)<br>0740(12) |
| 2        | Tokio(JMH)       | C'& C"<br>38°N 65°E 38°N<br>145°W<br>1°S 112°E 1°S 167°E             | C'& C"<br>24 hour Surface<br>Analysis<br>Tropical Cyclone<br>forecast<br>Ocean wave prognosis | 1930(12)<br>0750(06)<br>1950(18)<br>1140(00)                                                 |

Для прийому текстової інформації про погоду - прогноз, аналіз, метеопопереджень, - зазвичай не підбирають спеціальних станцій, оскільки випуски NAVAREA і NAVTEX містять її в достатній кількості. З посібника ALRS 285

вибираємо інформацію про райони NAVAREA і станціях NAVTEX по маршруту переходу. Дані зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 - Райони NAVAREA, станції NAVTEX на переході

| N<br>з/п | Ділянка<br>переходу            | Район<br>NAVAREA | Станції<br>NAVTEX                                    | Координатор<br>NAVAREA |
|----------|--------------------------------|------------------|------------------------------------------------------|------------------------|
| 1        | Малаккська<br>протока          | XI               | Pinang [U]<br>Singapore [C]                          | Japan                  |
| 2        | Південно-<br>китайське<br>море | XI               | Ho Chi Minh - Ville<br>[X]<br>Manila [J]<br>Naha [G] | Japan                  |

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

Таблиця 2.5 - Зв'язок на переході

| N<br>з/п | Станція                          | Спосіб<br>зв'язку | Канали<br>частоти | Примітка                                                                          |
|----------|----------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Singapore<br><br>Pilots and Port | VHF               | 16; 12;<br>13; 09 | Call sign, name of ship,<br>IMO number, Next<br>port of Call, ETA,<br>LOA,Draught |
| 2        | Shanghai<br>Pilots & Port        | VHF               | 73, 12            | Call sign, name of ship,<br>IMO number, Next<br>port of Call, ETA,<br>LOA,Draught |

Таблиця 2.6 – СУРС по маршруту переходу

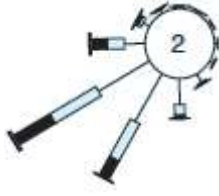
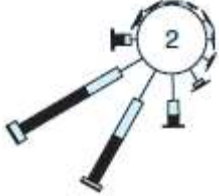
| № | Traffic separation scheme | Station                               | VHF    | Reporting point description                    |
|---|---------------------------|---------------------------------------|--------|------------------------------------------------|
| 1 | Singapore Strait          | VTIS<br>east(STRAIREP)<br>sector 8    | 14     | Reporting system area<br>H24, Mandatory report |
| 2 | Singapore Strait          | VTIS<br>central(STRAIREP)<br>sector 9 | 10     | Reporting system area<br>H24, Mandatory report |
| 3 | Shanghai                  | Shanghai VTS                          | 68, 71 | Reporting system area                          |

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

### 2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

Аналіз гідрометеорологічних умов по маршруту плавання виконується за період (місяць) переходу, що проробляється. Для цього використовуються середні багаторічні дані, які наведені в Атласах океанів, кліматологічних, гідрографічних і океанографічних посібниках, Pilot Chart (Інтернет-сайт [www.passageweather.com](http://www.passageweather.com)). Для опису гідрометеорологічних умов необхідно перехід розбити на ділянки (три і більше) в залежності від відстані між портами. Необхідні данні вносимо в таблиці 2.7, 2.8.

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

| Характерис-<br>тики за ділян-<br>ками    | Сінгапур                                                                          |                  |            | Філіпіни                                                                           |                  |            | Шанхай                                                                              |              |            |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|
| Атмосферний<br>тиск, гПа                 | 1010                                                                              |                  |            | 1008                                                                               |                  |            | 1006                                                                                |              |            |
| Вітер                                    |  |                  |            |  |                  |            |  |              |            |
| Направлення<br>вітру                     | Повторюваність ві-<br>тру, %                                                      |                  |            | Повторюваність<br>вітру, %                                                         |                  |            | Повторюваність ві-<br>тру, %                                                        |              |            |
|                                          | Сумар-<br>на                                                                      | 11-<br>15<br>м/с | >16<br>м/с | Сумар-<br>на                                                                       | 11-<br>15<br>м/с | >16<br>м/с | Сумар-<br>на                                                                        | 11-15<br>м/с | >16<br>м/с |
| N                                        | 4                                                                                 | -                | -          | 6                                                                                  | -                | -          | 5                                                                                   | -            | -          |
| NE                                       | 7                                                                                 | -                | 2          | 6                                                                                  | -                | -          | 5                                                                                   | -            | -          |
| E                                        | 7                                                                                 | -                | -          | 4                                                                                  | -                | -          | 5                                                                                   | -            | -          |
| SE                                       | 14                                                                                | -                | -          | 17                                                                                 | -                | -          | 17                                                                                  | -            | -          |
| S                                        | 25                                                                                | 1                | -          | 18                                                                                 | 1                | -          | 23                                                                                  | -            | -          |
| SW                                       | 24                                                                                | 1                | -          | 22                                                                                 | 1                | -          | 21                                                                                  | -            | -          |
| W                                        | 10                                                                                | 2                | -          | 16                                                                                 | 1                | 1          | 15                                                                                  | -            | -          |
| NW                                       | 5                                                                                 | -                | -          | 4                                                                                  | -                | -          | 3                                                                                   | -            | -          |
| Результуючий<br>вітер                    | направлення,<br>у румбах                                                          |                  | SW         | направлен-<br>ня,<br>у румбах                                                      |                  | SW         | направлення,<br>у румбах                                                            |              | SW         |
|                                          | швидкість,<br>м/с                                                                 |                  | 6          | швидкість,<br>м/с                                                                  |                  | 6          | швидкість,<br>м/с                                                                   |              | 7          |
| Максимальна<br>швидкість ві-<br>тру, м/с | спостереже-<br>на                                                                 |                  | 7          | спостере-<br>жена                                                                  |                  | 12         | спостережена                                                                        |              | 10         |
|                                          | розрахунко-<br>ва                                                                 |                  | 12         | розрахун-<br>кова                                                                  |                  | 11         | розрахункова                                                                        |              | 11         |
| Повторюва-<br>ність штилів,<br>%         | 50                                                                                |                  |            | 60                                                                                 |                  |            | 60                                                                                  |              |            |

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

| Характеристики за ділянками                                |                               | Сінгапур          | Філіпіни | Шанхай |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------|----------|--------|
| Температура повітря, °С                                    |                               | 32                | 34       | 32     |
| Температура води, °С                                       |                               | 27                | 28       | 28     |
| Відносна вологість, %                                      |                               | 82                | 85       | 75     |
| Повторюваність туманів, %                                  |                               | 1                 | 1        | -      |
| Видимість менше 2 міль                                     |                               | 1                 | 1        | -      |
| Хмарність, бали                                            |                               | 6                 | 7        | 5      |
| Солоність води, ‰                                          |                               | 63                | 57       | 50     |
| Щільність води, г/см <sup>3</sup> (або кг/м <sup>3</sup> ) |                               | 1.025             | 1.025    | 1,022  |
| Постійні течії                                             | назва                         | Південнокитайське |          |        |
|                                                            | термодинамічна характеристика | тепле             | тепле    | тепле  |
|                                                            | направлення                   | NE                | NE       | ENE    |
|                                                            | швидкість, вузл.              | 1-2               | 1-2      | 1-2    |
|                                                            | стійкість                     | 50-75             | 50-75    | 50-75  |
| Швидкість припливних течій, вузл.                          |                               | 1                 | 0,5      | 0,5    |
| Висота хвиль, м                                            | середня                       | 3                 | 1        | 1      |
|                                                            | максимальна                   | 6                 | 3        | 3      |
| Період хвиль, с                                            |                               | 7                 | 5        | 5      |

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

Порт Сінгапур розташований біля південного берега острова Сінгапур, приблизно в середній частині Сінгапурської протоки. Сінгапур є важливим торговим портом, оскільки він знаходиться на міжнародних морських торгових шляхах.

Порт Сінгапур складається з двох основних частин: Сінгапурського рейду і гавані Кеппел. Сінгапурський рейд розташований у бухті, що вдається до південного берега острова Сінгапур; на західному березі цієї бухти розташовано місто Сінгапур, проти якого споруджені причальні стінки, пірси і інші портові споруди. Гавань Кеппел знаходиться безпосередньо на захід від Сінгапурського рейду, в протоці між південним берегом острова Сінгапур і островами Лайки і Блаканг - Мати. Уздовж північного берега гавані Сінгапур споруджені добре обладнані причальні стінки, сухі доки і басейни.

Примітні пункти. При підході до порту Сінгапур примітні: пагорб Форт-Каннинг-Хилл з вежею скасованого маяка Форт-Каннинг; вежа з годинником, Телок-Аэр, що стоїть на рибному ринку; щогла сигнальної станції на пагорбах Файбер.

Лоцманська проводка. Обов'язкова для входу в порт Сінгапур і виходу з нього. Для підходу до причалів і відходу капітани зобов'язані брати лоцманів.

При підході до порту Сінгапур зі сходу лоцман приймається в 1.3 милі до NE від острова Сакиджанг-Пелепах, при підході з півдня в районі розташованому в 1 милі до E від острова Себарок, а для суден наступних по протоці Синки з W, лоцман приймається в районі, що знаходиться в 1.7 милі до WNW від острова Бусинг.

Лоцманські судна забарвлені у білий колір і несуть біло-червоний прапор, з синьою буквою «Р» в центрі.

Сигнальна станція, що знаходиться на пагорбах Фейбер, передає повідомлення про виклик лоцмана, і тоді один з лоцманів виходить назустріч судну. Лоцмана завжди можна знайти на лоцманській станції, яка знаходиться на причальній стінці 2 в гавані Кеппел.

Постачання. У порту є велика кількість рідкого палива. Тут можна поповнити запаси провізії і прісної води.

Дератизація суден робиться в порту Сінгапур. Тут видаються посвідчення про зроблену дератизацію, а також свідчення про звільнення від неї.

Якірні місця. Сінгапурський рейд розділений на ділянки, відведені для якірної стоянки військових кораблів, для суден, що стоять в карантині, для суден, завантажених вибуховими речовинами, а також для місцевих малих суден каботажного плавання.

Заборонені для якірної стояки райони на Сінгапурському рейді знаходяться до SE від мису Катонг і до NW від південно-західної кромки банки Ау-тер-шол. Межі цих районів показані на карті.

Якірні місця. На Сінгапурському рейді на якір ставати залежно від розмірів судна і його вантажу.

Судна з великим осіданням можуть ставати на якір між північно-західною кромкою банки Ау-тер-шол і ізобатою 15 м, що проходить мористее хвилелому Детачед-мол, в секторі між пеленгами  $310^{\circ}$  і  $355^{\circ}$  на маяк Фуллертон, глибини здесь 13-22 м; ґрунт, пісок і мул.

Під час південно-західного мусону на рейді іноді бувають сильні шквали, що перешкоджають бункеруванню.

Гавань Кеппел розташована між островом Сінгапур, що обмежує її з N, і сотровами Лайки і Блаканг-Мати, що обмежують її з S.

Східний вхід в гавань обмежений з півночі мисом Пагар, а з півдня скелястою косою Терегех, що виступає від острова Лайки; ширина входу в гавань 4.5 кбт. У східному вході в гавань лежить велика скеля Тембага і група банок Лайки, що ділять її на три підходи: Північний, Середній і Південний.

Усі доки, причали і інше устаткування належать Управлінню порту Сінгапур, і знаходяться на північній стороні гавані.

Портові споруди складаються з довгих стінок, великого басейну Емпайр, декількох сухих доків і іншого устаткування. На набережних прокладені залізничні колії, споруджені склади, холодильники і інші портові будівлі.

Обидва береги гавані, за винятком тих, де споруджені причали або набережні, облямовані осыхающими рифами. Кромки цих рифів приглубы, глибини досягають 5-7 м.

Стоянка суден на якорі в гавані Кеппел заборонена. Ставати тут можна тільки у разі потреби і при швартовці.

Приливо-відливні течії. У східній частині гавані Кеппел до S від мису Пагар приливна течія йде на NW із швидкістю 2-3 вузла, відливна течія на SE з такою ж швидкістю. На захід від мису Пагар швидкість приливної течії незначна. Цю обставину необхідно враховувати при підході до док, оскільки тут судно може в такому положенні, що його носова частина не випробовуватиме дії течії, тоді як кормова частина ще знаходитиметься під дією сильної течії.

У районі між причальними стінками 3 і 4 приливна течія йде на W із швидкістю 3 вузла. У районі, розташованому до SW від банки Меандер, приливна течія змінює свій напрям на NW, а відливне на SE.

На захід від цього району до S від доків №2 і №1 приливна течія, огинаючи острів Ханту, спочатку йде на W, а потім змінює свій напрям на NW і SW.

У районі між мисами, що обмежують західний вхід в гавань Кеппел, приливна течія йде на W; швидкість його досягає 4 вузлів. Відливна течія в цьому ж районі йде на ENE із швидкістю 3 вузла.

Настанови для входу в гавань Кеппел. Хоча вхід в гавань і вихід з неї особливих труднощів не представляють, проте слід користуватися послугами лоцмана, оскільки акваторія для розвороту в гавані невелика, а приливо-отливні течії в ній досягають великої швидкості. Щоб розгорнути судно на 180°, іноді доводиться пройти через усю гавань, вийти з неї через інший вхід, розгорнутися за межами гавані і увійти до гавані знову.

Нижче на малюнку представлений план порту Сінгапур.

Документи необхідні на прихід/відхід судна :

Ports of Call and Loading List - 2 шт.

Crew Report - 2 шт.

Crew List - 2 шт.

Passenger Report if passengers onboard - 2 шт.

Passenger List if passengers onboard - 2 шт.

Report of Ships Stores - 2 шт.

## Crew Effects and Declaration - 2 шт.

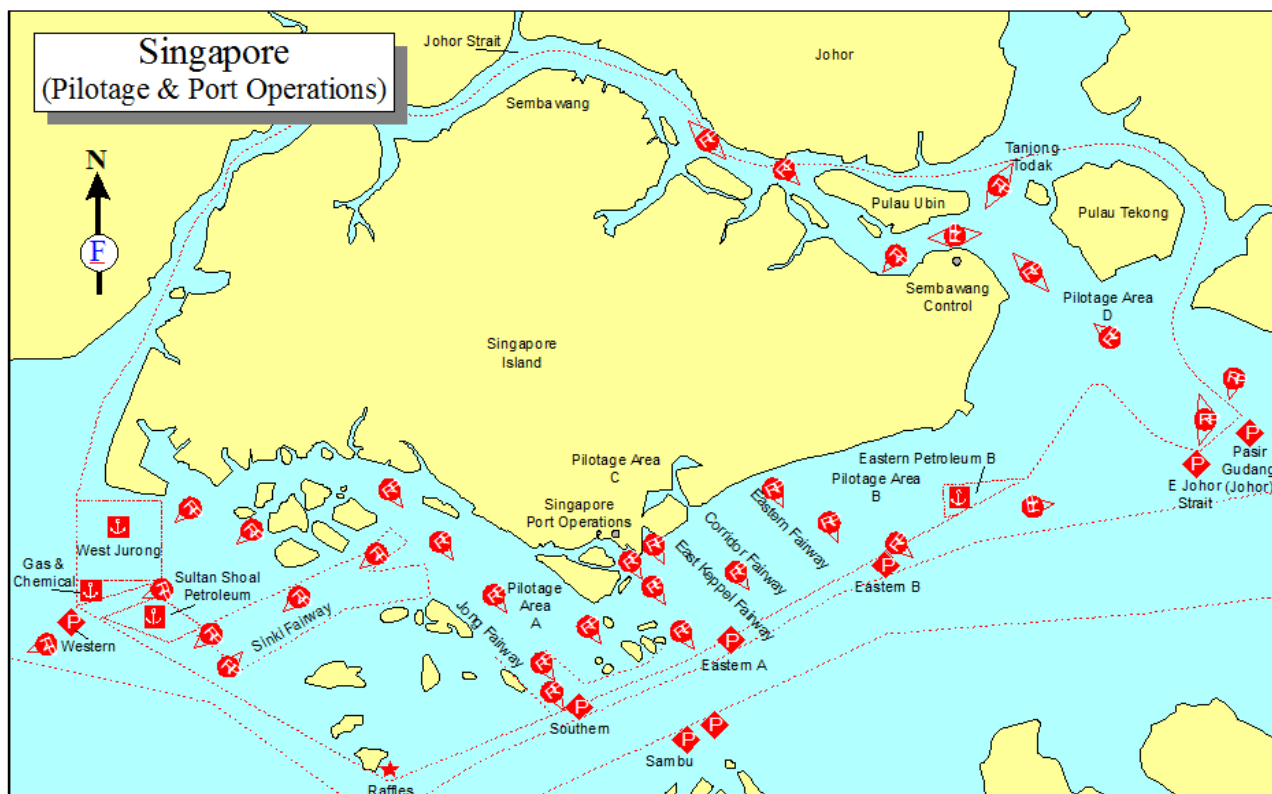


Рисунок 2.1 - Порт Сінгапур

Порт Шанхай - найбільший і завантажений порт Китаю розташований в гирлі річки Чанжанг. Порт грає головну роль в китайських вантажопотоках і пасажирських перевезеннях і складається з безлічі гаваней. У порту розташовані більше 100 причалів і невеликих швартових місць уздовж річки. В основному порт приймає зарубіжні судна, а судна каботажного плавання приймають біля порти, що лежать, - сателіти. Щорічно близько 316000000 тонн вантажу, включаючи 11300000 teu контейнерів, обробляється в порту. Вантажна марка в порту - літня.

Орієнтовний час прибуття судна в порт докладається місцевому агентіві за 72, 48 і 24 години до підходу до лоцманської точки. Доповідь повинна включати час і дату підходу, а також осідання судна в солоній і прісній водах. Якщо на борту є небезпечний вантаж, то інформація про характеристики, упаковку, кількість і клас докладається в точності як і ЕТА.

Зв'язок в порту Шанхай здійснюється через Shanghai Radio або Tianjin Radio(позивний "XSV"). Обидві станції працюють 24 години в добу. По приходу в порт вільна практика надається по радіо. Дератизацію можна провести у будь-якому порту Китаю і отримати міжнародний сертифікат.

Основні правила порту :

Перш ніж почати прийом баласту, спускати шлюпки на воду, перевіряти ГД, тестувати судновий радіо зв'язок або фарбувати зовнішній корпус судна необхідно у письмовій формі отримати дозвіл від Капітана порту.

Якщо судно хоче отримати бункер або зробити зварювальні операції, то окрім дозволу Капітана порту мають бути присутніми спостерігачі порту.

У порту на трапі завжди повинна знаходитися вахта і під трапом натягнута сітка безпеки.

Під час вантажних операцій вахтовий помічник завжди повинен координувати усі дії з береговими службами і тримати зв'язок з відповідальними особами берегових служб.

Морські буї, канали і фарватери. Вхідний канал по річці складається з 2-х частин. Південний канал, який має довжину 98 кілометрів, глибину до 7 метрів і ширину 500 метрів, з глиною і піском на дні. Канал використовується судами до 10000 тонн і більше не поглиблюється. У каналі є присутнім 3 великих мілини.

Північний канал 33 кілометри в довжину і 250 метрів в найвужчому місці завширшки. Мінімальна глибина 7 метрів, яка під час повної води збільшується до 10 метрів. Далі Північний канал ділиться на ділянки від порту до порту безпосередньо до Шанхаю і має довжину близько 85 кілометрів. У міру дотримання зустрічаються ділянки з мілинами, клубина над якими не перевищує 8 метрів. Оскільки канал дуже завантажений рухом суден, то в нім спеціально були споруджені місця для розбіжності суден і зони для розворотів.

Лоцманська проводка в порт обов'язкова. Посадочне місце в координатах 31°03.12'N 122°08.10'E(31°04.42'N 122°25.30'E для великогабаритних суден).

Якірні місця розташовані в спеціально відведених зонах з глибинами від 10 до 14 метрів. Дно: мул і пісок. Усі якірні місця захищені від тайфунів і північних вітрів.

Максимальна висота приливної хвилі при підході до Шанхаю 4,2 метри, швидкість течії досягає 3,5 вузла.

При русі по каналах існує система розділення руху з точками доповіді і постійним береговим наглядом, оскільки щільність руху дуже велика. З великих радіолокацій центру контролюють рух по річці.

Усі причали порту оснащені сучасними потужними вантаже навантажувальними засобами, кранами, пересувною технікою. У порту тільки 18 пачок на контейнерному терміналі. Порт має в розпорядженні велику кількість площ для зберігання усіх видів вантажів. Дуже багато пересувної техніки, тракторів, конвеєрів, насосів. Також порт має в розпорядженні спеціалізовані причали під рідкі, сипкі, генеральні і інші види вантажів. У порту є багато буксирів і іншої плавучої техніки.

У порту можна зробити будь-які види ремонту, поповнити запаси води, палива, постачання. У порту є сухі доки.

У порту постійно відбувається будівництво і розширення, добудовуються причали і поглиблюються гавані, планується добудувати ще близько 5 міні гаваней, які будуть спеціалізованими.

Нижче на малюнку представлений план порту Шанхай і розташованого в нім порту Баошан (Рис.2.2 і 2.3)

Необхідні документи на прихід/відхід:

1. Crew List - 4 шт.
2. Vaccination List - 1 шт.
3. Cargo Manifests - 5 шт.
4. Stowage Plans - 2 шт.
5. Passenger List - 4 шт.
6. Dangerous goods List - 2 шт.
7. Store List - 2 шт.

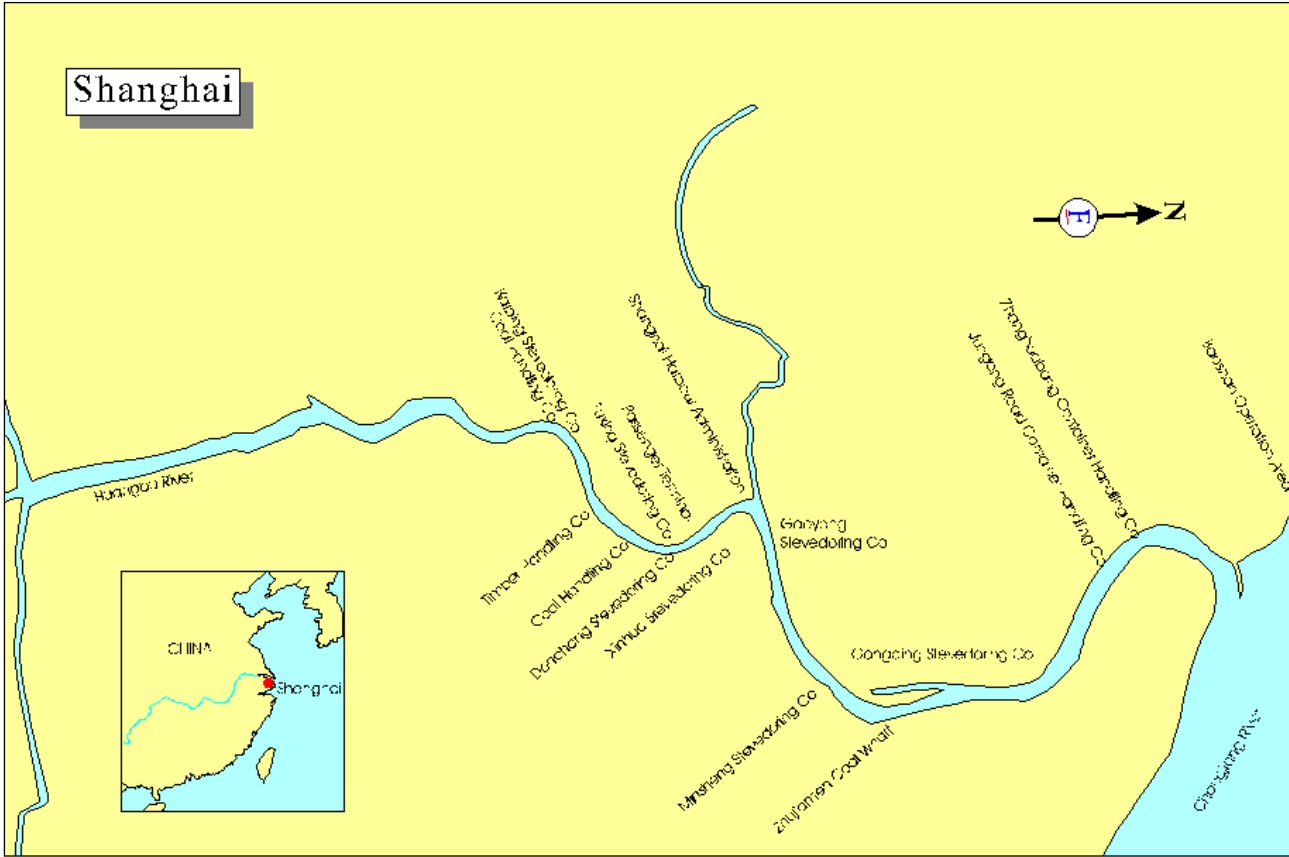


Рисунок 2.2 - План порту Шанхай

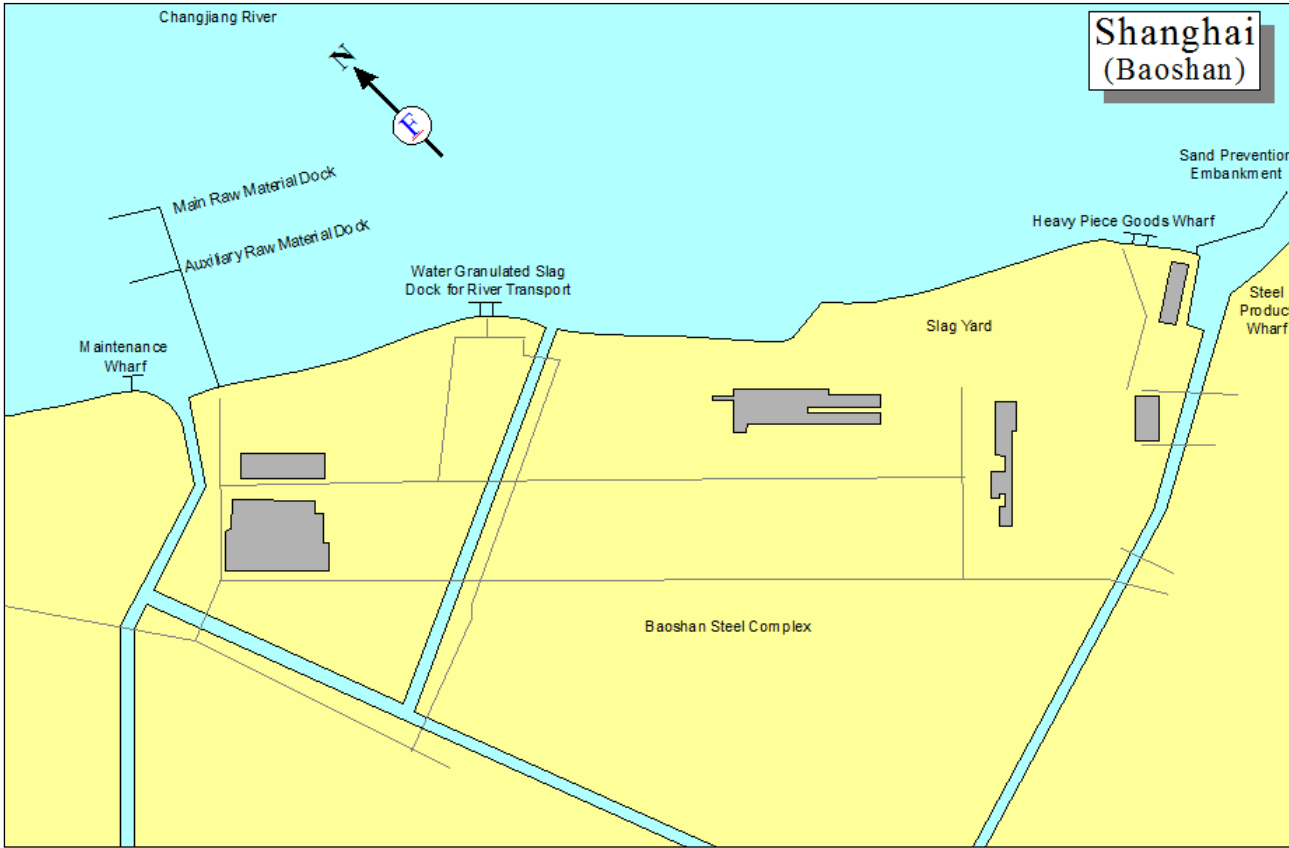


Рисунок 2.3 - План порту Баошан

Таблиця 2.9 - Засоби навігаційного обладнання

| N<br>з/п | Назва                    | Координати<br>φ(N)    ((E) | Д-ть<br>Вид-ті<br>милі | Харак-<br>тери-<br>стики |
|----------|--------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------|
| 1        | Seringat                 | 1°13,9'    103°51,5'       | 5                      | Fl(3) 15s                |
| 2        | Batu Berhanti            | 1°11,1'    103°53,0'       | 12                     | Fl3s                     |
| 3        | Hai Jiao                 | 30°44,1'    123°08,5'      | 16                     | Fl6s                     |
| 4        | Changjiang<br>Kou(Racon) | 31°06,2'    122°32,0'      | 10                     | Fl6s                     |

## 2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

### 2.3.1 Розрахунок ортодромії

Коли траса майбутнього плавання включає океанський перехід, вплив погоди і стан моря набувають особливо важливого і нерідко основного значення при виборі найвигідного шляху судна. При здійсненні такого вибору виникає потреба задовольнити найрізноманітніші запити : перехід має бути для судна безпечним, економічним, протікати у бажані терміни і за найбільш сприятливих зовнішніх умов, сприяючих підлягаючому зберіганню перевезенню вантажів, комфорту пасажирів і екіпажа, мінімальній витраті палива і мастильних матеріалів і т. д. Усі подібні умови перерахувати нелегко, але навіть якщо обмежуватися приведеними вище і вважати їх рівнозначними, то за певних умов погоди і стану моря взагалі неможливо буде знайти той шлях, наслідуючи які судно буде в змозі виконати поставлені завдання. Тому при виборі найвигідного шляху обмежуються завданням якого-небудь одного або декількох найбільш важливих

для цього рейсу умов. Маршрут, що якнайкраще задовольняє таким умовам, називають оптимальним шляхом морського судна.

Керівництво «Океанські шляхи світу», Керівництво призначене для покращення рішення задачі по вибору шляху морського судна між найбільш важливими пунктами Світового океану з урахуванням сезонних змін гідрометеорологічних умов плавання і експлуатаційних якостей судна. На переході генеральну карту укладають в окремий ящик. Суднові номери картам не привласнюють.

При виборі трансокеанського переходу необхідно розрахувати плавання по ортодромії. Існує декілька способів такого розрахунку, перший з них аналітичний.

Для того, щоб нанести ортодромію на Меркаторську проекцію, необхідно знати параметри ортодромії, а по них розрахувати координати проміжних точок. Параметрами ортодромії є:  $\lambda_0$  - довгота точки перетину з екватором,  $k_0$  - курс в цій точці.

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\lambda_n - \lambda_k}{2} - \lambda_0\right) = \operatorname{tg} \frac{\lambda_n - \lambda_k}{2} \times \sin(\varphi_n + \varphi_k) \times \operatorname{cosec}(\varphi_n - \varphi_k) \quad (2.1)$$

де:  $(\lambda_n - \lambda_k)$  и  $(\varphi_n + \varphi_k)$  - координати точок приходу і відходу.

Курс обчислюється за формулою:

$$\operatorname{ctg} k_0 = \operatorname{tg} \varphi_n \times \operatorname{cosec}(\lambda_n - \lambda_0) \quad (2.2)$$

Знаючи параметри, розрахунок проміжних точок ортодромії можна виконати таким чином: оскільки в нашому випадку ортодромія близька у напрямку до паралелі, то доцільно задавати довготи проміжних точок через  $10^\circ$  і розраховувати їх широти по формулі:

$$\operatorname{tg} i = \sin(\lambda_i - \lambda_0) \times \operatorname{ctg} k_0 \quad (2.3)$$

Другий спосіб розрахунку плавання по ортодромії полягає в наступному: використовуються карти гномонічної проекції (штурманський спосіб). Вони дозволяють прокласти курс між початковою і кінцевою точками шляху, а також визначити початкові курси для плавання через інтервали відповідні різниці довгот 5 і  $20^\circ$ .

У третьому випадку, використовуючи ортодромічну поправку, плавання по ортодромії замінити плаванням по хордах завдовжки 200-300 миль, а координати точок повороту розрахувати по формулах письмового числення.

Цей рейс не містить трансокеанський перехід, тому розрахунок ортодромії можна не робити.

Наведу приклад розрахунку.

$$S = \frac{PШ}{\cos K} \quad (2.4)$$

$$\operatorname{tg} K = \frac{PД}{PМЧ} \quad (2.5)$$

$$\cos D = \sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \cos(\lambda_2 - \lambda_1) \quad (2.6)$$

Розрахуємо довжину локсодромії та ортодромії між крапками:

$$\varphi_{\Pi}=45^{\circ} 35'N \quad \varphi_K=36^{\circ} 00'N$$

$$\lambda_{\Pi}=56^{\circ} 15'W \quad \lambda_K=07^{\circ} 00'W$$

Розрахунки наведемо у вигляді таблиць.

Таблиця 2.10 – Розрахунок локсодромії

|    |           |    |            |     |        |
|----|-----------|----|------------|-----|--------|
| фк | 36°00.0'N | λк | 007°00.0'W | РМЧ | - 762  |
| фп | 45°35.0'N | λн | 056°15.0'W | К   | 104,4° |
| РШ | - 575     | РД | 2955       | S   | 2304   |

Таблиця 2.11 -Розрахунок ортодромії

|                                                                         |   |               |
|-------------------------------------------------------------------------|---|---------------|
| $\sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2$                                   | + | 0,421935      |
| $\cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \cos(\lambda_2 - \lambda_1)$ | + | 0,371447      |
| $\cos D$                                                                |   | 0,7919        |
| D                                                                       |   | 37,9° = 2274' |

$$\Delta = S - D = 2304 - 2274 = 30.0 \text{ миль}$$

Висновок: різниця становить 30.0 миль, тому не має сенсу проводити плавання по дузі великого кола.

Розрахунок параметрів ортодромії:

$$\lambda_o = \frac{(\lambda_K + \lambda_H)}{2} - a \tan \left[ \operatorname{tg} \left( \frac{\lambda_K - \lambda_H}{2} \right) \cdot \sin(\varphi_K + \varphi_H) \cdot \operatorname{cosec}(\varphi_K - \varphi_H) \right] \quad (2.7)$$

$$\operatorname{ctg} K_o = \operatorname{tg} \varphi_K \cdot \operatorname{cosec}(\lambda_K - \lambda_o) \quad (2.8)$$

Таблиця 2.12 – Курси і відстані при плаванні по ортодромії

| N | Широта     | Довгота     | Курс | Відстань |
|---|------------|-------------|------|----------|
| 1 | 45° 39. 0N | 050° 00.0 W | 89   | 262      |
| 2 | 45° 04.0 N | 040° 00.0 W | 95   | 423      |
| 3 | 45° 33.0 N | 030° 00.0 W | 102  | 439      |
| 4 | 41° 02.0 N | 020° 00.0 W | 109  | 469      |
| 5 | 37° 21.0 N | 010° 00.0 W | 115  | 514      |
| 6 | 36° 00.0 N | 007° 00.0 W | 119  | 166      |

### 2.3.2 Складання маршрутних листів

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

### 2.3.3 Графічний план переходу

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

### 2.3.4 Розрахунок природної освітленості

Розрахунки освітленості виконують двома послідовними наближеннями:

- 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 **tg A** розрахуємо азимути Сонця (Z) при сході і заході, які також внесемо до таблиці 2.13.

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

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

Місцевий час явища переводять у Грінвічний:

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

Грінвічний час явища переводять в судновий:

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

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

Таблиця 2.13 – Елементи освітленості

| Дата  | Початок<br>навігац.<br>сутінків | Сонце |    |       |     | Кінець<br>Нав.<br>сутінків | Місяць     |            |             |
|-------|---------------------------------|-------|----|-------|-----|----------------------------|------------|------------|-------------|
|       |                                 | Схід  |    | Захід |     |                            | Схід<br>Тс | Рік<br>дні | Захід<br>Тс |
|       |                                 | Тс    | А  | Тс    | А   |                            |            |            |             |
| 08/07 | 05.15                           | 06.04 | 67 | 18.14 | 293 | 19.02                      | 03.50      | 27         | 16.19       |
| 10/07 | 04.27                           | 05.17 | 67 | 18.07 | 293 | 18.58                      | 04.51      | 29         | 18.09       |
| 12/07 | 04.28                           | 05.23 | 65 | 19.01 | 295 | 20.00                      | 06.54      | 1          | 20.49       |

### 2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

Під приливними явищами у Світовому океані розуміють динамічні і фізико-хімічні процеси у водах морів і океанів, викликані приливообразуючими силами. Приливами називають приливні коливання рівня моря — висота поверхні моря, вільна від впливу вітрових хвиль і брижів і вимірюваною відносно умовного горизонту(нуль урівненого поста).

Рівень моря в цей фізичний момент називають миттєвим рівнем моря. Найнижчий рівень моря, що спостерігався в цьому місці за певний інтервал часу, називають мінімальним рівнем моря, а найвищий — максимальним рівнем моря. Величина, отримана в результаті усереднювання спостережуваних значень рівня за певний інтервал часу, називається середнім рівнем моря(CPM). Вірогідність того, що рівень моря рівний або перевищує задане значення, називається забезпеченістю рівня моря. Рівень моря заданої забезпеченості є розрахунковим, рівень моря.

Різниця між найбільшим і найменшим значеннями рівня моря за певний інтервал часу, наприклад за добу, називається величиною коливання рівня моря, що нерідко невірно називається як амплітуда коливань рівня моря.

У будь-якому пункті Землі рівень моря постійно змінюється. Причини впускених коливань можуть бути короткочасними і позовними. Останні обумовлюються, головним чином, підйомами і опусканнями суші; вони незначні за

величиною і прямого стосунку до безпеки мореплавання не мають. Короткочасні коливання рівня моря можуть носити регулярний(періодичний) і випадковий(неперіодичний) характер. Регулярні коливання рівня викликаються: приливообразующими силами Місяця і Сонця(приливні коливання); вітрами, що періодично змінюються; річним ходом опадів; випаром; стоком континентальних вод(сезонні коливання) та ін. Випадкові коливання рівня відбуваються під впливом вітру, що неперіодично змінюється, від різкої зміни атмосферного тиску.

Загальна характеристика приливних явищ для усього переходу описана вище. У цьому підпункті приведені дати і час висот повних і малих вод на дати і порти відходу і приходу. Нижче представлена таблиця повних і малих вод для вказаних портів на дати відходу і приходу

Таблиця 2.14 - Час настання повних і малих вод.

| Сінгапур     |              | Шанхай       |              |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 08/07        | 08/07        | 12/07        | 12/07        |
| Тп<br>hп     | Тп<br>hп     | Тп<br>hп     | Тп<br>hп     |
| 01:59<br>3.3 | 14:45<br>3.2 | 08:38<br>2.7 | 20:52<br>2.6 |
| Тм<br>hм     | Тм<br>hм     | Тм<br>hм     | Тм<br>hм     |
| 07:48<br>0.2 | 20:03<br>0.8 | 02:45<br>1.0 | 15:46<br>1.3 |

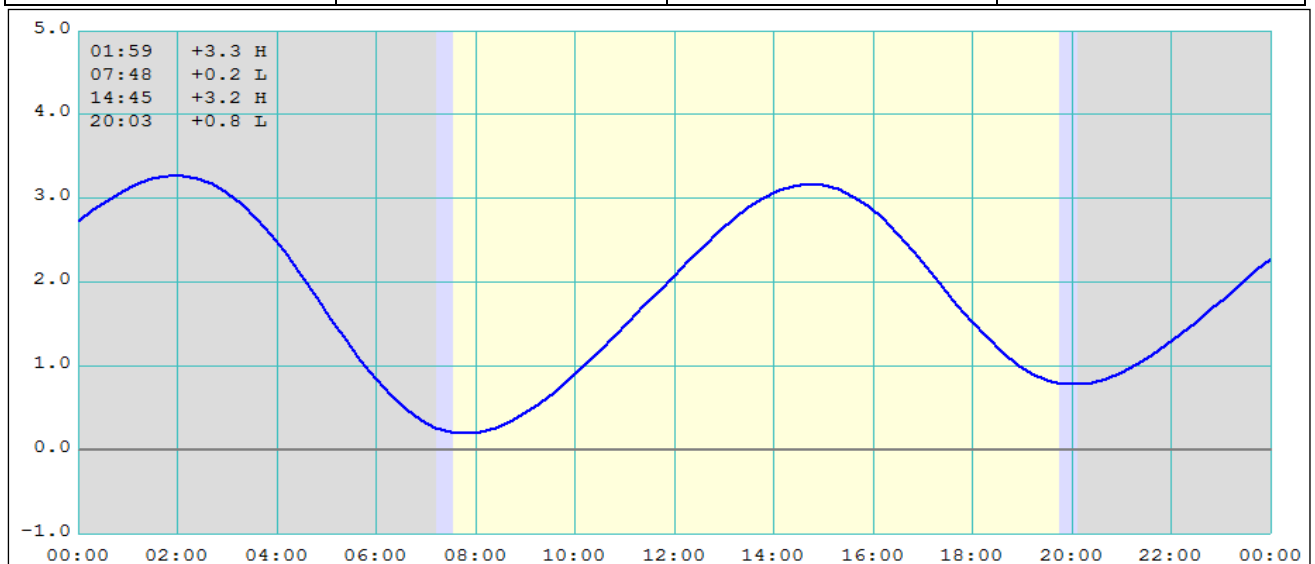


Рисунок 2.4 - Графік приливів в порту Сінгапур

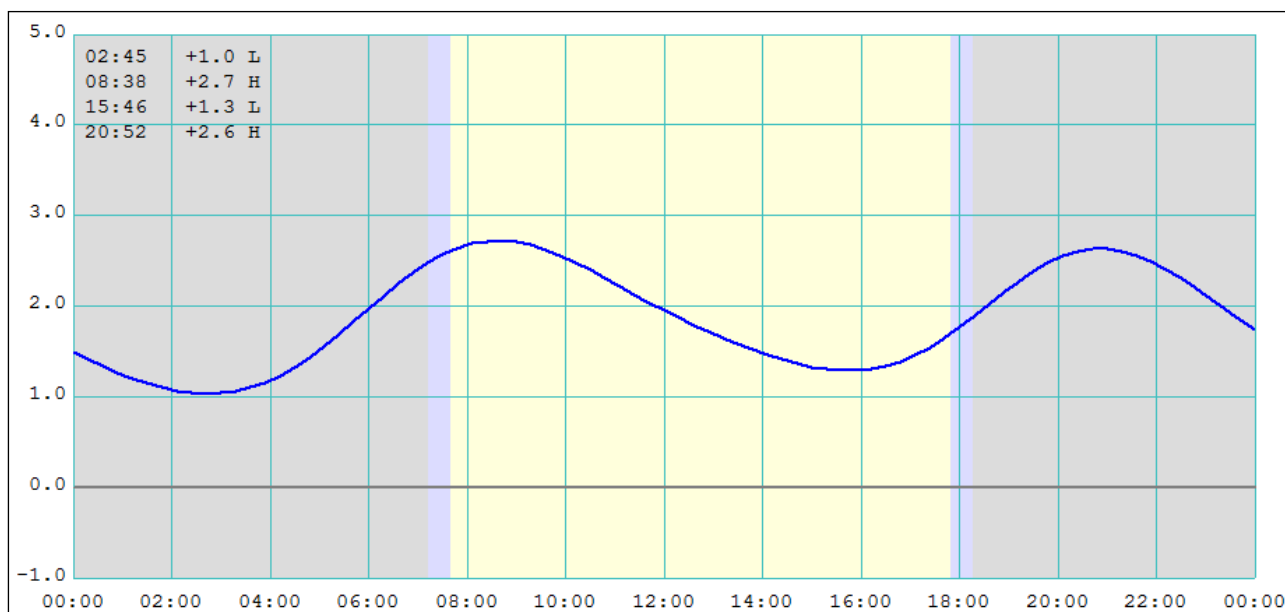


Рисунок 2.5 - Графік приливів в порту Шанхай

## 2.4 Висновки

Перехід з порту Сінгапур до порту Шанхай проходить по Піденно-Китайському морю. У процесі опрацювання навігаційного переходу були обра-ні безпечні курси плавання відповідно до пори року. Загальна протяжність пе-реходу склала 2344милі; час виходу з порту Сінгапур 08 липня 08:00 за місце-вим часом; час приходу в порт Шанхай 12 липня о 22:38. Тривалість переходу 4 доби 14 годин.

При плаванні поблизу берегів найбільш точними способами визначення місця судна є визначення за допомогою РЛС, візуально, а так само комбінова-ним способом. Резервний спосіб обсервації - GPS і астрономічний.

Запропонований шлях судна є економічним і безпечним з точки зору на-вігації маршрутом для даного переходу.

## РОЗДІЛ 3

### ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ

#### 3.1 Транспортні характеристики вантажів

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

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

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

Перевезення навалювальних вантажів морем регламентуються міжнародними документами:

- International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 74/78), Chapters VI, VII [15];
- International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78) [16];
- International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code) [17];
- International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code) [29];
- Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing (CSS Code) [30];
- Code of Safe Practice for Ships Carrying Timber Deck Cargoes, 2011 (2011 TDC Code) [31];
- Thomas Stowage: The Properties and Stowage of Cargoes [32].

Транспортні характеристики вантажу : Контейнери. Під вантажним контейнером розуміється одиниця транспортного устаткування багато разів використовувана на одному або декількох видах транспорту, призначена для

перевезення і тимчасового зберігання вантажів, з пристосуваннями, що забезпечують механізовану установку і зняття її з транспортних засобів.

У один контейнер можуть бути поміщені ті вантажі, які сумісні по своїм фізико-хімічним властивостях.

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

Після завантаження, контейнер повинен бути опломбований вантажовідправником або за його дорученням експедитором, що завантажує контейнера. В окремих випадках, коли завантаженням контейнерів займається за дорученням і за рахунок вантажовласника порт, він може пломбувати ці контейнери своїми пломбами.

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

До кожного контейнера на добре видному труднодоступному для пошкодження місці поряд з будь-якою іншою табличкою про допущення, виданої для офіційних цілей, постійно кріпиться табличка про допущення за умов безпеки.

Наявність таблички про допущення за умов безпеки не усуває необхідності наявності ярликів або іншої інформації, яка може бути потрібна відповідно до інших діючих правил.

Характеристики контейнерів, які використовують для перевезення на морському транспорті наведені в табл. 3.1.

Основні транспортні характеристики вантажів, що перевозяться представимо в табличній формі (табл. 3.2).

Таблиця 3.1 - Типи і види контейнерів

| Тип і вид                                                                                                          | Внутрішні розміри [м]                                                      | Куб. об'єм [м³]           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|  40' High Cube Container          | L: 12,056<br>W: 2,347<br>H: 2,380                                          | 76,0                      |
|  40'футовий стандартний контейнер | L: 12,022<br>W: 2,352<br>H: 2,395                                          | 67,7                      |
|  20' Dry Freight Container        | L: 5.919 m 19' 5"<br>W: 2.340 m 7' 8"<br>H: 2.380 m 7' 9 1/2"              | 33.0 cbm<br>1,165 cu. ft. |
|  20' Open Top Container          | L: 5.919 m 19' 5"<br>W: 2.340 m 7' 8"<br>H: 2,286 m 7' 6"                  | 31.6 cbm<br>1,116 cu. ft. |
|  40' Open Top Container         | L: 12.043 m 39' 6"<br>W: 2.338 m 7' 8"<br>H: 2.272 m 7' 5 1/4"             | 64.0 cbm<br>2,260 cu. ft. |
|  45' High Cube Reefer Container | L: 13.102 m 42' 11 13/16"<br>W: 2.294 m 7' 6 5/16"<br>H: 2.509 m 8' 2 3/4" | 75.4 cbm<br>2,663 cu. ft. |
|  40' High Cube Reefer Container | L: 11.557 m 37' 11"<br>W: 2.286 m 7' 6"<br>H: 2.491 m 8' 2"                | 65.8 cbm<br>2,324 cu. ft. |
|  40' Reefer Container           | L: 11.207 m 36' 9"<br>W: 2.246 m 7' 4"<br>H: 2.183 m 7' 2"                 | 54.9 cbm<br>1,940 cu. ft. |

Таблиця 3.2 – Транспортні характеристики вантажів

| Найменування вантажу та його упакування | Кількість, шт. | Маса партії вантажу, т | Валові норми вантажних робіт, конт./год |              |
|-----------------------------------------|----------------|------------------------|-----------------------------------------|--------------|
|                                         |                |                        | Завантаження                            | Вивантаження |
| Контейнери 20',                         | 830            | 18183                  | 50                                      | 50           |
| Контейнери 40'                          | 987            | 23215                  |                                         |              |
| ЗАГАЛОМ                                 | 1817           | 41398                  |                                         |              |

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

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

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

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

Договір морського перевезення вантажу повинен полягати у письмовій формі.

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

Як договір морського перевезення при відправках малопартійних генеральних вантажів в лінійному судноплавстві використовують коносамент.

Коносамент - один з головних інструментів в операціях, зв'язаних з використанням морських судів. З юридичної сторони коносамент є:

1. розпискою перевізника про прийом вантажу вказаного роду, у вказаній кількості і стані;
2. доказ договору перевезення;
3. товаророзпорядчий документ, що дозволяє його власнику розпоряджатися вантажем.

Застосовуються два види коносаментів залежно від часу їх видачі відправнику: для вантажу, прийнятого до перевезення (received for shipment), і для вантажу, прийнятого на борт (on board або shipped on board).

Штурманська розписка є посвідченням судновласника в ухваленні товару до перевезення. Виписує цей документ помічник капітана на підтвердження отримання конкретної партії на борт судна. Розписка описує видимий стан товарів і дозволяє перевізнику видати коносамент. У ній відображаються результати перевірки, що проводиться контролерами судновласника при прийомі товару для завантаження або під час навантаження. Це нетоваророзпорядчий документ. По проханню відправника він може бути замінений коносаментом.

Чартерний (фрахтовий) коносамент - документ, в який інкорпорується шляхом посилання окремі з умов чартер-партії з тим, щоб вони могли мати ефект для вантажоодержувача або індосата коносамента. Але коносамент, виданий по чартеру, який не включає умови чартеру за договором з одержувачем вантажу або індосатом, не є фрахтовим коносаментом.

Делівері-ордер (пайовий коносамент) - товаророзпорядчий документ, видаваний перевізником або вантажоодержувачем з підтвердженням капітаном судна. Використовується у разі продажу вантажоодержувачем товару до того, як він прийняв поставку. Товар може бути куплений різними покупцями, на кожного з них виписується делівері-ордер на відповідну частину товару.

Таймшит - документ - відомість обліку часу стоянки судна (сталійного часу), передбаченого чартером на виробництво вантажних операцій. Він

складається в кожному порту завантаження і вивантаження судна, підписується капітаном і представником фрахтувальника. Служить підставою для розрахунку по діспачу і демереджу. У таймшите фіксуються всі виробничі операції і непродуктивні простої за час стоянки судна в порту. У ньому указуються: найменування порту і судна; дата і час прибуття судна і вручення нотіса про готовність до завантаження (вивантаження); дата і час фактичного початку і закінчення вантажних робіт; тривалість і причини перерв в роботі; норма вантажних робіт по чартеру.

Морська накладна (лінійна накладна, океанська накладна) - документ, який підтверджує наявність договору перевезення вантажу морським шляхом і ухвалення або завантаження вантажу перевізником і по якому перевізник зобов'язується доставити вантаж вантажоодержувачу, вказаному в документі. Накладна не є ні оборотним, ні товаророзпорядчим документом, вантаж видається вказаному в ній вантажоодержувачу. До накладної додаються необхідні товаросупровідні документи.

Комерційний акт - документ, складений перевізником, або його представником, засвідчуючий факт недостачі, псування або пошкодження вантажу при його видачі одержувачу в пункті призначення. Він фіксує розмір, характер і причини незбереження вантажу і є підставою для покладання за неї матеріальної відповідальності на перевізника.

Маніфест - список вантажів, прийнятих на судно, який складають роздільно для кожного порту призначення на основі відомостей, вказаних в коносаменті. Він оформляється для митниці. По кожній партії вантажів в маніфесті приводять наступні дані: номер коносамента, маркіровку і кількість вантажних місць, рід вантажу, його масу і об'єм, найменування відправника і одержувача, загальну суму нарахованого фрахту і фрахт, сплачений відправником.

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

Люкові записки складаються роздільно по кожному трюму і містять перелік всіх коносаментних партій, розміщених в даному відсіку у порядку черговості їх вивантаження. Їх виписує вантажний помічник капітана на основі виконавчого вантажного плану і коносаментів.

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

При перевезенні контейнерів на спеціалізованих судах для їх кріплення використовують стандартні засоби кріплення багаторазового використання. В даний час розроблено надзвичайно велика кількість різних засобів кріплення. Все різноманіття спеціалізованих засобів кріплення вантажу можна розділити на групи: найтовні (відтяжки), закладні (фітінгові) і клітинні (ніздрюваті). Кожна з цих груп має свою сферу застосування і включає в себе цілий ряд різних засобів кріплення.

При розрахунку кріплення контейнерів на відкритій палубі необхідно враховувати наступні фактори:

- фактичну масу контейнерів
- схильність до зовнішнього впливу моря і вітру
- напруги, що виникають у системі кріплення, корпусі судна, люкових закриттях і контейнерах
- умови остійності судна.

Як правило, контейнери укладаються на палубу в певну кількість рядів і ярусів утворюючи тим самим блоки. Взаємне розташування контейнерів повинно бути таким, щоб воно забезпечувало достатній доступ для суднового/берегового персоналу, що здійснює кріплення або інспекцію контейнерів

### 3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

Міжнародна Конвенція про вантажну марку 1966 року [21] встановлює мінімальну висоту надводного борту для морських транспортних суден в залежності від району та сезону плавання, яка вказується в Міжнародному свідоцтві про вантажну марку (International Load Line Certificate), що видається на судно.

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

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

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

Перехід Сінгапур - Шанхай проходить в зоні дії літньої вантажної марки без обмежень по осадці. За розрахункову водотоннажність приймаємо встановлену для зони дії літньої вантажної марки .

Водотоннажність судна по літню вантажну марку ( $\Delta_l$ ) обирається з Техніко-експлуатаційних характеристик судна.

$$\Delta_p = \Delta_t = 84092 \text{ т.}$$

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

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

де:  $\Delta_o$  – водотоннажність судна порожнем.

$$\Delta_w = 84092 - 23450 = 60642 \text{ т}$$

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

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

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

Рейсові запаси знаходять як суму:

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

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

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

$j$  – відповідна цистерна (танк).

Ходовий час визначається за формулою:

$$t_x = (S - S_{\text{вузк}}) / (V_s \cdot 24) + S_{\text{вузк}} / V_{\text{вузк}} + t_{\text{зт}}, \quad (3.4)$$

де  $V_s$  - швидкість судна;

$S$  - довжина переходу, милі;

$S_{\text{вузк}}$  – пройдена відстань в вузкостях, милі;

$V_{\text{вузк}}$  – швидкість судна при проходженні вузкостей, вузл;

$t_{\text{зт}}$  - час затримок судна в рейсі, діб.

$$t_x = (2344 - 0) / (18 \cdot 24) + 0 / (19 \cdot 24) + 0 / 24 + 0,5 = 6 \text{ діб.}$$

Нормативна тривалість часу стоянки розраховується за формулою:

$$t_{\text{ст}} = \frac{Q}{M}, \quad (3.5)$$

де  $Q$  – кількість вантажу для перевезення;

$M$  – валова норма вантажних робіт, конт / доб.

До перевезення прийнято 1817 контейнерів.

$$t_{\text{ст}} = 1817 / (50 \cdot 24) + 1817 / (50 \cdot 24) + 1,2 = 4,2 \text{ д.}$$

Кількість ходових запасів складає суму:

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

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

$$P_{\text{х}}^{\text{п}} = q_{\text{х}}^{\text{п}} \cdot t_{\text{х}} \cdot k_{\text{шт}} = 897,6 \text{ т} \quad (3.7)$$

$$P_{\text{х}}^{\text{в}} = q_{\text{х}}^{\text{в}} \cdot t_{\text{х}} \cdot k_{\text{шт}} = 56,1 \text{ т} \quad (3.8)$$

$$P_{\text{х}}^{\text{м}} = q_{\text{х}}^{\text{м}} \cdot t_{\text{х}} \cdot k_{\text{шт}} = 44,9 \text{ т} \quad (3.9)$$

де  $q_{\text{х}}^{\text{п}}$ ,  $q_{\text{х}}^{\text{в}}$ ,  $q_{\text{х}}^{\text{м}}$  - добова норма витрачання палива, води і мастила на ходу судна відповідно, т / добу

$$P_{\text{х}}^{\text{зап}} = 897,6 + 56,1 + 44,9 = 998,6 \text{ т.}$$

Аналогічно знаходять кількість стоянкових запасів:

$$P_{\text{ст}}^{\text{зап}} = P_{\text{ст}}^{\text{п}} + P_{\text{ст}}^{\text{в}} + P_{\text{ст}}^{\text{м}}; \quad (3.10)$$

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

$$P_{\text{ст}}^{\text{в}} = q_{\text{ст}}^{\text{в}} \cdot t_{\text{ст}}; \quad (3.12)$$

$$P_{\text{ст}}^{\text{м}} = q_{\text{ст}}^{\text{м}} \cdot t_{\text{ст}}; \quad (3.13)$$

де  $q_{\text{ст}}^{\text{п}}$ ,  $q_{\text{ст}}^{\text{в}}$ ,  $q_{\text{ст}}^{\text{м}}$  - добова норма витрачання палива, води і мастила на стоянці судна відповідно, т / добу.

$$P_{\text{ст}}^{\text{п}} = 12 \cdot 4,22 = 61,2 \text{ т}$$

$$P_{\text{ст}}^{\text{в}} = 8 \cdot 4,22 = 40,8 \text{ т}$$

$$P_{\text{ст}}^{\text{м}} = 0,05 \cdot 61,2 = 3,1 \text{ т}$$

$$P_{\text{ст}}^{\text{зап}} = 61,2 + 40,8 + 3,1 = 105,1 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}} = 998,6 + 105,1 = 1103,7 \text{ т}$$

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

$$\Delta_{\text{ч}} = 60642 - (1103,7 + 450) = 59088,3 \text{ т}$$

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

$$P_{\text{вант}} = 41398 < \Delta_{\text{ч}} = 59088,3 \text{ т}, \text{ вимога виконується.}$$

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

На судні на відхід: паливо - 2470 т., мастило - 180 т., вода – 130 т.

### 3.4 Складання вантажного плану

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

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

Для збереження морехідних якостей судна повинні бути забезпечена його поздовжня і місцева міцність, необхідний диферент і остійність. Поздовжня міцність судна є одним з важливих факторів забезпечення безпеки плавання. Від розміщення вантажів залежить розподіл по довжині судна загальною навантаження. По-цьому при розміщенні вантажів прагнуть до того, щоб по можливості врівноважити сили підтримки і сили ваги на окремих ділянках по довжині судна. Одночасно судно завантажують з таким розрахунком, щоб не було крену і існував належний диферент. Це досягається шляхом відповідного розподілу вагового навантаження по вантажних приміщень судна. Найвигіднішою з експлуатаційної точки зору є така завантаженість судна, при якій досягається одночасно повне використання

його вантажопідйомності, так і вантажомісткості. Це можливо тільки при наявності важких і легких вантажів і відповідного їх підбору. Крім того, розміщення вантажів по відсіках має виходити з необхідності скорочення часу обробки кожного трюму і рівномірності вантажних операцій на кожному люку.

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

Результати розрахунків по визначенню розмірів партій вантажу, що приймаються до перевезення, представляються в формі табл. 3.3.

Таблиця 3.3 - Маса та об'єм партій вантажів, що приймаються до перевезення

| Назва<br>вантажного приміщення | Контейнери |                          |          |                          | Всього  |                          |
|--------------------------------|------------|--------------------------|----------|--------------------------|---------|--------------------------|
|                                | 20 футів   |                          | 40 футів |                          |         |                          |
|                                | Маса, т    | Площа,<br>м <sup>2</sup> | Маса, т  | Площа,<br>м <sup>2</sup> | Маса, т | Площа,<br>м <sup>2</sup> |
| 1                              | 2          | 3                        | 4        | 5                        | 6       | 7                        |
| ТРЮМ №1                        | 299        | 315,2                    | 0        | 0                        | 299     | 315,2                    |
| ПАЛУБА №1                      | 261,3      | 675,2                    | 0        | 0                        | 261,3   | 675,2                    |
| ТРЮМ №2                        | 617,1      | 699,2                    | 84,8     | 134,6                    | 701,9   | 833,8                    |
| ПАЛУБА №2                      | 937,6      | 625,6                    | 182      | 268,8                    | 1119,6  | 894,4                    |
| ТРЮМ №3                        | 866,7      | 717,6                    | 534,3    | 705,6                    | 1401    | 1423,2                   |
| ПАЛУБА №3                      | 1078,2     | 1067,2                   | 128,7    | 201,6                    | 1206,9  | 1268,8                   |
| ТРЮМ №4                        | 1439,2     | 1067,2                   | 650,7    | 1008                     | 2089,9  | 2075,2                   |
| ПАЛУБА №4                      | 1002,1     | 1085,6                   | 191,6    | 302,4                    | 1193,7  | 1388                     |
| ТРЮМ №5                        | 110,3      | 73,6                     | 967,2    | 1176                     | 1077,5  | 1249,6                   |
| ПАЛУБА №5                      | 0          | 0                        | 676,9    | 806,4                    | 676,6   | 806,4                    |
| ТРЮМ №6                        | 1657       | 1177,6                   | 688,2    | 1068,8                   | 2345,2  | 2246,4                   |
| ПАЛУБА №6                      | 1295,3     | 956,8                    | 0        | 0                        | 1295,3  | 956,8                    |
| ТРЮМ №7                        | 0          | 0                        | 1502,6   | 1848                     | 1502,6  | 1848                     |
| ПАЛУБА №7                      | 0          | 0                        | 638,5    | 806,4                    | 638,5   | 806,4                    |
| ТРЮМ №8                        | 1659,9     | 1177,6                   | 1207,7   | 1680                     | 2897,6  | 2857,6                   |
| ПАЛУБА №8                      | 0          | 0                        | 725,4    | 873,6                    | 725,4   | 873,6                    |
| ТРЮМ №9                        | 0          | 0                        | 1643,3   | 1982,4                   | 1643,3  | 1982,4                   |
| ПАЛУБА №9                      | 0          | 0                        | 703,2    | 974,4                    | 703,2   | 974,1                    |

Продовження табл. 3.3

| 1          | 2      | 3       | 4      | 5       | 6      | 7      |
|------------|--------|---------|--------|---------|--------|--------|
| ТРЮМ №10   | 1922,6 | 1251,2  | 652,6  | 772,8   | 2575,2 | 2024   |
| ПАЛУБА №10 | 0      | 0       | 739,4  | 873,6   | 739,4  | 873,6  |
| ТРЮМ №11   | 0      | 0       | 1481,3 | 1780,8  | 1481,3 | 1780,8 |
| ПАЛУБА №11 | 0      | 0       | 728,2  | 873,6   | 728,2  | 873,6  |
| ТРЮМ №12   | 1439,8 | 1619,2  | 702,3  | 1108,8  | 2142,1 | 2728   |
| ПАЛУБА №12 | 0      | 0       | 1337,9 | 1713,6  | 1337,9 | 1713,6 |
| ТРЮМ №13   | 1130,5 | 883,2   | 461,4  | 604,8   | 1591,9 | 1488   |
| ПАЛУБА №13 | 0      | 0       | 1290,2 | 1612,8  | 1290,2 | 1612,8 |
| ТРЮМ №14   | 126,7  | 110,4   | 1427,3 | 1791,4  | 1554   | 1901,8 |
| ПАЛУБА №14 | 0      | 0       | 861,9  | 1041,6  | 861,9  | 1041,6 |
| ТРЮМ №15   | 979,1  | 846,4   | 471,3  | 974,4   | 1450,4 | 1820,8 |
| ПАЛУБА №15 | 0      | 0       | 570,6  | 1713,6  | 570,6  | 1713,6 |
| ТРЮМ №16   | 232    | 184     | 870,4  | 1108,8  | 1102,4 | 1292,8 |
| ПАЛУБА №16 | 425,2  | 386,4   | 325    | 840     | 750,2  | 1226,4 |
| ТРЮМ №17   | 515,5  | 460     | 368,8  | 504     | 884,3  | 964    |
| ПАЛУБА №17 | 188,1  | 147,2   | 210    | 336     | 398,1  | 483,2  |
| ПАЛУБА №18 | 0      | 0       | 191,2  | 1680    | 191,2  | 1680   |
| ЗАГАЛОМ    | 18183  | 15526,4 | 23215  | 33167,6 | 41398  | 48694  |

### 3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

Рейс здійснювався з порту Сінгапур в порт Шанхай в липні місяці. Протяжність переходу 2343,82 милі. Гідрометеорологічні умови плавання описані в 2 главі. Короткий опис портів і їх технічні можливості опишемо нижче.

Порт Сінгапур розташований біля південного берега острова Сінгапур, приблизно в середній частині Сінгапурської протоки. Сінгапур є важливим торговим портом, оскільки він знаходиться на міжнародних морських торгових шляхах.

Порт Сінгапур складається з двох основних частин: Сінгапурського рейду і гавані Кеппел.

Постачання. У порту є велика кількість рідкого палива. Тут можна поповнити запаси провізії і прісної води.

Усі доки, причали і інше устаткування належать Управлінню порту Сінгапур, і знаходяться на північній стороні гавані.

Портові споруди складаються з довгих стінок, великого басейну Емпайр, декількох сухих доків і іншого устаткування. На набережних прокладені залізничні колії, споруджені склади, холодильники і інші портові будівлі.

Порт Шанхай - найбільший і завантажений порт Китаю розташований в гирлі річки Чанжанг. Порт грає головну роль в китайських вантажопотоках і пасажирських перевезеннях і складається з безлічі гаваней. У порту розташовані більше 100 причалів і невеликих швартових місць уздовж річки. В основному порт приймає зарубіжні судна, а судна каботажного плавання приймають біля порти, що лежать, - сателіти. Щорічно близько 316000000 тонн вантажу, включаючи 11300000 теу контейнерів, обробляється в порту.

Вантажна марка в порту - літня.

Усі причали порту оснащені сучасними потужними вантажними засобами, кранами, пересувною технікою. У порту тільки 18 пачок на контейнерному терміналі. Порт має в розпорядженні велику кількість площ для зберігання усіх видів вантажів. Дуже багато пересувної техніки, тракторів, конвейрів, насосів. Також порт має в розпорядженні спеціалізовані причали під рідкі, сипкі, генеральні і інші види вантажів. У порту є багато буксирів і іншої плавучої техніки.

У порту можна зробити будь-які види ремонту, поповнити запаси води, палива, постачання. У порту є сухі доки.

У порту постійно відбувається будівництво і розширення, добудовуються причали і поглиблюються гавані, планується добудувати ще близько 5 міні гаваней, які будуть спеціалізованими.

## РОЗДІЛ 4

### ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

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

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

Таблиця 4.1- Розподіл запасів та баласту на відхід

| Найменування цистерн                                                                  | Місткість (т) | На відхід |          |      |             |          |                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|----------|------|-------------|----------|-------------------|
|                                                                                       |               | m, т      | Плечі, м |      | Моменти, тм |          | $\Delta m_h$ , тм |
|                                                                                       |               |           | x        | z    | Mx          | Mz       |                   |
| 1                                                                                     | 2             | 3         | 4        | 5    | 6           | 7        | 8                 |
| Баласт: щільність 1,025 т/м <sup>3</sup> ; відсоток допустимого заповнення 100%       |               |           |          |      |             |          |                   |
| №.1–2 W.B.T.(C)                                                                       | 1530,0        | 500       | 255,53   | 3,05 | 127765      | 1525     | 677               |
| №.7–8 W.B. DB.T. (C)                                                                  | 488           | 488       | 173,36   | 1,05 | 85000       | 512,4    | 0                 |
| №.9–10 W.B.DB.SIDE.T. (S)                                                             | 545,3         | 516       | 142,62   | 1,05 | 73592       | 541,8    | 11                |
| №.9-10 W.B.DB.S.T. (P)                                                                | 415           | 415       | 142,70   | 1,05 | 59220,5     | 435,75   | 0                 |
| №.9–10 W.B.SIDE.T. (S)                                                                | 1051,3        | 996       | 142,64   | 4,85 | 142069,5    | 4830,6   | 9                 |
| №.9–10 W.B. SIDE.T. (P)                                                               | 1051,3        | 1021      | 142,65   | 5,03 | 145645,7    | 5135,6   | 9                 |
| №.11-12 W.B.DB.SIDE.T.(S)                                                             | 484           | 484       | 112,34   | 1,06 | 54372,6     | 513      | 0                 |
| №.11-12 W.B.DB.SIDE.T.(P)                                                             | 484           | 484       | 112,34   | 1,06 | 54372,6     | 513      | 0                 |
| №.11–12 W.B. SIDE.T. (S)                                                              | 862,3         | 660       | 112,91   | 3,19 | 74520,6     | 2105,4   | 6                 |
| №.11–12 W.B. SIDE.T. (P)                                                              | 862,3         | 680       | 112,89   | 3,34 | 76765,2     | 2271,2   | 6                 |
| №14–17 W.B. DB.T. (C)                                                                 | 513,6         | 387       | 45,16    | 1,05 | 17476,92    | 406,4    | 179               |
| №14 W.B. SIDE T. (S)                                                                  | 318,0         | 318       | 58,14    | 5,15 | 18488,52    | 1637,7   | 0                 |
| №14 W.B. SIDE T. (P)                                                                  | 318,0         | 318       | 58,14    | 5,15 | 18488,52    | 1637,7   | 0                 |
| №14–15 W.B.OUT.SIDE (S)                                                               | 571,9         | 25        | 62,26    | 4,81 | 1556,5      | 120,3    | 116               |
| Всього:                                                                               | 22178         | 7292      | 131,53   | 3,04 | 949334,2    | 22185,85 | 336               |
| Моторне паливо: щільність 0,98 т/м <sup>3</sup> ; відсоток допустимого заповнення 98% |               |           |          |      |             |          |                   |
| №3–4 F.O. SIDE TK. (S)                                                                | 897,2         | 300       | 221,86   | 2,10 | 66558       | 630      | 152               |

Продовження табл. 4.1

| 1                                                                                        | 2      | 3     | 4      | 5     | 6        | 7       | 8    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|--------|-------|----------|---------|------|
| №3–4 F.O. SIDE TK. (P)                                                                   | 897,2  | 300   | 221,86 | 2,10  | 66558    | 630     | 152  |
| №5–6 F.O. SIDE TK. (S)                                                                   | 1041,2 | 500   | 201,32 | 5,77  | 100660   | 2885    | 46   |
| №5–6 F.O. SIDE TK. (P)                                                                   | 1041,2 | 500   | 201,32 | 5,77  | 100660   | 2885    | 46   |
| №7–8 F.O. SIDE TK. (S)                                                                   | 272,9  | 70    | 174,00 | 3,46  | 12180    | 242,2   | 43   |
| №7–8 F.O. SIDE TK. (P)                                                                   | 272,9  | 70    | 174,00 | 3,46  | 12180    | 242,2   | 43   |
| №9–12 DB.TK. (C)                                                                         | 452,7  | 350   | 125,98 | 1,04  | 44093    | 364     | 4    |
| №15 SIDE TK. (S)                                                                         | 360,6  | 200   | 51,19  | 3,60  | 100238   | 720     | 214  |
| №15 SIDE TK. (P)                                                                         | 360,6  | 100   | 51,19  | 3,60  | 5119     | 360     | 95   |
| SERVICETK. INNER (P)                                                                     | 53,9   | 50    | 80,31  | 7,41  | 4015,5   | 370,5   | 1    |
| SERVICETK. OUTTER (P)                                                                    | 59,8   | 30    | 80,31  | 7,81  | 2409,3   | 234,3   | 5    |
| Всього                                                                                   | 5710,2 | 2470  | 172,13 | 3,87  | 424670,8 | 9563,2  | 801  |
| Дизельне паливо: щільність 0,90 т/м <sup>3</sup> ; відсоток допустимого заповнення98%    |        |       |        |       |          |         |      |
| D.O. TK. (S)                                                                             | 114,8  | 100   | 78,44  | 1,50  | 7844     | 150     | 52   |
| D.O. TK. (P)                                                                             | 130,2  | 100   | 85,77  | 1,53  | 8577     | 153     | 89   |
| D.O. SERVICE TK. AFT (P)                                                                 | 39,9   | 20    | 83,11  | 8,57  | 1662,2   | 171,4   | 1    |
| D.O. SERVICE TK FWD(P)                                                                   | 39,9   | 20    | 87,12  | 8,57  | 1742,4   | 171,4   | 0    |
| Всього                                                                                   | 324,8  | 240   | 82,61  | 2,69  | 19825,6  | 645,8   | 142  |
| Змащувальне мастило: щільність 0,9 т/м <sup>3</sup> ; відсоток допустимого заповнення98% |        |       |        |       |          |         |      |
| L.O. STOR. T.F. M.E. (S)                                                                 | 87,8   | 70    | 85,52  | 8,57  | 5986,4   | 599,9   | 1    |
| CYL.O. STORAGE TK. (S)                                                                   | 47,9   | 48    | 92,32  | 8,57  | 4431,4   | 411,4   | 0    |
| CYL.O. STORAGE TK. (P)                                                                   | 47,9   | 42    | 92,32  | 8,57  | 3877,4   | 359,9   | 0    |
| L.O. STOR. T. for T/C (S)                                                                | 10,7   | 10    | 93,93  | 15,05 | 939,3    | 150,5   | 0    |
| L.O. STOR. T.F. AUX.E.(P)                                                                | 32,1   | 10    | 92,32  | 15,05 | 923,2    | 150,5   | 1    |
| Всього                                                                                   | 226,4  | 180   | 89,77  | 9,29  | 16157,7  | 1672,2  | 2    |
| Прісна вода: щільність 1,0 т/м <sup>3</sup> ; відсоток допустимого заповнення100%        |        |       |        |       |          |         |      |
| F.W. TANK (S)                                                                            | 142,3  | 50    | 73,21  | 11,15 | 3660,5   | 557,5   | 1    |
| F.W. TANK (P)                                                                            | 142,3  | 80    | 73,21  | 11,15 | 5856,8   | 892     | 1    |
| Всього                                                                                   | 284,6  | 130   | 73,21  | 11,15 | 9517,3   | 1449,5  | 2    |
| Загалом запаси                                                                           |        | 3020  | 155,7  | 4,41  | 470171,4 | 13330,7 | 947  |
| Загалом запаси та баласт                                                                 |        | 10312 | 137,7  | 3,44  | 1419506  | 35516,6 | 1283 |

Таблиця 4.2– Розподіл запасів та баласту на прихід

| Найменування цистерн                                                                  | Місткість (т) | На прихід |          |      |             |          |                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|----------|------|-------------|----------|-------------------|
|                                                                                       |               | m, т      | Плечі, м |      | Моменти, тм |          | $\Delta m_h$ , тм |
|                                                                                       |               |           | x        | z    | Mx          | Mz       |                   |
| 1                                                                                     | 2             | 3         | 4        | 5    | 6           | 7        | 8                 |
| Баласт: щільність 1,025 т/м <sup>3</sup> ; відсоток допустимого заповнення 100%       |               |           |          |      |             |          |                   |
| №.1–2 W.B.T.(C)                                                                       | 1530,0        | 500       | 255,53   | 3,05 | 127765      | 1525     | 677               |
| №.7–8 W.B. DB.T. (C)                                                                  | 488           | 488       | 173,36   | 1,05 | 85000       | 512,4    | 0                 |
| №.9–10 W.B.DB.SIDE.T. (S)                                                             | 545,3         | 516       | 142,62   | 1,05 | 73592       | 541,8    | 11                |
| №.9-10 W.B.DB.S.T. (P)                                                                | 415           | 415       | 142,70   | 1,05 | 59220,5     | 435,75   | 0                 |
| №.9–10 W.B.SIDE.T. (S)                                                                | 1051,3        | 996       | 142,64   | 4,85 | 142069,5    | 4830,6   | 9                 |
| №.9–10 W.B. SIDE.T. (P)                                                               | 1051,3        | 1021      | 142,65   | 5,03 | 145645,7    | 5135,6   | 9                 |
| №.11-12<br>W.B.DB.SIDE.T.(S)                                                          | 484           | 484       | 112,34   | 1,06 | 54372,6     | 513      | 0                 |
| №.11-12<br>W.B.DB.SIDE.T.(P)                                                          | 484           | 484       | 112,34   | 1,06 | 54372,6     | 513      | 0                 |
| №.11–12 W.B. SIDE.T. (S)                                                              | 862,3         | 660       | 112,91   | 3,19 | 74520,6     | 2105,4   | 6                 |
| №.11–12 W.B. SIDE.T. (P)                                                              | 862,3         | 680       | 112,89   | 3,34 | 76765,2     | 2271,2   | 6                 |
| №14–17 W.B. DB.T. (C)                                                                 | 513,6         | 387       | 45,16    | 1,05 | 17476,92    | 406,4    | 179               |
| №14 W.B. SIDE T. (S)                                                                  | 318,0         | 318       | 58,14    | 5,15 | 18488,52    | 1637,7   | 0                 |
| №14 W.B. SIDE T. (P)                                                                  | 318,0         | 318       | 58,14    | 5,15 | 18488,52    | 1637,7   | 0                 |
| №14–15 W.B.OUT.SIDE (S)                                                               | 571,9         | 25        | 62,26    | 4,81 | 1556,5      | 120,3    | 116               |
| Всього:                                                                               | 22178         | 7292      | 131,53   | 3,04 | 949334,2    | 22185,85 | 336               |
| Моторне паливо: щільність 0,98 т/м <sup>3</sup> ; відсоток допустимого заповнення 98% |               |           |          |      |             |          |                   |
| №3–4 F.O. SIDE TK. (S)                                                                | 897,2         | 300       | 221,86   | 2,10 | 66558       | 630      | 152               |
| №3–4 F.O. SIDE TK. (P)                                                                | 897,2         | 300       | 221,86   | 2,10 | 66558       | 630      | 152               |
| №5–6 F.O. SIDE TK. (P)                                                                | 1041,2        | 153       | 201,32   | 5,77 | 30802       | 882,8    | 8                 |
| №7–8 F.O. SIDE TK. (S)                                                                | 272,9         | 70        | 174,00   | 3,46 | 12180       | 242,2    | 43                |
| №7–8 F.O. SIDE TK. (P)                                                                | 272,9         | 70        | 174,00   | 3,46 | 12180       | 242,2    | 43                |
| №9–12 DB.TK. (C)                                                                      | 452,7         | 350       | 125,98   | 1,04 | 44093       | 364      | 4                 |
| №15 SIDE TK. (S)                                                                      | 360,6         | 200       | 51,19    | 3,60 | 100238      | 720      | 214               |
| №15 SIDE TK. (P)                                                                      | 360,6         | 100       | 51,19    | 3,60 | 5119        | 360      | 95                |
| SERVICE TK. INNER (P)                                                                 | 53,9          | 50        | 80,31    | 7,41 | 4015,5      | 370,5    | 1                 |

Продовження табл. 4.2

| 1                                                                                        | 2      | 3    | 4      | 5     | 6         | 7       | 8    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|--------|-------|-----------|---------|------|
| SERVICE TK. OUTER (P)                                                                    | 59,8   | 30   | 80,31  | 7,81  | 2409,3    | 234,3   | 5    |
| Всього:                                                                                  | 5710,2 | 1623 | 212,04 | 2,88  | 344152,8  | 4676    | 717  |
| Дизельне паливо: щільність 0,90 т/м <sup>3</sup> ; відсоток допустимого заповнення98%    |        |      |        |       |           |         |      |
| D.O. TK. (S)                                                                             | 114,8  | 75   | 78,44  | 1,50  | 5883      | 112,5   | 200  |
| D.O. TK. (P)                                                                             | 130,2  | 75   | 85,77  | 1,53  | 6432,8    | 114,8   | 160  |
| D.O. SERVICE TK. AFT (P)                                                                 | 39,9   | 20   | 83,11  | 8,57  | 1662,2    | 171,4   | 1    |
| D.O. SERVICE TK. FWD(P)                                                                  | 39,9   | 20   | 87,12  | 8,57  | 1742,4    | 171,4   | 0    |
| Всього                                                                                   | 324,8  | 190  | 82,74  | 3,00  | 15720,4   | 570,1   | 361  |
| Змащувальне мастило: щільність 0,9 т/м <sup>3</sup> ; відсоток допустимого заповнення98% |        |      |        |       |           |         |      |
| L.O. STOR. T.F. M.E. (S)                                                                 | 87,8   | 70   | 85,52  | 8,57  | 5986,4    | 599,9   | 1    |
| CYL.O. STORAGE TK. (S)                                                                   | 47,9   | 3    | 92,32  | 8,57  | 277       | 25,7    | 1    |
| CYL.O. STORAGE TK. (P)                                                                   | 47,9   | 42   | 92,32  | 8,57  | 3877,4    | 359,9   | 0    |
| L.O. STOR. T. for T/C (S)                                                                | 10,7   | 10   | 93,93  | 15,05 | 939,3     | 150,5   | 0    |
| L.O. STOR. T.F. AUX.E.(P)                                                                | 32,1   | 10   | 92,32  | 15,05 | 923,2     | 150,5   | 1    |
| Всього                                                                                   | 226,4  | 135  | 88,91  | 9,53  | 12003,3   | 1286,5  | 3    |
| Прісна вода: щільність 1,0 т/м <sup>3</sup> ; відсоток допустимого заповнення100%        |        |      |        |       |           |         |      |
| F.W. TANK (S)                                                                            | 142,3  | 37   | 73,21  | 11,15 | 2708,8    | 412,6   | 2    |
| F.W. TANK (P)                                                                            | 142,3  | 37   | 73,21  | 11,15 | 2708,8    | 412,6   | 2    |
| Всього                                                                                   | 284,6  | 74   | 73,21  | 11,15 | 5417,6    | 825,2   | 4    |
| Загалом запаси                                                                           |        | 2022 | 186,6  | 3,63  | 377294,1  | 7357,8  | 1085 |
| Загалом запаси та баласт                                                                 |        | 9314 | 142,4  | 3,17  | 1326628,3 | 29543,7 | 1421 |

Розподіл вантажів по вантажних приміщеннях представляється у табл.4.3.

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

На основі виконаних розподілів вантажу, запасів і баласту складається таблиця зведених даних і розрахунку водотоннажності з координатами центра ваги судна на відхід і на прихід у вигляді табл. 4.4 та 4.5.

Таблиця 4.3– Розподіл вантажу

| № бея | Кількість, шт |        | Маса, т        | Плече х<br>(від КП),<br>м | Момент<br>Мх, тм | Плече z,<br>м  | Момент<br>Мz, тм |
|-------|---------------|--------|----------------|---------------------------|------------------|----------------|------------------|
|       | трюм          | палуба | трюм<br>палуба | трюм<br>палуба            | трюм<br>палуба   | трюм<br>палуба | трюм<br>палуба   |
| 1     | 2             | 3      | 4              | 5                         | 6                | 7              | 8                |
| 01    | 5             | 16     | 194            | 269,1                     | 52205            | 21,53          | 4177             |
| 03    | 9             | 20     | 366,3          | 262,2                     | 96044            | 18,31          | 6707             |
| 05    | 16            | 15     | 653,7          | 254,2                     | 166171           | 21,77          | 14231            |
| 07    | 22            | 19     | 901            | 247,3                     | 222817           | 21,13          | 19038            |
| 09    | 15            | 29     | 863,3          | 240,4                     | 207537           | 22,18          | 19148            |
| 11    | 24            | 29     | 1081,6         | 233,5                     | 252554           | 20,12          | 21762            |
| 13    | 25            | 25     | 1132,5         | 226,6                     | 256625           | 19,09          | 21619            |
| 15    | 33            | 24     | 1308,8         | 219,7                     | 287543           | 17,60          | 23035            |
| 17    | 0             | 0      | 0              | 211,6                     | 0                | 0              | 0                |
| 19    | 4             | 0      | 110,3          | 204,7                     | 22578            | 7,30           | 805              |
| 21    | 31            | 26     | 1434,3         | 197,8                     | 283705           | 15,50          | 22232            |
| 23    | 33            | 26     | 1518           | 190,9                     | 289786           | 16,42          | 24926            |
| 25    | 0             | 0      | 0              | 184,0                     | 0                | 0              | 0                |
| 27    | 0             | 0      | 0              | 177,1                     | 0                | 0              | 0                |
| 29    | 32            | 0      | 807,7          | 169,1                     | 136582           | 7,71           | 6227             |
| 31    | 32            | 0      | 852,2          | 161,0                     | 137204           | 7,74           | 6596             |
| 33    | 0             | 0      | 0              | 153,0                     | 0                | 0              | 0                |
| 35    | 0             | 0      | 0              | 146,1                     | 0                | 0              | 0                |
| 37    | 34            | 0      | 963,1          | 136,9                     | 131848           | 6,80           | 6549             |
| 39    | 34            | 0      | 959,5          | 130,0                     | 124735           | 6,79           | 6515             |
| 41    | 0             | 0      | 0              | 121,9                     | 0                | 0              | 0                |
| 43    | 0             | 0      | 0              | 115,0                     | 0                | 0              | 0                |
| 45    | 45            | 0      | 730,3          | 108,1                     | 78945            | 7,41           | 5412             |
| 47    | 43            | 0      | 709,5          | 101,2                     | 71801            | 7,75           | 5499             |
| 49    | 24            | 0      | 588,5          | 77,1                      | 45373            | 7,06           | 4155             |
| 51    | 24            | 0      | 542,0          | 69,0                      | 37398            | 10,18          | 5518             |
| 53    | 6             | 0      | 126,7          | 62,1                      | 7868             | 6,73           | 853              |
| 55    | 0             | 0      | 0              | 55,2                      | 0                | 0              | 0                |

Продовження табл. 4.3

| 1            | 2    | 3   | 4       | 5     | 6       | 7     | 8      |
|--------------|------|-----|---------|-------|---------|-------|--------|
| 57           | 25   | 0   | 519,4   | 48,3  | 25087   | 12,62 | 6555   |
| 59           | 21   | 0   | 459,7   | 41,4  | 19032   | 13,10 | 6022   |
| 61           | 9    | 10  | 410,4   | 33,4  | 13707   | 19,56 | 8027   |
| 63           | 1    | 11  | 246,8   | 26,5  | 6540    | 26,36 | 6506   |
| 65           | 19   | 4   | 490     | 20,7  | 10143   | 18,04 | 8840   |
| 67           | 6    | 4   | 213,6   | 13,8  | 2948    | 20,82 | 4447   |
| $\Sigma 20'$ | 572  | 258 | 18183,2 | 164,3 | 2986778 | 14,60 | 265399 |
| 02           | 0    | 0   | 0       | 0     | 0       | 0     | 0      |
| 06           | 4    | 8   | 266,8   | 250,7 | 66887   | 23,79 | 6347   |
| 10           | 21   | 6   | 663,0   | 236,9 | 157065  | 18,90 | 12531  |
| 14           | 30   | 9   | 842,3   | 223,1 | 187917  | 17,94 | 15111  |
| 18           | 35   | 24  | 1644,1  | 207,0 | 340329  | 16,77 | 27572  |
| 22           | 32   | 0   | 688,2   | 194,4 | 133786  | 14,66 | 10089  |
| 26           | 55   | 24  | 2141,1  | 180,6 | 386683  | 14,89 | 31881  |
| 30           | 50   | 26  | 1933,1  | 165,6 | 320121  | 18,78 | 36304  |
| 34           | 59   | 29  | 2346,5  | 149,5 | 350802  | 14,78 | 34681  |
| 38           | 23   | 26  | 1392    | 133,4 | 185693  | 20,76 | 28898  |
| 42           | 53   | 26  | 2209,5  | 119,6 | 264256  | 14,63 | 32325  |
| 46           | 33   | 51  | 2040,2  | 104,7 | 213609  | 23,75 | 48455  |
| 50           | 18   | 48  | 1751,6  | 79,4  | 139077  | 26,22 | 45927  |
| 54           | 53   | 31  | 2289,2  | 58,7  | 134376  | 18,92 | 43312  |
| 58           | 29   | 51  | 1041,9  | 44,9  | 46781   | 22,54 | 23484  |
| 62           | 33   | 25  | 1195,4  | 31,0  | 37057   | 19,14 | 22880  |
| 66           | 15   | 10  | 578,8   | 17,3  | 10013   | 21,41 | 12392  |
| 70           | 0    | 50  | 191,2   | 2,3   | 440     | 26,12 | 4994   |
| $\Sigma 40'$ | 543  | 444 | 23215   | 128,1 | 2974892 | 18,83 | 437182 |
| СУМА         | 1115 | 702 | 41398   | 144,0 | 5961670 | 16,97 | 702581 |
| 20'          | 830  |     | 18183   | 164,3 | 2986778 | 14,60 | 265399 |
| 40'          | 987  |     | 23215   | 128,1 | 2974892 | 18,83 | 437182 |
| ВСЬОГО       | 1817 |     | 41398   | 144,0 | 5961670 | 16,97 | 702581 |

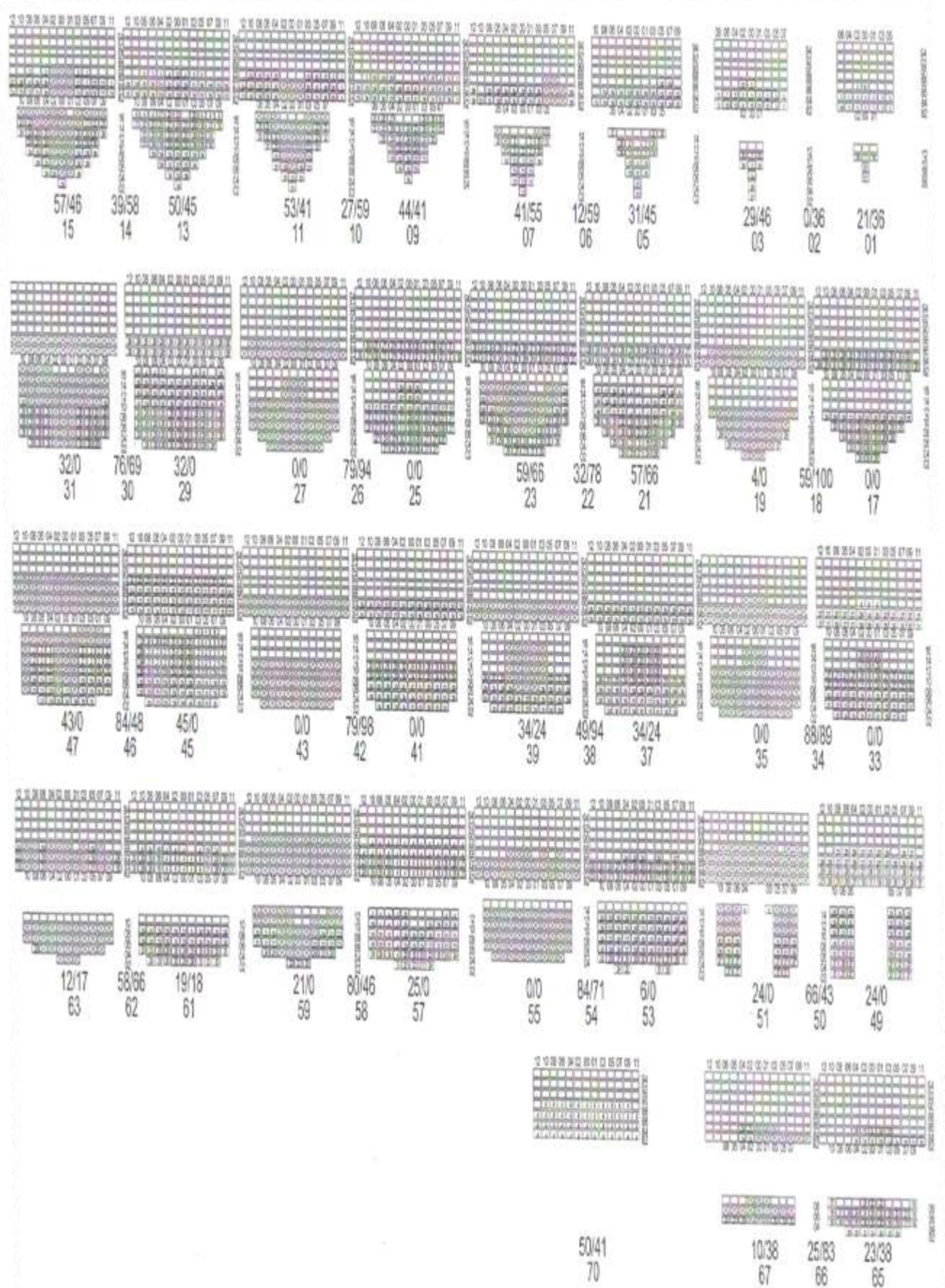


Рисунок 4.1 – Вантажний план судна

Таблиця 4.4 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на відхід

| Найменування статей<br>навантаження | Маса,<br>т   | Плечі, м     |              | Моменти, тм       |                  |
|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
|                                     |              | х            | z            | M <sub>x</sub>    | M <sub>z</sub>   |
| Судно порожнем                      | 23450        | 122,0        | 13,55        | 2860900           | 317748           |
| Константа                           | 450          | 88,0         | 21,50        | 39600             | 9675             |
| Суднові запаси                      | 3020         | 155,7        | 4,41         | 470147,4          | 13330,7          |
| Баласт                              | 7292         | 131,53       | 3,04         | 949334,2          | 22185,9          |
| Вантаж                              | 41398        | 144,0        | 16,97        | 5961670           | 702581           |
| <b>РАЗОМ ВОДОТОННАЖНІСТЬ:</b>       | <b>75610</b> | <b>136,1</b> | <b>14,09</b> | <b>10281651,6</b> | <b>1065520,6</b> |

Таблиця 4.5 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на прихід

| Найменування статей<br>навантаження | Маса,<br>т   | Плечі, м     |              | Моменти, тм       |                 |
|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|-----------------|
|                                     |              | х            | z            | M <sub>x</sub>    | M <sub>z</sub>  |
| Судно порожнем                      | 23450        | 122,0        | 13,55        | 2860900           | 317748          |
| Константа                           | 450          | 88,0         | 21,50        | 39600             | 9675            |
| Суднові запаси                      | 2022         | 186,6        | 3,63         | 377294,1          | 7357,8          |
| Баласт                              | 7292         | 131,53       | 3,04         | 949334,2          | 22185,9         |
| Вантаж                              | 41398        | 144,0        | 16,97        | 5961670           | 702581          |
| <b>РАЗОМ ВОДОТОННАЖНІСТЬ:</b>       | <b>74612</b> | <b>136,6</b> | <b>14,20</b> | <b>10188798,3</b> | <b>105957,7</b> |

## 4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності

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

Результат розрахунку посадки судна наведено у табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Розрахунки посадки судна на відхід і на прихід

| Найменування величин                    | Позначення і формули                         | Значення величин |         |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------|------------------|---------|
|                                         |                                              | відхід           | прихід  |
| Водотоннажність масова, т               | $D$                                          | 75610            | 74612   |
| Абсциса центра ваги судна, м            | $x_g$                                        | 136,1            | 136,6   |
| Густина води, т/м <sup>3</sup>          | $\rho_{\text{и}}$                            | 1,025            | 1,025   |
| Водотоннажність об'ємна, м <sup>3</sup> | $V = D / \rho_{\text{и}}$                    | 75610            | 72792,2 |
| Осадка судна, м                         | $T$ (з вантажної шкали)                      | 12,49            | 12,33   |
| Момент диферентуючий на 1 см, тм/см     | $M_{\text{см}}$ (з вантажної шкали)          | 1340             | 1318    |
| Абсциса центра плавучості судна, м      | $x_c$ (з гідростатичних кривих)              | 137,24           | 137,46  |
| Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м        | $x_f$ (з гідростатичних кривих)              | 130,82           | 131,25  |
| Апліката поперечного метацентра, м      | $z_m$ (з гідростатичних кривих)              | 15,01            | 15,00   |
| Коефіцієнт загальної повноти            | $\delta$                                     | 0,639            | 0,623   |
| Диферент судна, м                       | $d = \Delta(x_g - x_c) / (100M_{\text{см}})$ | -0,64            | -0,49   |
| Осадка судна носом, м                   | $T_{\text{н}} = T + (L/2 - x_f) d/L$         | 12,17            | 12,30   |
| Осадка судна кормою, м                  | $T_{\text{к}} = T_{\text{н}} - d$            | 12,81            | 12,79   |

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

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

Таблиця 4.7 – Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів

| Найменування цистерн | $\Delta m_h$ , тм |
|----------------------|-------------------|
| Water Ballast Tanks  | 336               |
| H.F.O. Tanks         | 717               |
| M.D.O. Tanks         | 361               |
| Lub. Oil Tanks       | 3                 |
| Fresh Water Tanks    | 4                 |
| Сума $\Delta m_h$    | 1421              |

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний у вигляді табл.4.8.

Таблиця 4.8 – Розрахунок параметрів початкової остійності

| Найменування величин                       | Позначення і формули               | Значення величин |        |
|--------------------------------------------|------------------------------------|------------------|--------|
|                                            |                                    | відхід           | прихід |
| Водотоннажність масова, т                  | $D$                                | 75610            | 74612  |
| Невиправлена апліката центра ваги судна, м | $z_{g0}$                           | 14,09            | 14,20  |
| Апліката поперечного метacentра, м         | $z_m$                              | 15,01            | 15,00  |
| Невиправлена метацентрична висота, м       | $h_0 = z_m - z_{g0}$               | 0,92             | 0,80   |
| Виправлення на вільні поверхні, м          | $\Delta h = \Sigma \Delta m_h / D$ | 0,019            | 0,019  |
| Виправлена апліката центра ваги судна, м   | $z_g = z_{g0} + \Delta h$          | 14,07            | 14,22  |
| Виправлена метацентрична висота, м         | $h = h_0 - \Delta h$               | 0,90             | 0,78   |

### 4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації

Перевірка остійності за допомогою Інформації про остійність судна може бути виконана по граничних статичних моментах (табл. 4.9) та по мінімальній

допустимій метацентричній висоті. Допустима метацентрична висота -  $h_{\min} = 0,15$  м.

Таблиця 4.9 – Перевірка остійності по допустимій метацентричній висоті

| Найменування величин                         | Позначення і формули | Значення величин |        |
|----------------------------------------------|----------------------|------------------|--------|
|                                              |                      | відхід           | прихід |
| Водотоннажність масова, т                    | $D$                  | 75610            | 74612  |
| Виправлена метацентрична висота, м           | $h$                  | 0,90             | 0,78   |
| Мінімально допустима метацентрична висота, м | $h_{\min}$           | 0,15             | 0,15   |

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

#### 4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності

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

Плечі остійності форми  $l_{\phi}$  вибираються по об'ємній водотоннажності (або по осадці) для тих кутів крену, які приведені на кривих або в таблиці.

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

Таблиця 4.10– Розрахунок плеч статичної та динамічної остійності

| На відхід ( $V = 75610 \text{ м}^3$ )        |      |      |      |       |       |       |
|----------------------------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|
| Кути крену $\theta, ^\circ$                  | 10   | 20   | 30   | 40    | 50    | 60    |
| Плече остійності форми $l_{\phi}, \text{ м}$ | 2,62 | 5,29 | 8,04 | 10,37 | 11,87 | 12,67 |
| Плече стат. остійності $l, \text{ м}$        | 0,17 | 0,47 | 0,99 | 1,30  | 1,07  | 0,45  |

Продовження табл. 4.10

|                                         |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Плече дин. остійності $l_d$ , м         |       |       |       |       |       |       |
| рад                                     | 0,015 | 0,071 | 0,197 | 0,397 | 0,603 | 0,015 |
| На прихід ( $V = 72792,2 \text{ м}^3$ ) |       |       |       |       |       |       |
| Кути крену $\theta$ , °                 | 10    | 20    | 30    | 40    | 50    | 60    |
| Плече остійності форми $l_\phi$ , м     | 2.86  | 5.81  | 8.28  | 10.29 | 11.73 | 12.54 |
| Плече стат. остійності $l$ , м          | 0,15  | 0,43  | 0,93  | 1,24  | 0,99  | 0,36  |
| Плече дин. остійності $l_d$ , м         |       |       |       |       |       |       |
| рад                                     | 0,013 | 0,064 | 0,184 | 0,373 | 0,567 | 0,684 |

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

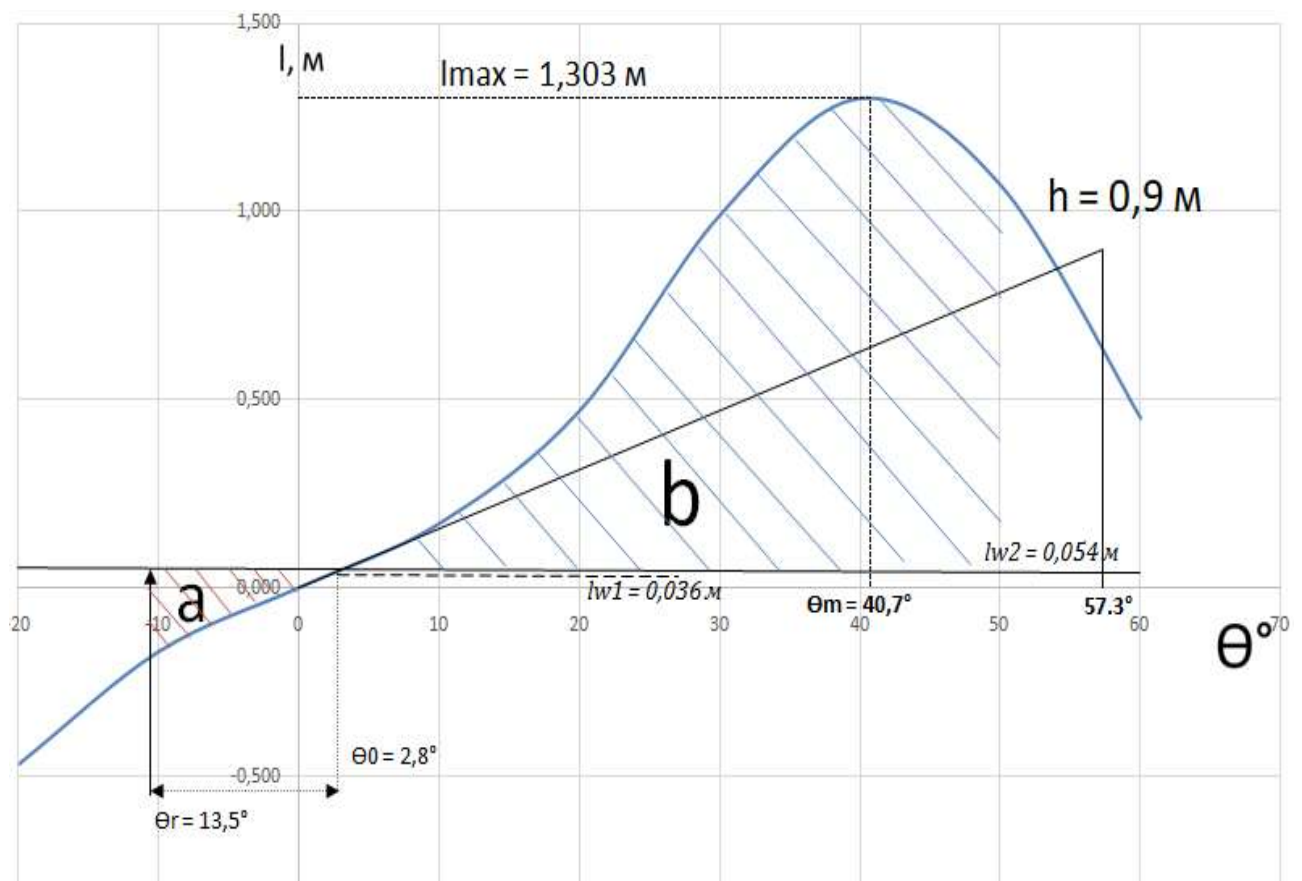


Рисунок 4.2– Діаграма статичної остійності на відхід і визначення критерію погоди

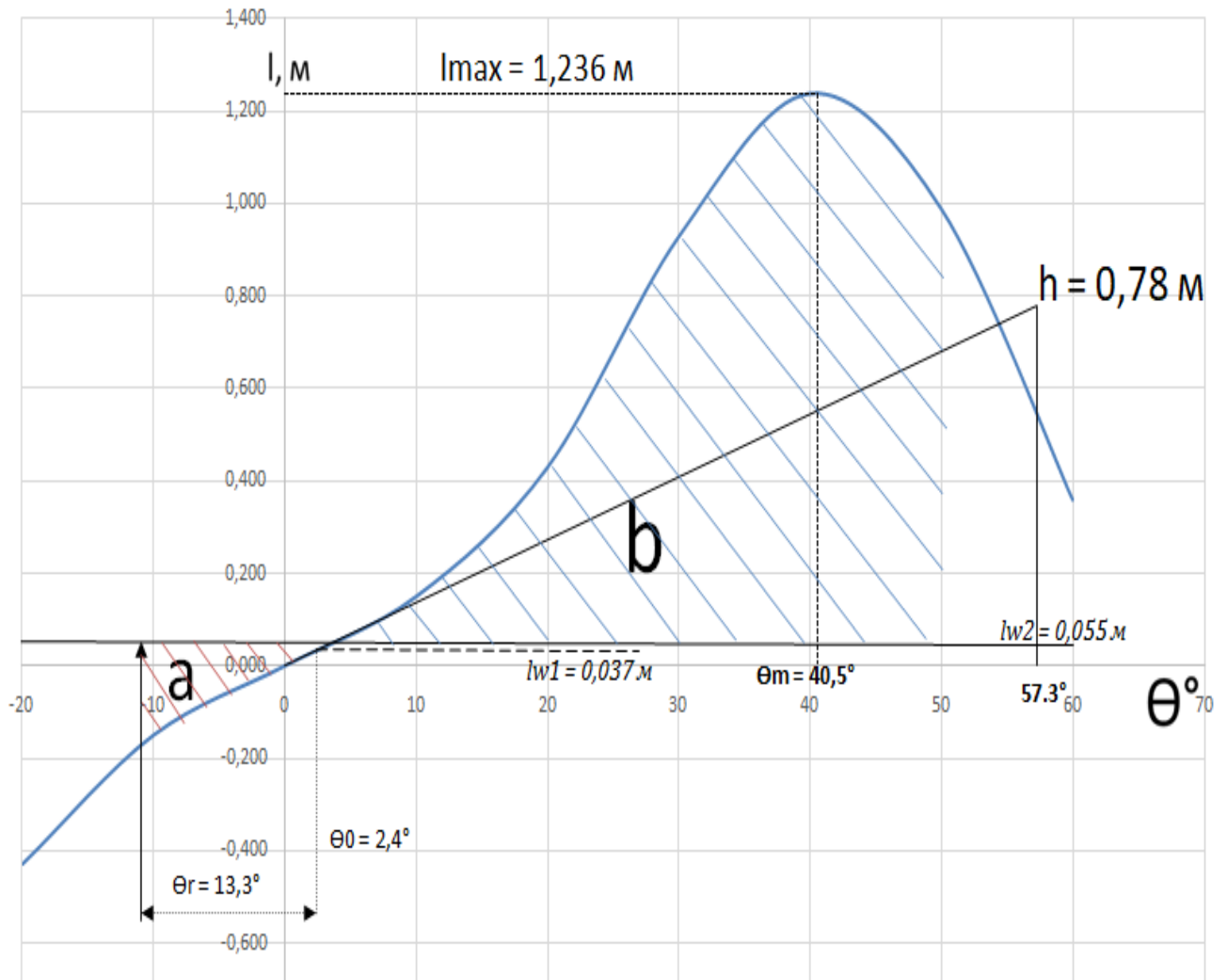


Рисунок 4.3– Діаграма статичної остійності на прихід і визначення критерію погоди

#### 4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності

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

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

Розрахунок нормованих параметрів наведено у табл. 4.11.

Таблиця 4.11– Розрахунок нормованих параметрів остійності

| Найменування величин                            | Позначення і формули                                          | Значення величин |        |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------|--------|
|                                                 |                                                               | відхід           | прихід |
| Водотоннажність масова, т                       | D                                                             | 75610            | 74612  |
| Осадка судна, м                                 | T                                                             | 12,49            | 12,33  |
| Виправлена метацентрична висота, м              | h                                                             | 0,90             | 0,78   |
| Площа парусності, м <sup>2</sup>                | A <sub>v</sub> (з Інформації)                                 | 5365             | 5378   |
| Апліката центра парусності (ЦП), м              | z <sub>s</sub> (з Інформації)                                 | 16,14            | 16,14  |
| Плече парусності при постійному вітрі, м        | z <sub>v</sub> = z <sub>s</sub> – T/2                         | 9,99             | 9,98   |
| Плече кренувального моменту від тиску вітру, м  | l <sub>w1</sub> = 0,504 A <sub>v</sub> z <sub>v</sub> / (g D) | 0,036            | 0,037  |
| Плече кренувального моменту від пориву вітру, м | l <sub>w2</sub> = 1,5 l <sub>w1</sub>                         | 0,054            | 0,055  |
| Відносна площа скулових кілів, %                | 100 A <sub>к</sub> / (L B)                                    | 2,48             |        |
| Коефіцієнт                                      | k (з табл. ISC)                                               | 0,79             |        |
| Відносна ширина                                 | B/T                                                           | 2,58             | 2,61   |
| Безрозмірний множник                            | X <sub>1</sub> (з табл. ISC)                                  | 0,96             | 0,96   |
| Коефіцієнт загальної повноти                    | δ                                                             | 0,639            | 0,623  |
| Безрозмірний множник                            | X <sub>2</sub> (з табл. ISC)                                  | 0,97             | 0,95   |
| Інерційний коефіцієнт                           | c = 0,373 + 0,023B/T - 0,043L/100                             | 0,305            | 0,306  |
| Період хитавиці, с                              | T <sub>θ</sub> = 2 c B / √h                                   | 20,49            | 22,05  |
| Коефіцієнт                                      | s (з табл. ISC)                                               | 0,035            | 0,035  |
| Коефіцієнт                                      | r = 0,73 + 0,6 (z <sub>g</sub> - T) / T                       | 0,808            | 0,822  |
| Амплітуда хитавиці, °                           | θ <sub>r</sub> = 109 k X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> √r s     | 13,5             | 13,3   |
| Кут заливання, °                                | θ <sub>f</sub> (з Інформації)                                 | -                | -      |
| Кут входу палуби у воду, °                      | θ <sub>d</sub> = arctg(2 (H - T) / B)                         | 29,2             | 29,7   |
| Кут крену від постійного вітру, °               | θ <sub>0</sub> ≈ 57,3 l <sub>w1</sub> / h (або з ДСО)         | 2,8              | 2,4    |
| Кут крену при хитавиці назустріч вітру, °       | θ <sub>1</sub> = θ <sub>r</sub> - θ <sub>0</sub>              | 10,68            | 10,92  |
| Границя площі “b” ДСО праворуч, °               | θ <sub>b</sub>                                                | 50               | 50     |
| Площа “a” ДСО, м-рад                            | a                                                             | 0,0287           | 0,0314 |
| Площа “b” ДСО, м-рад                            | b                                                             | 0,554            | 0,52   |
| Критерій погоди                                 | K = b / a                                                     | 19,3             | 16,6   |

#### 4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

Перевірка виконання рекомендацій ІМО з остійності морських транспортних суден може бути виконана за зразком табл.4.12.

Таблиця 4.12 – Перевірка виконання рекомендацій ІМО

| Найменування величин                                   | Позначення  | Значення величин |        |        | Викон.<br>(YES/NO) |
|--------------------------------------------------------|-------------|------------------|--------|--------|--------------------|
|                                                        |             | нормативні       | відхід | прихід |                    |
| Площа під ДСО до кута крену $30^0$ , м·рад             | $A_{30}$    | $\geq 0,055$     | 0,197  | 0,184  | YES                |
| Площа під ДСО до кута крену $40^0$ , м·рад             | $A_{40}$    | $\geq 0,09$      | 0,397  | 0,373  | YES                |
| Площа під ДСО між кутами крену $30^0$ і $40^0$ , м·рад | $A_{30-40}$ | $\geq 0,03$      | 0,20   | 0,189  | YES                |
| Плече ДСО при максимальному куті крену, м              | $l_{\max}$  | $\geq 0,20$      | 1,303  | 1,236  | YES                |
| Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, °              | $\theta_m$  | $\geq 25$        | 40,7   | 40,5   | YES                |
| Виправлена метацентрична висота, м                     | $h$         | $> 0,15$         | 0,90   | 0,78   | YES                |
| Критерій погоди                                        | $K$         | $\geq 1$         | 19,3   | 16,6   | YES                |
| Кут крену від постійного вітру, °                      | $\theta_0$  | $\leq 11,4$      | 3,2    | 3,8    | YES                |

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

#### 4.7 Контроль загальної поздовжньої міцності судна

Перевірка загальної міцності повинна виконуватися відповідно до суднової Інструкції по завантаженню (або Інструкції з міцності судна) у формі розрахункових таблиць, що рекомендуються нею, зазвичай по силах, що перерізають, і згинальним моментам у декількох розрахункових поперечних перерізах судна. У роботі наведено такі розрахунки на відхід, одержані за даними комп'ютерної вантажної програми, у вигляді табл.4.13 та рис. 4.4.

Таблиця 4.13– Розрахунок і перевірка загальної міцності на відхід

| Frame No. | Distance to AP m | BENDING MOMENT  |              |              |            | SHEAR FORCE    |             |             |            | TORSION MOMENT  |              |            |
|-----------|------------------|-----------------|--------------|--------------|------------|----------------|-------------|-------------|------------|-----------------|--------------|------------|
|           |                  | Actual Value tm | Min Allow tm | Max Allow tm | Relative % | Actual Value t | Min Allow t | Max Allow t | Relative % | Actual Value tm | Max Allow tm | Relative % |
| 425       | 258.24           | 4870            | -37000       | 37000        | 13         | -575           | -4710       | 4710        | 12         | 294             | 4500         | 7          |
| 407       | 244.10           | 22484           | -75000       | 75000        | 30         | -1903          | -5810       | 5810        | 33         | 171             | 4500         | 4          |
| 389       | 229.95           | 58839           | -130000      | 130000       | 45         | -3190          | -7440       | 7440        | 43         | 1836            | 4500         | 41         |
| 371       | 215.80           | 114117          | -190000      | 190000       | 60         | -4565          | -7440       | 7440        | 61         | 2526            | 4500         | 56         |
| 353       | 201.65           | 168813          | -242000      | 242000       | 70         | -3052          | -7680       | 7680        | 40         | 2540            | 4500         | 56         |
| 335       | 187.51           | 215771          | -280000      | 280000       | 77         | -3496          | -7970       | 7970        | 44         | 2686            | 4500         | 60         |
| 317       | 173.36           | 254138          | -310000      | 310000       | 82         | -1803          | -8260       | 8260        | 22         | 2870            | 4500         | 64         |
| 297       | 157.64           | 275095          | -325000      | 325000       | 85         | -809           | -8710       | 8710        | 9          | 2348            | 4500         | 52         |
| 281       | 141.92           | 278259          | -325000      | 325000       | 86         | 331            | -8730       | 8730        | 4          | 2404            | 4500         | 53         |
| 263       | 127.77           | 274669          | -319000      | 319000       | 86         | 215            | -8670       | 8670        | 2          | 2635            | 4500         | 59         |
| 245       | 113.62           | 263782          | -305000      | 305000       | 86         | 1404           | -8180       | 8180        | 17         | 2748            | 4500         | 61         |
| 225       | 97.90            | 243159          | -281000      | 281000       | 87         | 1582           | -7740       | 7740        | 20         | 2403            | 4500         | 53         |
| 205       | 81.88            | 211536          | -238000      | 238000       | 89         | 2351           | -7740       | 7740        | 30         | 2860            | 4500         | 64         |
| 187       | 66.13            | 167450          | -189000      | 189000       | 89         | 3164           | -7950       | 7950        | 40         | 3145            | 4500         | 70         |
| 169       | 51.98            | 121902          | -139000      | 139000       | 88         | 3256           | -4250       | 4250        | 77         | 2491            | 4500         | 55         |
| 151       | 37.83            | 76077           | -87000       | 87000        | 87         | 3211           | -4850       | 4850        | 66         | 333             | 4500         | 7          |

На Рис. 4.4 представлена еюра міцності на відхід. Протягом усього рейсу загальна поздовжня міцність забезпечена.

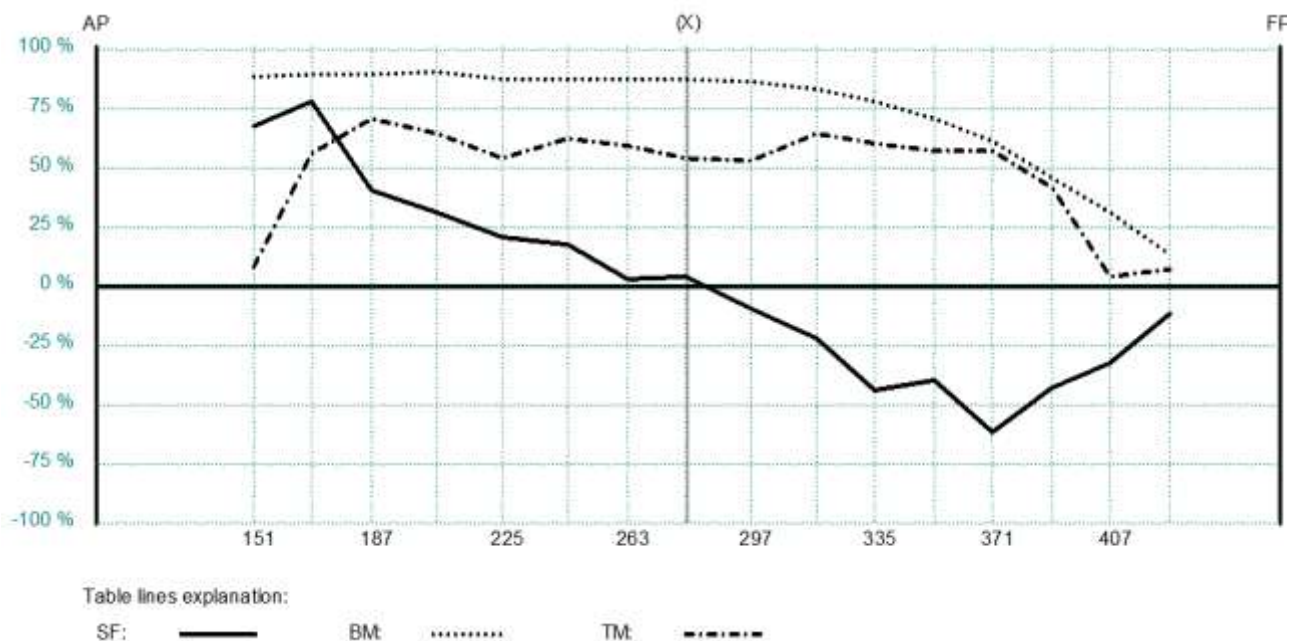


Рисунок 4.4 - Перевірка загальної міцності корпусу судна на відхід (Loadstar by IBM)

## Висновок

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

## РОЗДІЛ 5

### УПРАВЛІННЯ БАЛАСТНИМИ ВОДАМИ НА МОРСЬКИХ СУДНАХ

#### 5.1 Загальні проблеми, огляд сучасної ситуації

В наш час, в результаті людської діяльності, по планеті щодня з баластними водами переміщаються тисячі різних видів флори і фауни. Але життєдіяльність їх в новому місці призводить до серйозних соціальних, економічних та екологічних наслідків.

Скидання баласту, здебільшого, не впадає в очі, при тому наслідки можуть виявитися катастрофічними. Рідкий баласт (або баластні води) – це додатковий вантаж на судах, забортна вода або вода, навантажена заздалегідь з причалу або берега в баластну систему судна або баластні танки. Баластні води призначені для забезпечення необхідної відповідної ваги, а також рівноваги і остійності судна. Судно може змінювати глибину своєї осадки, в залежності від рівня наповнення баластної системи.

Ввезені в результаті антропогенної діяльності, чужорідні види флори і фауни, є біологічним забрудненням. На відміну від інших видів антропогенного впливу на природу, біологічне забруднення, має непоправний характер. Опинившись в новому середовищі, де немає звичайних для них паразитів і хижаків, чужорідні види часто розмножуються у величезних кількостях. В результаті конкуренції або виїдання вони можуть пригнічувати або повністю витіснити місцеві види, що призводить до спрощення структури співтовариства і зниження його стійкості до зовнішніх впливів. Вселення чужорідних видів

може сприяти погіршенню якості води, поширенню паразитів і хвороб, в тому числі небезпечних для людини. Економічні втрати від вселення деяких інвазивних чужорідних видів в ряді випадків можуть обчислюватися сотнями мільйонів доларів на рік.

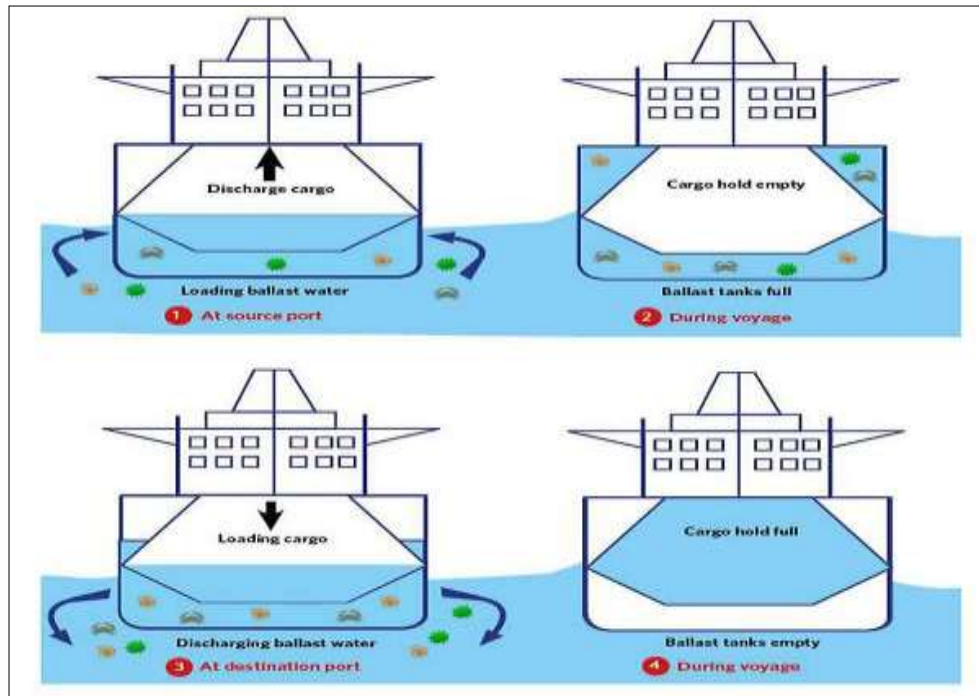


Рисунок 5.1 – Інвазивні види (цикл баластної води)

### 5.1.1 Варіанти обробки баластних вод

Екологічність, економічність і ефективність – це головні вимоги для вибору варіанту очищення баластної води.

Розглянемо основні методи управління баластними водами, що застосовуються в сучасному судноплавстві:

**Повністю припинити скидання баласту.** Цей спосіб застосовується коли скидання баластних вод заборонений повністю. Судно зберігає всю баластну воду на борту без відкатки.

**Зменшити кількість гідробіонтів, що потрапляють в водяний баласт.** Домогтися ефективності від даного методу можна, обмежуючи кількість набираемого баласту і підбору місця завантаження баласту. Не слід приймати баласт на малій глибині, в районах застою води, поблизу від місць зливу сточних вод і днопоглиблювальних робіт і районів виявлення патогенних мікроорганізмів.

**Берегова обробка.** З точки зору ABS (Американське Бюро Судноплавства) цей метод має багато достоїнств. Але необхідно врахувати, що багато суден не мають можливості здавати водяний баласт на берегові приймальні споруди і не всі порти можуть надати судну відповідні приймальні споруди. *Сучасний стан (2024-2025): Freedom Ballast (спільне підприємство BAWAT) розпочала надання послуг берегової обробки баластних вод в США (Луїзіана, процес отримання дозволу в Техасі). Вартість обслуговування для великих суден з 10 000-15 000 м<sup>3</sup> баласту становить \$40 000-60 000.*

**Зміна баласту в водах відкритого океану (стандарт D-1).** Цей метод використовують такі країни як: Австралія, Канада, Ізраїль, США, Чилі і Нова Зеландія. Згідно з вимогами BWM Convention, заміна повинна відбуватися на відстані не менше 200 морських миль від берега та на глибині не менше 200 метрів. Цей метод поступово виводиться з експлуатації. З 8 вересня 2024 року всі судна повинні відповідати стандарту D-2, який вимагає використання систем очищення баластних вод (BWTS).

**Обробка баластних вод на борту (стандарт D-2).** Дана обробка здійснюється нижчепереліченими способами:

- **Хімічний спосіб.** Включає в себе озонування, видалення кисню, хлорування, застосування біореагенту. Надоступнішим способом поки є застосування хімікатів, але й воно має свої мінуси, такі як створення ризику для здоров'я екіпажу судна, створення корозії баластних насосів, трубопроводів, покриттів танків і інших частин баластної системи, а також, забруднення цими хімікатами морського середовища в результаті їх скидання разом з баластом.
- **Фізичний спосіб.** Являє собою нагрівання, обробку ультразвуком, ультрафіолетовим випромінюванням, магнітним полем, іонізацію сріблом. Фізичний спосіб також створює ризик для здоров'я членів екіпажу, викликає ефект корозії, а якщо відбувається скидання нагрітої води, то пошкоджує місцевий біогеоценоз. Також до недоліків можна віднести не повне знищення патогенних мікроорганізмів.
- **Біологічний вплив.** Включає в себе додавання в баластну воду хижих або паразитних організмів з метою знищення шкідливих мікроорганізмів. Цей метод має обмежене практичне застосування через складність контролю біологічних агентів.
- **Механічний спосіб.** Являє собою фільтрування, внесення змін в конструкцію судна, застосування спеціальних покриттів танків. На жаль, поки що механічна обробка шляхом сепарування або фільтрування займає багато часу і не забезпечує відділення мікроорганізмів. Є необхідність видалення залишків, що утворюються в результаті фільтрування.

**Існують і інші методи очищення баластних вод:**

- **Сертифікація чистого баласту.** Цей метод являє собою отримання судном лабораторного сертифікату в порту прийому баласту. В даному сертифікаті має бути прописано, що в баластних водах на судні не маються водні

організми, які небезпечні в порту скидання. Ясна річ, цей метод не є ефективним.

- **Збереження баласту на судні.** Вода, що знаходиться в суднових баластних танках понад сто діб, не пропускає світло і не містить в своєму складі залізо. З цієї причини гинуть майже всі гідробіоти, що знаходяться в цій воді. Але цей метод також малоефективний, так як немає можливості зберігати баласт більш ніж на три місяці.
- **Електролітичне генерування іонів міді і срібла.** Даний спосіб є ефективним, але має свої недоліки, такі як адаптація деяких організмів до впливу іонів міді і срібла.

Розглянувши та проаналізувавши, існуючі методи, можна зробити висновок, що до сих пір не існує методу, який дозволяє вирішити проблему на 100% ефективно. Кожен із способів має свої недоліки. Для зменшення негативного впливу підійде другий спосіб і четвертий. Для збільшення ефективності можна поєднувати другий спосіб з іншими методами. Що стосується четвертого, то він вже отримав популярність в різних країнах, проте і цей метод не є безпечним для мореплавання.

**З 8 вересня 2024 року** всі судна зобов'язані використовувати системи очищення баластних вод (BWTS), які відповідають стандарту D-2. Це найсучасніший і обов'язковий підхід до управління баластними водами.

### **5.1.2 Міжнародні та національні стандарти контролю за баластними водами**

Для запобігання заражень, забруднень і поширення чужорідних видів, кожна держава розробляє і дотримується норм очищення баластних вод. До

того ж, різні роботи в даному напрямку регулярно з'являються і розробляються міжнародними організаціями.

**Конвенція про охорону біологічного різноманіття.** Конвенція прийнята в 170 державах, включаючи Україну. У наш час вона є головним міжнародним юридичним документом в області інтродукції інвазивних видів. Конвенція є обов'язковою для виконання країнами-учасниками.

**Глобальна програма по інвазивним видам (ГПІВ).** Створена в 1997 році, для вироблення стратегії по інвазивним видам і сприянню у виконанні статті 8 (h) Міжнародної Конвенції про біологічне різноманіття.

**Глобальна програма з управління баластними водами (Glo Ballast).** Створена в 2000 році в рамках діяльності Міжнародної морської організації (ІМО) з проблеми інтродукції інвазивних видів за підтримки Глобального Екологічного Фонду (ГЕФ) та Програми Розвитку ООН (ПРООН). Метою Glo Ballast є допомога країнам, що розвиваються, в організації заходів по зменшенню перенесення морських чужорідних організмів з баластними водами, щодо виконання цими країнами рекомендацій ІМО по баластним водам.

У всьому світі уряди і некомерційні організації активно обговорюють екологічні проблеми. На жаль, узгоджені на міжнародному рівні дії ведуться далеко не в усіх напрямках боротьби із забрудненням навколишнього середовища. Проте приклади, що свідчать про можливість конструктивного вирішення екологічних труднощів, є.

Власні регламенти контролю баластних вод створені, наприклад: в США, Канаді, Ізраїлі, Австралії, Чилі, Новій Зеландії.

**Національний акт про шкідливі організми (NISA-96, США).** Досить цікавим є американський "Національний акт про шкідливі організми" (NISA-

96). Згідно з цим актом зміна баласту або його обробка усіма суднами, що прямують в порти США, повинна була проводитися у відкритому океані. Такі ж вимоги висувалися до судів, які прямують з одного північноамериканського порту в інший, в тих випадках, коли маршрут передбачав вихід з виняткової економічної зони США.

Механізм контролю полягав у наступному: після прибуття в порти США судна повинні були представити береговій охороні донесення про операції з баластними водами. У цьому документі містилися точні географічні координати і ретельний опис кожної проведеної операції. Для виявлення неправдивих даних в донесеннях була розроблена методика аналізу баластних вод, що визначає, де насправді прийнятий баласт: у відкритому океані або в прибережній зоні.

З нових норм, що регулюють дане питання, варто особливо відзначити **"The International Convention for the Control and Management of Ships Ballast Water and Sediments"** – одну з ключових заходів щодо захисту навколишнього середовища спрямованих на запобігання поширенню потенційно шкідливих організмів через баластні води.

#### **Ключові дати:**

- • 8 вересня 2017 року – Конвенція вступила в чинність
- • До вересня 2017 конвенція була ратифікована більш ніж 60 країнами, що представляють більш ніж 70% світового тоннажу
- • Станом на липень 2021 року – 86 країн ратифікували BWM Convention (91,12% валового тоннажу світового торговельного флоту)
- • **8 вересня 2024 року – критичний термін:** всі існуючі судна зобов'язані встановити схвалені системи очищення баластних вод (BWTS) згідно стандарту D-2

Конвенція вимагає від суден управляти баластними операціями таким чином, щоб прибрати, знешкодити або уникнути забору або відкатки шкідливих організмів з баластними водами.

Конвенція відноситься до суден, зареєстрованих під прапорами країн-учасниць, які використовують баласт в міжнародному судноплавстві. Решта суден можуть не мати відповідного сертифіката, проте, інспекція держави порту, яка підписала конвенцію, чекатиме від судів відповідності її вимогам.

### **З дати вступу Конвенції в силу судна повинні мати:**

- **"A ballast water management plan"** – індивідуальний для кожного судна, що включає детальний порядок дій щодо впровадження вимог конвенції
- **"A ballast water record book"** – журнал всіх баластних операцій, вироблених на борту: рециркуляції, очищення або відкатки в море. Також необхідно вказувати відкатку баласту в приймальне спорудження або непередбачену (аварійну) відкатку за борт
- **"An International Ballast Water Management Certificate"** (для суден від 400 рт і вище) – видається адміністрацією держави прапора і підтверджує, що судно працює з баластом відповідно до вимог конвенції, також уточнює якому стандарту відповідає судно і дату закінчення придатності сертифіката

### **Стандарти управління баластними водами.**

Існує два стандарти: D-1 (обмін баластних вод) і D-2 (очищення баластних вод).

#### **Стандарт D-1 (Ballast Water Exchange)**

Стандарт D-1 вимагає від суден робити заміну баласту у відкритому морі, не ближче 200 миль від берега і на глибині не менше 200 м, що дозволяє знешкодити більшість потенційно небезпечних організмів.

У разі, якщо ця вимога нездійсненна, – як мінімум в 50 милях від берега і на глибині не менше 200 м або в позначеній зоні заміни баласту відповідно до правила В-4 Конвенції.

#### **Методи заміни:**

- Судна, що виконують заміну баласту, повинні замінити не менше 95% обсягу танка
- Судна, що виконують заміну баласту "на перелив" повинні прогнати не менше трьох обсягів кожного танка. Можливо і меншу кількість прокаток, якщо судно може довести, що замінено 95% від обсягу танка

#### **Стандарт D-2 (Ballast Water Performance Standard)**

Стандарт D-2 визначає максимально допустиму до відкатки кількість шкідливих організмів, включаючи певні мікроби, небезпечні для людського здоров'я.

#### **Вимоги стандарту D-2:**

- Менше 10 життєздатних організмів на м<sup>3</sup> розміром  $\geq 50$  мікрометрів
- Менше 10 життєздатних організмів на мл розміром 10-50 мікрометрів
- Менше 1 колонієутворюючої одиниці (КУО) на 100 мл токсигенної *Vibrio cholerae*
- Менше 250 КУО на 100 мл *Escherichia coli*
- Менше 100 КУО на 100 мл *Intestinal Enterococci*

8 вересня 2017 р. всі судна повинні відповідати стандарту D-1, всі нові судна – стандарту D-2, для чого судно повинно мати "Ballast treatment system".

В найближчому майбутньому всі судна повинні будуть мати на борту обладнання для знешкодження баластних вод і відповідати стандарту D-2. Уряди, учасники ІМО, домовилися пов'язати приведення існуючих суден до стандарту D-2 разом з оновленням "International Oil Pollution Prevention Certificate" (IOPPC).

### **IOPPC Renewal survey після 8 вересня 2019 р.:**

Судно повинно відповідати стандарту D-2 до дати проходження сюрвея.

### **IOPPC Renewal survey між 8 вересня 2017 р. та 8 вересня 2019 р.:**

- Якщо попередній IOPPC Renewal survey був між 8 вересня 2014 р. і 8 вересня 2017 р., судно повинно відповідати стандарту D-2 до дати цього сюрвея
- Якщо попередній IOPPC Renewal survey був до 8 вересня 2014 р., тоді судно має час до наступного сюрвея (який буде після 8 вересня 2019 р)

**До 8 вересня 2024 р. всі судна повинні відповідати стандарту D-2.**

### **Останні оновлення ІМО :**

- **BWM.2/Circ.80/Rev.1** (прийнято 24 жовтня 2024): Керівництво по веденню журналу баластних вод та звітності, включаючи операційні сценарії в складних умовах якості води (CWQ)
- **BWM.2/Circ.43/Rev.2** (прийнято 24 жовтня 2024): Керівництво для адміністрацій щодо процесу затвердження типу систем управління баластними водами
- **BWM.2/Circ.34/Rev.13**: Оновлений список систем управління баластними водами, які використовують активні речовини
- **Resolution MEPC.387(81)**: Тимчасове керівництво для суден, що працюють в складних умовах якості води (CWQ)

- **BWM.2/Circ.82:** Керівництво щодо тимчасового зберігання очищених стічних та/або сірих вод в баластних танках

### **Новий формат Ballast Water Record Book (з 1 лютого 2025):**

Resolution MEPC.369(80) вводить стандартизовані коди операцій (А-Н) для категоризації різних дій з баластними водами. Нова форма BWRB забезпечує уніфіковане та ефективне ведення записів

## **5.2 Документи з контролю за баластом в США і їх застосування**

Підготовка документів на прихід, це дуже відповідальна робота, і коли допускається помилка в складанні того чи іншого документа, частіше, це може привести до підвищеної дратівливості і поганого настрою як капітана, так і вас самих. Особливо складним випробуванням, стає нова форма заповнення, з якої Вам не доводилося стикатися раніше, і саме про такий випадок наводиться інформація у даному підрозділі.

З 2017 р. в США з'явилася нова форма баластного звіту, яку необхідно заповнити та надіслати в спеціальну службу на затвердження задовго до приходу судна в порт, а якщо бути точніше, до того як судно зайде в 200-т мильну зону США. Зміна баласту або ж його очищення, обов'язкова вимога для суден з валовою місткістю понад 300 р.т., які прямують в штати з іноземного порту.

У даному підрозділі тема піде про версії для штату Каліфорнія. Крім загальноприйнятих норм і форматів у штату Каліфорнія є спеціальна форма, яку так само обов'язково заповнити. Причому, навіть якщо Ви вже послали

звичайну форму звіту, і Вас подякували і затвердили всі дані, це жодним чином не звільняє від відповідальності складання каліфорнійської форми.

### **Marine Invasive Species Program (MISP)**

Глобальна програма по інвазивним видам (ГПІВ) – "Marine Invasive Species Program" (MISP), стає провідною в світі програмою, яка знижує ризик розвитку водних видів нехарактерних для вод Каліфорнії.

#### **Програма MISP використовує такі пункти:**

- Розробка, впровадження і використання інноваційних технологій на судах в галузі управління біологічним обростанням і баластними водами
- Використання найкращих наявних технологій і рецензованих наукових робіт
- Партнерство з зацікавленими сторонами з метою підвищення проінформованості про проблеми інвазивних видів і оцінці ефективності програми

MISP почав свою історію в 1999 р. з прийняття Акта по Управлінню баластними водами Каліфорнії для контролю за некорінними видами, який спрямований на усунення загрози завезення з судів чужорідних видів, які прибувають в каліфорнійські води. У 2003 році був прийнятий закон "Про морські інвазивні види", розширено, оновлено і затверджено Акт 1999 р. Наступні поправки до закону і додаткове законодавство ще більше розширило сферу дії програми.

#### **5.2.1 Каліфорнійські вимоги до управління баластними водами**

##### **Які судна є об'єктом контролю Каліфорнійських вимог?**

Судна, які прибувають в Каліфорнійський порт, 300 t GRT або більше, і носять або здатні перевозити баластні води.

### **Визначення регіону Тихоокеанського узбережжя:**

Всі прибережні води (в межах 200 морських миль від суші) на Тихоокеанському узбережжі Північної Америки на схід від 154°W і на північ від 25°N, виключаючи Каліфорнійську затоку.

Вимоги до суден, що прибувають З-ЗА меж Тихоокеанського узбережжя або які несуть баласт з-за меж Тихоокеанського узбережжя:

Капітан, оператор або особа, відповідальна за судно, повинні використовувати принаймні один із нижченаведених методів по практиці управління баластними водами:

- Зберігати всю баластну воду на борту (без відкатки)
- Використовувати альтернативний, екологічно чистий метод, схвалений Каліфорнійською Державною Земельною комісією (Commission) або схвалений береговою охороною США метод управління баластом
- Відкатка баласту в затвердженому приймальному пункті на березі (в даний час не існує)
- Заміна баластних вод в серединно-океанських водах на відстані більше 200 миль від суші з глибиною не менше 2000 метрів
- Метод заміни баласту шляхом відкатки/загортання ("Empty refill") – 100% об'єму танка
- Метод заміни баласту на переливання ("Flow through") – 300% об'єму танка
- При надзвичайних обставинах судно може зробити заміну баластних вод в межах району, погодженого з Комісією при консультації з береговою охороною США, в час або до моменту запиту
- Скидання баластної води в тому ж місці, де баластна вода була узята на борт. В даному випадку судно має бути в змозі підтвердити що вода не була змішана з баластом, узятим в районі, відмінним від серединно-океанських

вод. Те ж розташування означає область в межах однієї милі від причалу або в межах зовнішнього хвилелому Каліфорнійського порту

Вимоги до суден, що прибувають з меж Тихоокеанського узбережжя або несуть баласт з меж Тихоокеанського узбережжя:

Капітан, оператор або особа, відповідальна за судно, повинні використати принаймні один з наступних методів по практиці управління баластними водами:

- Зберігати усю баластну воду на борту (без відкатки)
- Використовувати альтернативний, екологічно чистий метод схвалений Каліфорнійською Державною Земельною комісією (Commission) або схвалений Береговою охороною США метод управління баластом
- Відкатка баласту в затвердженому приймальному пункті на березі (нині не існує)
- Заміна баластних вод в прибережно-океанських водах на відстані більше 50 миль від суші з глибиною не менше 200 метрів
- Метод заміни баласту шляхом відкатки/загортання ("Empty refill") – 100% об'єму танка
- Метод заміни баласту на переливання ("Flow through") – 300% об'єму танка
- В надзвичайних обставинах, коли жоден з методів управління баластними водами не є практично можливим, судно може здійснити заміну баластних вод в межах району погодженого з Комісією при консультації з береговою охороною США

Суднам не треба проводити заходи по управлінню баластними водами, які прийняті на борт і відкочується на території того ж порту усередині Тихоокеанського узбережжя.

Розглядаються наступні портові регіони / портові комплекси як "один порт":

- Усі райони в районі затоки Сан-Франциско на схід від моста Золоті Ворота, у тому числі порти Стоктон і Сакраменто
- Порти Лос-Анджелеса і Лонг-біч і морський нафтовий термінал Ель-Сегундо

**Безпека при управлінні баластними водами.** Якщо капітан, оператор або відповідальна особа судна визначає, що управління баластними водами практично буде погрожувати безпеці судна, його екіпажу або його пасажирів із-за несприятливих погодних умов, конструктивних обмежень судна, відмови устаткування або інших надзвичайних умов, тоді для судна не вимагається проводити заходи по управлінню баластними водами. У цих обставинах, судно повинне вжити усі можливі заходи, які не ставлять під загрозу безпеку судна для мінімізації скидання баластної води, що містить сторонні види.

### **5.3 Вимоги до звітності і ведення обліку по баластним операціям**

**Ballast Water Management Report (BWMR)** .Каліфорнійські баластні вимоги зобов'язують судна підтверджувати свої баластні звіти через U.S. Coast Guard.

**Мінімальні вимоги за часом подання звіту:**

- Рейси більш ніж 24 години – принаймні за 24 години до прибуття судна в Каліфорнійський порт
- Рейси менш ніж 24 години – до відправлення з порту відправлення

Баластні звіти заповнюються відповідальним офіцером для кожного судна/рейсу індивідуально. І підписуються через кнопку "Submit via e-mail",

після чого ніякі правки зробити вже не вийде. Можливе відсилення "підписаних" звітів через судовий e-mail.

Ці звіти регулярно оновлюються і тому украй рекомендується запросити у агента в порту прибуття свіжу/актуальну версію.

Дані по наявному на борту баласту, методу його обробки, а так само часу і місцю його прийняття на борт фіксується на сторінках звіту. Причому облік і фіксація ведеться по кожному танку окремо.

Подібний файл має бути заповнений і відісланий для підтвердження відповідно до вимог викладеними вище. Окрім самого файлу для заповнення, на судно так само висилається файл з детальним описом і прикладом того як правильно вносити інформацію.

Оскільки кожен невірно заповнений файл буде знехтуваний і доведеться заново посилати його на перевірку, то самі відповідальні органи украй зацікавлені в тому щоб помилкових звітів було менше.

### **Рекомендації по заповненню BWMR:**

Титульний аркуш несе інформацію про те як правильно вказувати дані про судно, в якому виді їх представляти, а також пояснення різних частин форми.

Наступна частина несе інформацію про заповнення розділу, що відповідає безпосередньо за деталізацію даних по кожному баластному танку, покликана навчити уникати помилок в заповненні баластної форми звіту.

Приклади заповнення охоплюють найбільш вірогідні/актуальні методи і способи операцій з баластом. Кожен можливий процес винесено і пронумеровано, виділені найбільш важливі в кожній ситуації розділи і дані.

### Приклад 1: Заповнення звіту з інформацією про порт відкатки

Цей зразок описує ситуацію заповнення звіту у разі коли є інформація про те, в якому порту робитиметься відкатка баласту, так само вказується який спосіб для запобігання забрудненню баластними водами був зроблений (наприклад "empty-refill"). В даному випадку важливо вказати координати початку і кінця баластної операції, оскільки воно повинне відповідати вимогам по заміні баласту і могло бути перевірено компетентними органами.

**Ballast Water History**

Tank name/number: **1 Wing P** Tank capacity: **1000**

| Event                  | Date        | Location(s)<br>(for Management event include Start pt / End pt) | Volume |
|------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------|--------|
| Discharge to US waters | 15-Sep-2016 | Baltimore, MD                                                   | 1000   |
| Empty-refill exchange  | 10-Sep-2016 | 45 10 N 35 40 W / 45 05 N 35 30 W                               | 1000   |
| Source                 | 08-Sep-2016 | Hamburg, Germany                                                | 1000   |
| Select event           |             |                                                                 |        |
| Select event           |             |                                                                 |        |

If BW management was \*not\* conducted for this tank, select one of the following reasons: **Select reason**

Рисунок 5.2 – Зразок заповнення BWMR №1

### Приклад 2: Заповнення без інформації про заходи по управлінню

В даному випадку бачимо варіант заповнення звіту у тому разі коли є інформація про місця приймання і відкатки баласту, але немає інформації про зроблені заходи по управлінню баластними водами. В цьому випадку треба вказати причину по якій не були зроблені заходи для попередження забруднення баластними водами.

Tank name/number: **5 DB S** Tank capacity: **1000**

| Event                  | Date        | Location(s)<br>(for Management event include Start pt / End pt) | Volume |
|------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------|--------|
| Discharge to US waters | 15-Sep-2016 | Baltimore, MD                                                   | 1000   |
| Source                 | 08-Sep-2016 | Houston, TX                                                     | 1000   |
| Select event           |             |                                                                 |        |
| Select event           |             |                                                                 |        |
| Select event           |             |                                                                 |        |

If BW management was \*not\* conducted for this tank, select one of the following reasons: **Route exemption**

**Need to provide reason for No BW Management**

Рисунок 5.3 – Зразок заповнення BWMR №2

При заповненні варіанту з координатами проведеної заміни баласту, слід вибирати шлях судна, а так само планувати заміну баластних вод з тим, щоб уникнути зон які не підходять для необхідних умов для заміни баласту.

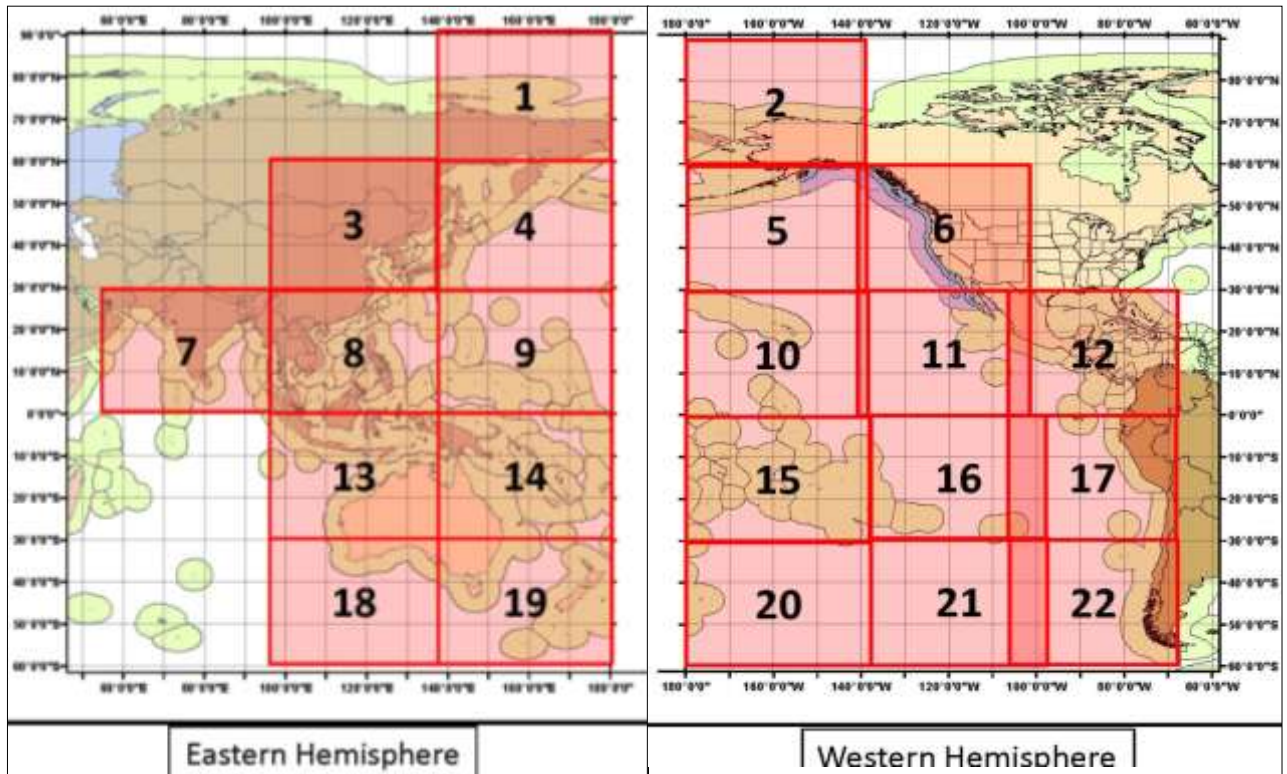


Рисунок 5.4– Зони, які не підходять для потрібних умов заміни баласту

### Annual Vessel Reporting Form

Каліфорнійські правила включають вимоги того, щоб усі судна представляли "Marine Invasive Species Program Annual Vessel Reporting Form" (SLC 600.12, Revised 8/17).

### Структура форми:

- **Перша частина** (5 сторінок) є по суті опитувачем по загальному стану судна, корпусу судна, стан фарби на підводній частині судна і вид

використаних фарбувальних матеріалів, кінгстона, грібного гвинта, терміни останнього докування

- **Друга частина** заповнюється тільки суднами, на борту яких встановлена система очищення баластної води. Туди вносять інформацію по встановленому на борту судна устаткуванню для очищення баластної води: компанія-виробник, найменування устаткування, номер моделі, коли введений в експлуатацію, дані по використанню системи впродовж останнього року, а також облік перевірок і поломок цієї системи. Складається з однієї сторінки

#### **Вимоги:**

- Ця вимога поширюється на усі судна з 1 жовтня 2017 року
- Подавати заявки потрібно не менше чим за 24 години до першого заходу судна, кожного календарного року в Каліфорнійському порту
- Усі судна повинні заповнити розділ 1 форми річного звіту
- Суднам, на борту яких встановлена система очищення баластної води, необхідно заповнити обидва розділи

Решта сторінок даної форми є поясненнями, рекомендаціями щодо заповнення та мають відсилання до компетентних органів.

#### **Ballast Water Management Plan (BWMP)**

Разом з переліченими вище звітами, особливим об'єктом для контролю компетентних органів є "Ballast Water Management Plan".

"Ballast Water Management Plan" – опис стратегії управління баластними водами на судні. Так само включає необхідні креслення, таблиці і копії сертифікатів встановленого на судні баластного устаткування.

"Ballast Water Management Plan" є унікальним для кожного судна, і повинен повністю відображати особливості управління баластними водами судна, конструктивні або технічні особливості, і що важливо – обмеження, які накладаються умовами безпечної експлуатації на баластні операції що проводяться судном.

До того ж опис процедур по управлінню баластними водами мають бути викладені з достатньою повнотою і досить детально, щоб Капітан судна і відповідні члени команди могли наслідувати ці вказівки.

Нині практикується також ведення розділу "Familiarization", в якому ведеться облік процесу ознайомлення з особливостями і процесами баластних операцій, членів екіпажа які є частиною розділу управління або можуть бути задіяні при баластних операціях.

*BWMP повинен включати процедури управління складними умовами якості води (CWQ) згідно з Resolution MEPC.387(81), процедури тимчасового зберігання очищених стічних/сірих вод в баластних танках (BWM.2/Circ.82), та вимоги до ведення записів згідно з оновленим форматом BWRB (Resolution MEPC.369(80)).*

### **Ballast Water Log**

"Ballast Water Log" – журнал обліку баластних операцій, в якому ведеться запис діяльності по управлінню баластними водами для кожного баластного танка судна на кожну баластну операцію.

"Ballast Water Log" це окремий документ і не пов'язаний з "Ballast Water Management Report". Він повинен заповнюватися окремо відповідно до вимог.

Основною рекомендацією по заповненню "Ballast Water Log" є то, що в нього повинні вноситися будь-які дії, які робляться з баластом: це приймання, відкатка, заміна баласту, внутрішнє переміщення.

‘Кожна дія по кожному танку повинна заноситися в окремий рядок. З 1 лютого 2025 введено новий формат Ballast Water Record Book з стандартизованими кодами операцій (А-Н). Записи повинні зберігатися на борту 2 роки та під контролем компанії додаткові 3 роки.

### **Збереження звітів і журналів на борту судна:**

- "Ballast Water Management Report" – 2 роки
- "Annual Vessel Reporting Form" – немає спеціальних вимог по збереженню цих документів. Проте, рекомендується зберігати його, як мінімум 2 роки, з тієї причини, що ці звіти містять багато важливої інформації, яка може бути затребувана згідно "Public Resources Code" section 71205 (h)
- "Ballast Water Management Plan" – до тих пір, поки судно в експлуатації
- "Ballast Water Log" – 2 роки (на борту), додаткові 3 роки (під контролем компанії)

## **5.4 Port State Control та інспекції**

Судна можуть бути піддані портовому державному контролю в будь-якому порту або морському терміналі держави-учасниці BWM Convention.

### **Інспекція може включати:**

- Перевірку дійсності International Ballast Water Management Certificate
- Інспекцію Ballast Water Management Plan

- Перегляд Ballast Water Record Book
- Відбір проб баластної води згідно з Guidelines G2
- Комісійні випробування BWTS (обов'язкові з 1 червня 2022)

**Статистика інспекцій 2024:** За даними Concentrated Inspection Campaign (CIC), рівень невдач при комісійних випробуваннях досягає 13%. Найпоширеніші причини:

- Накопичення осаду в фільтрах
- Неправильна установка системи
- Недостатнє навчання екіпажу
- Невідповідне калібрування обладнання

**Реальний випадок (2024):** Шведське транспортне агентство затримало судно з 9000 м<sup>3</sup> баластної води, яка не відповідала стандартам, після відмови бортової системи очищення.

## **5.5 Економічні аспекти впровадження BWTS**

**Вартість систем очищення баластних вод:**

- Установка BWTS для нових суден: 1-5 мільйонів доларів США на судно
- Модернізація (retrofit) існуючих суден: залежить від типу системи та складності установки
- Загальна вартість для світового флоту: оціночно 8-9 мільярдів доларів США
- Типовий час установки: приблизно 6 місяців від планування до введення в експлуатацію

**Глобальний ринок BWTS (дані 2024):**

- Поточна оцінка ринку: 6,94-13,8 млрд доларів США
- Прогноз до 2030-2034: 11,31-38,8 млрд доларів США

- Середньорічний темп зростання (CAGR): 7,78-10,9%

#### **Регіональний розподіл ринку (2024):**

- Азійсько-Тихоокеанський регіон: 39,2-40,6% (лідери: Китай, Японія, Південна Корея)
- Європа: 38,9% (Німеччина – провідна країна)
- Північна Америка: найшвидше зростання з CAGR 8,59%

#### **Розподіл за типами суден (2024):**

- Балкери (Bulk carriers): 36,5% ринку – домінуюча категорія
- Танкери (Tankers/Carriers): 26,2%
- Контейнеровози (Container Ships): найшвидше зростання з CAGR 8,90%
- Інші типи суден (круїзні, пасажирські, RoRo тощо)

#### **Розподіл за технологіями (2024):**

- Фізичні методи: 43,3% ринку
- Фільтрація + УФ: 31,5% (найпопулярніший метод)
- Хімічні методи: значна частка ринку
- Портативні/модульні системи: найшвидше зростання з CAGR 8,97% до 2032

### **5.6 Висновки та рекомендації**

Управління баластними водами є критично важливим аспектом сучасного судноплавства. Впровадження Конвенції BWI та обов'язкове використання систем обробки баластних вод стандарту D-2 з вересня 2024 року представляє значний крок вперед у запобіганні поширенню інвазивних видів морем.

Станом на 2024-2025 роки галузь продовжує адаптуватися до нових вимог. Попри виклики, пов'язані з високою вартістю обладнання та встановлення, недостатністю суднобудівних потужностей та технічними складнощами, прогрес є очевидним. Дослідження показують, що належне управління баластними водами може значно зменшити ризик інтродукції інвазивних видів – наприклад, з 2006 року не було підтверджених інтродукцій через баластну воду до Великих озер завдяки суворим правилам заміни баласту.

Ключові аспекти успішного управління баластними водами включають:

- Встановлення та належну експлуатацію схвалених систем обробки баластних вод;
- Дотримання оновлених вимог до документації, що набули чинності у 2025 році;
- Ретельне ведення записів у журналі обліку баластних вод відповідно до нових форматів;
- Підготовку екіпажу та регулярне навчання з питань управління баластними водами;
- Розуміння та дотримання як міжнародних, так і національних вимог;
- Своєчасне реагування на надзвичайні ситуації та проблеми з якістю води.

Продовження роботи ІМО в рамках фази накопичення досвіду (ЕВР) та запланований перегляд Конвенції у 2026 році демонструють, що міжнародна спільнота продовжує вдосконалювати підходи до управління баластними водами на основі накопиченого досвіду та нових наукових даних.

Ефективне управління баластними водами вимагає комплексного підходу, який поєднує технологічні рішення, відповідну документацію, навчання екіпажу та дотримання регуляторних вимог. Лише через спільні зусилля міжнародної спільноти, судновласників, операторів та регуляторних органів можна досягти цілі захисту морського середовища від шкідливих інвазивних видів.

## РОЗДІЛ 6

### РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ

#### 6.1 Розрахунок кількісних показників роботи судна в рейсі

Розрахунок виконаний на підставі завдання і даних, отриманих у попередніх розділах цієї дипломної роботи, взятих із суднової документації при роботі на переддипломній практиці, з довідкових матеріалів кафедри М і ЕМТ НУ«ОМА», прейскурантів, тарифів та ін. Вихідні дані рейсу т/х «SAVANNAH» з порту Сінгапур в порт Шанхай 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 «SAVANNAH»                                | $D_w$                | Тон                    | 60642    |
| 2        | Запаси на початок рейсу                               | $G_p$                | тон                    | 3883,7   |
| 3        | Відстань між портами                                  | $L$                  | милі                   | 4170,3   |
| 4        | Кількість навантаженого вантажу:<br>контейнери всього | $\Sigma Q_{шт}$      | шт                     | 1817     |
| 5        | Фрахтова ставка за 1 шт вантажу                       | $f_1$                | \$/шт                  | 700      |
| 6        | Норми навантаження вантажу                            | $M_{ван}$            | шт/ год.               | 50       |
| 7        | Норми вивантаження вантажу                            | $M_{вив}$            | шт/ год.               | 50       |
| 8        | Експлуатаційна швидкість                              | $v$                  | екс. вузли             | 22,5     |
| 9        | Швидкість в каналах, вузостях                         | $v$                  | кан. вуз.              | 10       |
| 10       | Добова витрата палива на ходу:<br>важке / легке       | $q^e_x$              | тон/доб                | 87,7/9,0 |

Продовження табл.6.1

| 1  | 2                                          | 3           | 4        | 5       |
|----|--------------------------------------------|-------------|----------|---------|
|    | Добова витрата палива на стоянці:<br>легке | $q_{ст}$    | тон/доб  | 12,0    |
| 11 | Ціна 1 тони палива: важке / легке          | $Ц$         | \$/т     | 420/650 |
| 12 | Балансова вартість судна                   | $C_{бал}$   | \$       | 6054200 |
| 13 | Річна норма амортизації                    | $Ha$        | %        | 10      |
| 14 | Позаексплуатаційний час                    | $T_{зе}$    | діб.     | 15      |
| 15 | Чисельність екіпажу                        | $Ч_{ек}$    | чол.     | 21      |
| 16 | Час затримки в дорозі                      | $t_{зат}$   | доб.     | 0,1     |
| 17 | Додатковий час в портах стоянки            | $t_{дод}$   | доб.     | 0,2     |
| 18 | Заробітна платня                           | $R_{зн}$    | \$/доб   | 2800    |
| 19 | Витрати на технічне постачання             | $R_{т.пос}$ | \$/доб   | 300     |
| 20 | Навігаційні витрати                        | $R_{нав}$   | \$/доб   | 200     |
| 21 | Портові збори                              | $R_{порт}$  | \$       | 35420   |
| 22 | Агентування суден                          | $R_{аг}$    | \$/доб   | 200     |
| 23 | Витрати на страхування судна               | $R_{стр}$   | \$/доб   | 220     |
| 24 | Витрати на ремонт                          | $C_{рем}$   | \$/мр.п. | 650000  |
| 25 | Вартість одного доковання                  | $C_{док}$   | \$       | 60000   |

При розрахунку кількісних показників роботи судна в рейсі використовуємо дані рейсового завдання [57, 59].

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

$$D_q = D_w - G_{зан}, \quad (6.1)$$

$$D_q = 60642 - 3883,7 = 56758,3 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

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

де  $T_k$  - календарний період, приймаємо 365 діб;

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

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

$$t_x = 4170,3 / (22,5 \times 24) + 0,1 = 7,8 \text{ діб}$$

- стоянковий час:

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

$$t_{cm} = 1817 / (50 \times 24) + 1817 / (50 \times 24) + 0,2 = 3,2 \text{ діб.}$$

- час рейсу складе:

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

$$t_p = 7,8 + 3,2 = 11,0 \text{ діб}$$

4. Розрахуємо провізну спроможність судна:

- зроблено шт-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 1817 \times 4170,3 = 7577435 \text{ шт-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_{\text{ч}} L = 56758,3 \times 4170,3 = 236699138 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

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

$$\Sigma F_{рейс} = 1817 \times 700 = 1271900 \text{ \$/рейс}$$

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

Постійні експлуатаційні витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

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

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

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

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

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

$$R_{хар} = 21 \times 12 = 252 \text{ \$/добу};$$

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

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

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

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

$$R_{рем} = ((60000 + 650000) / 5) / 350 = 406 \text{ \$/добу}$$

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

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

$$R_{ам} = (6054200 \times 0,1) / 350 = 1730 \text{ \$/добу};$$

- 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;

$$R_{сн} = (6054200 \times 0,02) / 350 = 346 \text{ \$/добу};$$

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

- навігаційні витрати, \\$/добу ( $R_{нав}$ ) 200 \\$/добу;

- портові збори ( $R_{порт}$ ) 35420 \\$/рейс;

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

- витрати на страхування ( $R_{стр}$ ) 220 \\$/добу.

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

$$R_{екс} = 2800 + 252 + 406 + 1730 + 346 + 300 + 200 + 35420 / 11,0 + \\ + 200 + 220 = 9674 \text{ \$/ добу}$$

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 %.

$$R_{кос.} = 9674 \times 0,02 = 193 \text{ \$/добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{заг} = 9674 + 193 = 9867 \text{ \$/добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{заг.екс} = 9867 \times 11,0 = 108537 \text{ \$/рейс}$$

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

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

$$R_x^6 = k_{см} \cdot q_x \cdot Ц_6 \quad (6.15)$$

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

$$R_x^6 = 1,1 \times 87,7 \times 420 = 40517 \text{ \$/ добу}$$

$$R_{см}^l = 1,1 \times 9,0 \times 650 = 6435 \text{ \$/ добу}$$

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

$$R_{см}^l = k_{см} \cdot q_{см} \cdot Ц_l \quad (6.16)$$

$$R_{см}^l = 1,1 \times 12,0 \times 650 = 8580 \text{ \$/ добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

$$\Sigma R_{неп} = (R_x^m + R_x^l) \cdot t_x + (R_{см}^m \cdot t_{см}) \quad (6.17)$$

$$\Sigma R_{неп} = (40517 + 6435) \times 7,8 + 8580 \times 3,2 = 393682 \text{ \$/рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{рейс} = 108537 + 393682 = 502219 \text{ \$/рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

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

$$\Sigma \Pi_{рейс} = 1271900 - 502219 = 769681 \text{ \$/рейс}$$

Прибуток судна т/х «SAVANNAH» з порту Сінгапур в порт Шанхай з вантажем контейнери за рейс склав 769681 \$/рейс.

## 6.2 Розрахунок якісних показників роботи судна в рейсі

Якісні показники роботи судна в рейсі розраховуємо за методикою [59]:

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:

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

$$V_{cp} = 4170,3 / 7,8 = 534$$

3. Коефіцієнт ходового часу:

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

$$\varepsilon_x = 7,8 / 11,0 = 0,709$$

4. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

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

$$\mu_6 = 0,986 \times 534 \times 0,709 = 373,31$$

5. Валова прибутковість одних судно-днів:

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

$$\mu = 1271900 / 11,0 = 115627 \text{ $/доба}$$

6. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

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

$$S_{ум} = 502219 / 1817 = 276,40 \text{ $/шт}$$

7. Собівартість 1 тонно-милі в рейсі:

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

$$S_{ум-м} = 502219 / 7577435 = 0,0002215 \text{ $/шт-м}$$

8. Собівартість утримання судна в добу експлуатації:

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

$$S_{с-д} = 502219 / 11,0 = 45656 \text{ \$/ доба.екс}$$

10. Рівень дохідності являє відношення доходів до витрат:

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

$$PF = 1271900 / 502219 = 2,53$$

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 [59]:

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$Ч_p = T_{екс} / t_p \quad (6.29)$$

$$Ч_p = 350 / 11,0 = 31,82$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma Q_{екс} = 1817 \times 31,82 = 57817 \text{ шт / рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

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

$$\Sigma Ql_{екс} = 7577435 \times 31,82 = 241113982 \text{ шт-миль} / \text{рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

$$\Sigma F_{екс} = \Sigma F_{рейс.} \cdot \chi_p \quad (6.32)$$

$$\Sigma F_{екс} = 1271900 \times 31,82 = 40471858 \text{ \$} / \text{рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma R_{екс} = 502219 \times 31,82 = 15980609 \text{ \$} / \text{рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma \Pi = \Pi_p \cdot \chi_p \quad (6.34)$$

$$\Sigma \Pi = 769681 \times 31,82 = 24491249 \text{ \$} / \text{рік}$$

7. Рівень дохідності роботи судна за експлуатаційний період:

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

$$PF = 40471858 / 15980609 = 2,53$$

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

В результаті проведених розрахунків, наведених у таблиці 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень дохідності 2,53, прибуток 769681 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 24491249 \$. Судно «SAVANNAH» доцільно використовувати на даній лінії.

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                                     | $F$                  | \$                     | 1271900   |
| 2        | Затрати загальні                                  | $R$                  | \$                     | 502219    |
| 3        | Прибуток                                          | $\Pi$                | \$                     | 769681    |
| 4        | Коефіцієнт ходового часу                          | $\varepsilon_x$      |                        | 0,709     |
| 5        | Середньодобова експлуатаційна швидкість           | $V_{cp}$             | милі/доб               | 534       |
| 6        | Дохідність судна                                  | $\mu$                | \$/ доб                | 115627    |
| 7        | Рівень дохідності                                 | $PF$                 |                        | 2,53      |
| 8        | Собівартість перевезення 1 шт вантажу             | $S_{шт}$             | \$/шт                  | 276,40    |
| 9        | Собівартість 1 шт-милі                            | $S_{шт-м}$           | \$/шт-м                | 0,0002215 |
| 10       | Собівартість утримання судна за добу експлуатації | $S_{с-д}$            | \$/доб.                | 45656     |

## РОЗДІЛ 7

### ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ

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

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

Вантажне судно в порту біля причалу спеціалізованого перевантажувально-го комплексу для хімічних рідких наливних вантажів.

Отримано повідомлення про інцидент із зрідженим газом: в результаті терористичного акту на території причалу стався вибух, що привело до ушкодження бочки-контейнера з сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР) - зрідженим хлористим воднем. З пошкодженої бочки-контейнера вилилося 0,5 т СДОР, характер розливу - " вільно".

Метеорологічні умови на момент аварії: час доби - день, 9.00, температура повітря 20<sup>0</sup>, швидкість вітру 2 м/с, вітер - зустрічний, суцільна хмарність. Відстань від судна до місця аварії - 0,3 км.

Характер місцевості - територія порту. На території порту оголошена терористична загроза.

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

Запропонувати заходи по зменшенню можливих втрат серед екіпажу судна.

Визначити заходи по спостереженню за обстановкою

### 7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території

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

#### 1) Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря

За заданими метеорологічними умовами (час доби - день, швидкість вітру 2 м/с, суцільна хмарність) за допомогою таблиці 7.1 визначаємо: на момент виникнення надзвичайної ситуації ступінь вертикальної стійкості повітря - ізотермія.

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 – 4,0               | конвекція           | ізотермія | ізотермія | ізотермія | ізотермія | ізотермія |
| > 4,0                   | ізотермія           | ізотермія | ізотермія | ізотермія | ізотермія | ізотермія |

#### 2) Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі

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

Розраховуємо еквівалентну кількість  $Q_{51}$  (т) хлористого водню в первинній хмарі:

$$Q_{\Sigma 1} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0 = 0,28 \cdot 0,30 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 0,5 = 0,01 \text{ т,}$$

де:  $K_1 = 0,28$  – коефіцієнт, залежний від умов зберігання хлористого водню (таблиця 7.2);  $K_3 = 0,30$  – коефіцієнт, рівний відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози хлористого водню (табл. 7.2);  $K_5 = 0,23$  – коефіцієнт, що враховує міру вертикальної стійкості повітря (для інверсії приймається рівним 1, для ізомерії - 0,23, для конвекції - 0,08);  $K_7^1 = 1$  – коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря на швидкість утворення первинної хмари (табл. 7.2);  $Q_0 = 0,5 \text{ т}$  кількість хлористого водню, що розлився при аварії.

Таблиця 7.2 - Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

| Найменування СДОР | Щільність СДОР, т/ м³ |        | Температура кипіння °C | Порогова токсодоза, мг·хв/л | Значення допоміжних коефіцієнтів |       |      |                                 |                 |                 |               |                 |
|-------------------|-----------------------|--------|------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-------|------|---------------------------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|
|                   | Газ                   | Рідина |                        |                             | K1                               | K2    | K3   | K7 для температури повітря (°C) |                 |                 |               |                 |
|                   |                       |        |                        |                             |                                  |       |      | - 40                            | - 20            | 0               | 20            | 40              |
| Хлористий водень  | -                     | 1,191  | -85,1                  | 2                           | 0,28                             | 0,037 | 0,30 | <u>0,4</u><br>1                 | <u>0,6</u><br>1 | <u>0,8</u><br>1 | <u>1</u><br>1 | <u>1,2</u><br>1 |

Примітка:

1. У таблиці приведені значення  $K_7$  у чисельнику –  $K_7^1$  (для первинної хмари), у знаменнику –  $K_7^{\text{II}}$  (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>) хлористого водню дорівнює:

$$S_p = \frac{V_p}{h} = \frac{Q_o/\rho}{h} = (0,5/1,191)/0,05 = 8,4 \text{ м}^2$$

де:  $V_p$  – об'єм хлористого водню, що розлився, м<sup>3</sup>;  $Q_o = 0,5$  т – кількість хлористого водню, що розлився при аварії;  $\rho = 1,191$  т/м<sup>3</sup> – хлористого водню (табл. 7.2);  $h = 0,05$  м – товщина шару об'єм хлористого водню (для характеру розливу – «вільно»).

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

Розраховуємо тривалість вражаючої дії  $T$  (год.) хлористого водню:

$$T = \frac{h \cdot \rho}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{\Pi}} + \frac{1}{K_m \cdot v_{\Pi}} = (0,05 \cdot 1,191)/(0,037 \cdot 1,33 \cdot 1) + 1/(0,2 \cdot 12) = 1,21 + 0,42 = 1,63 \text{ год.} = 1 \text{ год. } 38 \text{ хв.,}$$

де:  $K_2 = 0,037$  – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей хлористого водню (табл. 7.2);  $K_4 = 1,33$  – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (табл. 7.3);  $K_7^{\Pi} = 1$  – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення вторинної хмари (табл. 7.2);  $K_m = 0,2$  – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари хлористого водню (табл. 7.4);  $v_{\Pi} = 12$  км/год – швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря (табл. 7.5).

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

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

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

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

Розраховуємо еквівалентну кількість хлористого водню  $Q_{32}$  (т) у вторинній хмарі:

$$Q_{32} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{\Pi} \cdot \frac{Q_0}{h \cdot \rho} = (1 - 0,28) \cdot 0,037 \cdot 0,30 \cdot 1,33 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot (0,5 / (0,05 \cdot 1,191)) = 0,02 \text{ т}$$

де:  $K_1 = 0,28$  – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (табл. 7.2);  $K_3 = 0,013$  – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози сірковуглецю (табл. 7.2);  $K_5 = 0,23$  – коефіцієнт, який враховує ступень вертикальної стійкості повітря для ізотермії (для інверсії приймається рівним 1, для ізотермії – 0,23, для конвекції – 0,08);  $K_6 = N^{0,8} = 1^{0,8} = 1$  – коефіцієнт, що залежить від часу  $N$ , що пройшов з моменту початку аварії; за умовами завдання  $N = 1$  год.

## 4) Визначення глибини і площі зони зараження

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

Таблиця 7.6 - Глибина (км) зони зараження

| Швид-<br>кість<br>вітру, м/с | Еквівалентна кількість СДОР, т |      |      |      |      |      |       |       |       |
|------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
|                              | 0,01                           | 0,05 | 0,1  | 0,5  | 1    | 3    | 5     | 10    | 20    |
| 1 и<br>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  $Q_{\Sigma 1} = 0,01$  т і швидкості вітру  $u = 2$  м/с визначаємо глибину зони зараження первинною хмарою хлористим воднем:  $\Gamma_1 = 0,26$  км.

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

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 0,34 + 0,5 \cdot 0,26 = 0,47 \text{ км},$$

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

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

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

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

$$\Gamma = \min \left\{ \frac{\Gamma_{\Sigma}}{\Gamma_n} \right\} = 0,47 \text{ км.}$$

Визначаємо площу зони можливого зараження  $S_b$  (км<sup>2</sup>) хмарою хлористого водню:

$$S_b = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^\circ = 3,14 \cdot 0,47^2 \cdot 90^\circ / 360^\circ = 0,17 \text{ км}^2,$$

де:  $\Gamma = 0,47$  км – розрахункова глибина зони зараження;  $\varphi = 90^\circ$  - кутовий розмір зони зараження (табл. 7.7).

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

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

Визначаємо площу зони фактичного зараження  $S_f$  (км<sup>2</sup>):

$$S_f = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 0,47^2 \cdot 1^{0,2} = 0,03 \text{ км}^2,$$

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

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

Територія можливого хімічного зараження представляє собою сектор, що має кутовий розмір  $\varphi = 90^\circ$  (табл. 7.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження  $\Gamma = 0,47$  км. Центр сектора співпадає з дже-

релом зараження – місцем розливу хлористого водню. 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  $\Gamma_l$  (км):

$$\Gamma_l = \lambda \cdot K_M \cdot \left( \frac{Q_{\Sigma}}{D_l} \right)^{\Psi} = 2,31 \cdot 0,2 \cdot \left( \frac{0,03}{6} \right)^{0,580} = 0,02 \text{ км},$$

де:  $\lambda = 2,31$ ;  $\Psi = 0,580$  – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (табл. 7.8);  $Q_{\Sigma} = Q_{\Sigma 1} + Q_{\Sigma 2} = 0,01 + 0,02 = 0,03$  т – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару;  $D_l = 6$  мг.хв/л – летальна токсодоза для хлору.

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

| Коефіцієнти | Швидкість вітру( $u$ ), м/с |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|             | 1 и<br>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):

$$\Gamma_{0,4l} = \lambda \cdot K_M \cdot \left( \frac{Q_{\Sigma}}{D_{0,4l}} \right)^{\Psi} = 2,31 \cdot 0,2 \cdot \left( \frac{0,03}{2,4} \right)^{0,580} = 0,04 \text{ км},$$

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):

$$\Gamma_{0,2l} = \lambda \cdot K_M \cdot \left( \frac{Q_{\Sigma}}{D_{0,2l}} \right)^{\Psi} = 2,31 \cdot 0,2 \cdot \left( \frac{0,03}{1,2} \right)^{0,580} = 0,05 \text{ км},$$

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

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження  $\Gamma = 0,47$  км.

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

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

$$t = \frac{x}{K_M \cdot v_n} = 0,3 / (0,2 \cdot 12) = 0,125 \text{ год.} \approx 7,5 \text{ хв.},$$

де:  $x = 0,3$  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 хлористого водню на території порту Калькутта показала, що хмара зараженого повітря досягне судна, що стоїть біля причалу №3, через 7,5 хв. В результаті утворення зони хімічного зараження, судно потрапляє до зони легких уражень, але, враховуючи досить швидкий підхід зараженого повітря до судна, дія вражаючих концентрацій хмари може тривати майже 1,5 години, що у свою чергу може представляти загрозу для здоров'я моряків. Слабка сила вітру (2 м/с) забезпечує збереження вражаючих концентрацій на глибині до 0,47 км.

Для зменшення ризику отруєння 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;
- На відстані більше 50 метрів від осередка концентрація хлористого водню різко знижується, тому засоби захисту шкіри можна не використати, а для захисту органів дихання використовують ті, що фільтрують: промислові протигази великого габариту з коробками марки В і БКФ, малого габариту з коробкою марки В, цивільні протигази ГП- 5, ГП- 7, ПДФ-2Д, ПДФ-2Ш в комплекті з ДПГ- 3 або респіратори РПГ- 67, РУ-60М з коробкою марки В.
- встановити контроль концентрації СДОР на відкритому повітрі і в повітрі приміщень судна;
- підготувати екіпаж до можливої евакуації.

## **7.2 Розподіл обов'язків та відповідальності щодо забезпечення охорони судна**

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

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

Зобов'язання та відповідальність вахтового помічника капітана:

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

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

Зобов'язання і відповідальність вахтового механіка:

- виконує вказівки вахтового помічника капітана та особи командного складу, відповідальній за охорону судна, які стосуються підтримки відповідного рівня охорони або переходу на новий рівень охорони;
- організовує та забезпечує виконання заходів з охорони, передбачених планом охорони судна, із залученням персоналу машинної вахти.
- доповідає вахтовому помічнику та особі командного складу, відповідальній за охорону судна, про всі недоліки або невідповідності та вживає заходів щодо їх усунення;

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

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

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

## ВИСНОВКИ

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

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

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

В результаті вирішення головної задачі було отримано висновок, що управління баластними водами є критично важливим аспектом сучасного судноплавства. Впровадження Конвенції BWI та обов'язкове використання систем обробки баластних вод стандарту D-2 з вересня 2024 року представляє значний крок вперед у запобіганні поширенню інвазивних видів морем.

Станом на 2024-2025 роки галузь продовжує адаптуватися до нових вимог. Попри виклики, пов'язані з високою вартістю обладнання та встановлення, недостатністю суднобудівних потужностей та технічними складнощами, прогрес є очевидним. Дослідження показують, що належне управління баластними водами може значно зменшити ризик інтродукції інвазивних видів – наприклад, з 2006 року не було підтверджених інтродукцій через баластну воду до Великих озер завдяки суворим правилам заміни баласту.

Продовження роботи ІМО в рамках фази накопичення досвіду (ЕВР) та запланований перегляд Конвенції у 2026 році демонструють, що міжнародна спільнота продовжує вдосконалювати підходи до управління баластними водами на основі накопиченого досвіду та нових наукових даних.

Ефективне управління баластними водами вимагає комплексного підходу, який поєднує технологічні рішення, відповідну документацію, навчання екіпажу та дотримання регуляторних вимог. Лише через спільні зусилля міжнародної спільноти, судновласників, операторів та регуляторних органів можна досягти цілі захисту морського середовища від шкідливих інвазивних видів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

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

16. International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code) [7];
17. International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk (IBC Code) [13];
18. International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (IGC Code) [14];
19. International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals (ISGOTT) [16].
20. Николаева Л. Л. Коммерческая эксплуатация судна: учебн. [для студ. высш. учебн. зав.] / Л. Л. Николаева. – Одесса: Феникс, 2006. – 754 с.
21. Савчук В. Д. Технологія перевезення вантажів : підруч. / В. Д. Савчук. – Одеса : ВидавІнформ, 2008. – 335 с.
22. Adoption of the International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code), Resolution MSC.267(85).
23. International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk (International Grain Code). – London: International Maritime Organization, 1991. – 35 p.
24. Правила класифікації та побудови морських суден. В 5-ти т. Том 2. – Київ: Регістр судноплавства України, 2014.
25. International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code)
26. Code of Practice for the Safe Loading and Unloading of Bulk (BLU Code)
27. International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk (Grain Code)
28. Thomas Stowage: The Properties and Stowage of Cargoes
29. Винников В.В. Экономика предприятия морского транспорта (экономика морских перевозок): - 3 изд., перераб. доп. – О.: Феникс, 2011. – 944 с.
30. 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.
31. Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи. Одеса: НУ «ОМА», 2017, с. 20.

32. International Maritime Organization. International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments, 2004 (BWM Convention). London: IMO, 2004. 38 p.
33. International Maritime Organization. Resolution MEPC.296(72) – Amendments to regulations A-1 and D-3 of the BWM Convention (Code for approval of ballast water management systems). London: IMO, 2018.
34. International Maritime Organization. Resolution MEPC.297(72) – Amendments to regulation B-3 of the BWM Convention (Implementation schedule of ballast water management for ships). London: IMO, 2018.
35. International Maritime Organization. Resolution MEPC.300(72) – Code for Approval of Ballast Water Management Systems (BWMS Code). London: IMO, 2018.
36. International Maritime Organization. Resolution MEPC.325(75) – Amendments to regulation E-1 of the BWM Convention (Commissioning testing of ballast water management systems). London: IMO, 2020.
37. International Maritime Organization. Resolution MEPC.369(80) – Amendments to Appendix II (Form of Ballast Water Record Book). London: IMO, 2023.
38. International Maritime Organization. Resolution MEPC.370(80) – Amendments to Guidelines for Ballast Water Management and development of Ballast Water Management Plans (G4). London: IMO, 2023.
39. International Maritime Organization. Resolution MEPC.372(80) – Guidelines for the use of electronic record books under the BWM Convention. London: IMO, 2023.
40. International Maritime Organization. Resolution MEPC.383(81) – Amendments to Regulations A-1 and B-2 (Use of Electronic Record Books). London: IMO, 2024.
41. International Maritime Organization. Resolution MEPC.387(81) – Interim guidance on the application of the BWM Convention to ships operating in challenging water quality conditions. London: IMO, 2024.

42. International Maritime Organization. BWM.2/Circ.80/Rev.1 – Guidance on ballast water record-keeping and reporting. London: IMO, 2024.
43. International Maritime Organization. BWM.2/Circ.62 – Guidance on contingency measures under the BWM Convention. London: IMO, 2023.
44. International Maritime Organization. BWM.2/Circ.70/Rev.1 – Guidance for the commissioning testing of ballast water management systems. London: IMO, 2020.
45. International Maritime Organization. BWM.2/Circ.43/Rev.2 – Guidance for Administrations on the type approval process for ballast water management systems. London: IMO, 2024.
46. International Maritime Organization. BWM.2/Circ.34/Rev.13 – List of ballast water management systems that make use of Active Substances which received Basic and Final Approval. London: IMO, 2024.
47. International Maritime Organization. Resolution MEPC.127(53) – Guidelines for ballast water management and development of ballast water management plans (G4). London: IMO, 2005.
48. International Maritime Organization. Resolution MEPC.288(71) – 2017 Guidelines for ballast water exchange (G6). London: IMO, 2017.
49. International Maritime Organization. Resolution MEPC.173(58) – Guidelines for ballast water sampling (G2). London: IMO, 2008.
50. International Maritime Organization. Resolution MEPC.252(67) – Guidelines for port State control under the BWM Convention. London: IMO, 2014.
51. Anwar N. Ballast Water Management: Understanding the regulations, treatment technologies and practical operation. 15th Edition. London: Witherby Seamanship International, 2024. 434 p. ISBN: 978-1-917308-10-6.
52. Ballast Water Management: Understanding the Regulations and the Treatment Technologies Available. 15th Edition. London: Witherby Publishing Group, 2024. 408 p.

ДОДАТОК А

МАРШРУТНИЙ ЛИСТ

VOY. PLAN No. 015 (7) SINGAPORE TO SHANGHAI (GC)

| WP | Lat            | Lon            | Distance   | Course | Total Distance | ETA              | ETD              | TTG         | Total Time  | Speed   | Bearing | Dist | Mark           |
|----|----------------|----------------|------------|--------|----------------|------------------|------------------|-------------|-------------|---------|---------|------|----------------|
| 0  | 01° 15.7'47" N | 103° 50.574' E | XXXX       | XXXX   | XXXX           | XXXX             | 08.07.2019 08:00 | XXXX        | XXXX        | XXXX    | 184     | 0,5  | NW Boat        |
| 1  | 01° 15.382' N  | 103° 50.939' E | 0,52 nm    | 134,8° | 0,52 nm        | 08.07.2019 08:04 | 08.07.2019 08:04 | 00d 00h 04m | 00d 00h 04m | 7,0 kt  | 250     | 0,4  | NW Boat        |
| 2  | 01° 15.099' N  | 103° 51.468' E | 0,60 nm    | 118,0° | 1,12 nm        | 08.07.2019 08:09 | 08.07.2019 08:09 | 00d 00h 05m | 00d 00h 09m | 7,0 kt  | 178     | 1,1  | Seingat        |
| 3  | 01° 14.365' N  | 103° 52.280' E | 1,09 nm    | 131,9° | 2,21 nm        | 08.07.2019 08:18 | 08.07.2019 08:18 | 00d 00h 09m | 00d 00h 18m | 7,0 kt  | 241     | 0,9  | Seingat        |
| 4  | 01° 12.163' N  | 103° 53.173' E | 2,37 nm    | 157,8° | 4,58 nm        | 08.07.2019 08:39 | 08.07.2019 08:39 | 00d 00h 20m | 00d 00h 39m | 7,0 kt  | 188     | 1,1  | Batu Berhanti  |
| 5  | 01° 13.827' N  | 103° 57.497' E | 4,64 nm    | 069,1° | 9,21 nm        | 08.07.2019 09:07 | 08.07.2019 09:07 | 00d 00h 27m | 00d 01h 07m | 10,0 kt | 342     | 5    | Bedok          |
| 6  | 01° 16.700' N  | 104° 19.616' E | 22,34 nm   | 082,6° | 31,55 nm       | 08.07.2019 10:21 | 08.07.2019 10:21 | 00d 01h 14m | 00d 02h 21m | 18,0 kt | 57      | 5,6  | Pedra Branca   |
| 7  | 01° 32.772' N  | 104° 37.061' E | 23,69 nm   | 047,5° | 55,23 nm       | 08.07.2019 11:26 | 08.07.2019 11:26 | 00d 01h 04m | 00d 03h 26m | 22,0 kt | -       | -    | GPS            |
| 8  | 02° 42.387' N  | 108° 05.287' E | 219,66 nm  | 071,6° | 274,90 nm      | 08.07.2019 21:25 | 08.07.2019 21:25 | 00d 09h 59m | 00d 13h 25m | 22,0 kt | -       | -    | GPS            |
| 9  | 22° 31.694' N  | 118° 55.263' E | 1342,26 nm | 028,1° | 1617,16 nm     | 11.07.2019 11:25 | 11.07.2019 11:25 | 00d 13h 00m | 03d 02h 25m | 22,0 kt | -       | -    | GPS            |
| 10 | 23° 47.447' N  | 119° 08.926' E | 76,54 nm   | 009,5° | 1693,70 nm     | 11.07.2019 14:54 | 11.07.2019 14:54 | 00d 03h 28m | 03d 05h 54m | 22,0 kt | -       | -    | GPS            |
| 11 | 28° 43.923' N  | 123° 58.377' E | 393,74 nm  | 041,3° | 2087,43 nm     | 12.07.2019 08:48 | 12.07.2019 08:48 | 00d 17h 53m | 03d 23h 48m | 22,0 kt | -       | -    | GPS            |
| 12 | 30° 38.020' N  | 123° 49.554' E | 114,08 nm  | 356,1° | 2201,51 nm     | 12.07.2019 13:59 | 12.07.2019 13:59 | 00d 05h 11m | 04d 04h 59m | 22,0 kt | -       | -    | GPS            |
| 13 | 31° 06.689' N  | 122° 36.807' E | 68,83 nm   | 294,6° | 2270,34 nm     | 12.07.2019 17:07 | 12.07.2019 17:07 | 00d 03h 07m | 04d 08h 07m | 22,0 kt | 262     | 4,2  | Changjiang Kou |
| 14 | 31° 06.203' N  | 122° 18.185' E | 15,99 nm   | 268,3° | 2286,34 nm     | 12.07.2019 18:00 | 12.07.2019 18:00 | 00d 00h 53m | 04d 09h 00m | 18,0 kt | -       | -    | GPS            |
| 15 | 31° 13.979' N  | 122° 04.967' E | 13,74 nm   | 304,4° | 2300,08 nm     | 12.07.2019 18:46 | 12.07.2019 18:46 | 00d 00h 45m | 04d 09h 46m | 18,0 kt | -       | -    | GPS            |
| 16 | 31° 16.192' N  | 121° 51.791' E | 11,51 nm   | 281,1° | 2311,58 nm     | 12.07.2019 19:24 | 12.07.2019 19:24 | 00d 00h 38m | 04d 10h 24m | 18,0 kt | 337     | 1,9  | Hengsha        |
| 17 | 31° 19.020' N  | 121° 43.921' E | 7,31 nm    | 292,7° | 2318,89 nm     | 12.07.2019 19:56 | 12.07.2019 19:56 | 00d 00h 31m | 04d 10h 56m | 14,0 kt | 345     | 3,2  | Radar St       |
| 18 | 31° 23.944' N  | 121° 33.482' E | 10,20 nm   | 298,8° | 2329,09 nm     | 12.07.2019 20:39 | 12.07.2019 20:39 | 00d 00h 43m | 04d 11h 39m | 14,0 kt | 214     | 1    | Jiangju        |
| 19 | 31° 23.078' N  | 121° 30.145' E | 2,98 nm    | 253,2° | 2332,08 nm     | 12.07.2019 20:57 | 12.07.2019 20:57 | 00d 00h 17m | 04d 11h 57m | 10,0 kt | -       | -    | GPS            |
| 20 | 31° 21.664' N  | 121° 29.984' E | 1,42 nm    | 185,6° | 2333,49 nm     | 12.07.2019 21:09 | 12.07.2019 21:09 | 00d 00h 12m | 04d 12h 09m | 7,0 kt  | -       | -    | GPS            |
| 21 | 31° 19.913' N  | 121° 33.334' E | 3,36 nm    | 121,3° | 2336,85 nm     | 12.07.2019 21:38 | 12.07.2019 21:38 | 00d 00h 28m | 04d 12h 38m | 7,0 kt  | -       | -    | GPS            |
| 22 | 31° 18.181' N  | 121° 33.408' E | 1,73 nm    | 177,9° | 2338,58 nm     | 12.07.2019 21:53 | 12.07.2019 21:53 | 00d 00h 14m | 04d 12h 53m | 7,0 kt  | -       | -    | GPS            |
| 23 | 31° 16.802' N  | 121° 33.868' E | 1,43 nm    | 164,0° | 2340,01 nm     | 12.07.2019 22:05 | 12.07.2019 22:05 | 00d 00h 12m | 04d 13h 05m | 7,0 kt  | -       | -    | GPS            |
| 24 | 31° 15.811' N  | 121° 33.002' E | 1,24 nm    | 216,9° | 2341,25 nm     | 12.07.2019 22:16 | 12.07.2019 22:16 | 00d 00h 10m | 04d 13h 16m | 7,0 kt  | -       | -    | GPS            |
| 25 | 31° 14.984' N  | 121° 31.422' E | 1,59 nm    | 238,7° | 2342,84 nm     | 12.07.2019 22:29 | 12.07.2019 22:29 | 00d 00h 13m | 04d 13h 29m | 7,0 kt  | -       | -    | GPS            |
| 26 | 31° 15.030' N  | 121° 30.282' E | 0,98 nm    | 272,7° | 2343,82 nm     | 12.07.2019 22:38 | XXXX             | 00d 00h 08m | 04d 13h 38m | 7,0 kt  | -       | -    | GPS            |

Sea passage SINGAPORE PILOT to SHANGHAI PILOT : DISTANCE = 2312,8 31 TIME FOR SEA PASSAGE = 106,3

|                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| During pilotage a position on the chart every 6 min and before course alteration.<br>All depths less than 8 m are highlighted<br>Reporting Points and Notes are marked on the charts. | 1. ALRS - NP 281(2), 283(2), 285, 286(4),<br>2. NP 203, 204 - Tidal Tables,<br>3. NP 79 - Light List<br>4. NP 31, 32 - Sailing Directions<br><br>4508-4509-4037-4042-3831-2403-2869-<br>3482-3489-1968-2412-1199-1602-1601 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

# ДОДАТОК Б

## ГРАФІЧНИЙ ПЛАН ПЕРЕХОДУ

