

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

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра «Теорії та устрою судна»

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА

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

Мовчана Валентина Володимировича

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема: «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна

«СМА CGM Musset» за маршрутом Порт Кланг (Port Klang) – Порт Саїд (Port

Said)»

Підпис магістранта _____

Завідуючий кафедрою _____

Керівник _____

Рецензент _____

Нормоконтроль _____

м. Одеса
2025 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра: «Теорії та устрою судна»

Спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Завідуючий кафедрою

"__" ____ 20__ р

З А В Д А Н Н Я

по дипломній роботі магістранта

Мовчана Валентина Володимировича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «CMA CGM Musset» за маршрутом Порт Кланг (Port Klang) – Порт Саїд (Port Said)» затверджена наказом по академії від " ____ " ____ 20__ р. № ____
2. Строк здачі курсантом закінченої роботи ____ " ____ " ____ 20__ року
3. Вхідні дані до роботи:
 1. Ворохобін І.І. та інші. Методичні вказівки до виконання магістерської роботи.
 2. m/v «CMA CGM Musset» Trim and Stability Booklet, Ship manual, Informational booklet for Damage control.
 3. Nautical publication.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):
 - Розділ 1. Характеристики судна.
 - Розділ 2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу.
 - Розділ 3. Обробка та розміщення вантажів.
 - Розділ 4. Оцінка морехідних якостей судна.
 - Розділ 5. Дослідження зниження швидкості судна при русі в умовах вітру і хвилювання
5. Перелік графічного матеріалу:
 1. Wheelhouse poster.
 2. Графічний план переходу.
 3. Вантажний план судна.
 4. Діаграма статичної остійності на відхід.
 5. Діаграма статичної остійності на прихід.

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

Розділ (визначається кафедрою)	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. Дослідження зниження швидкості судна при русі в умовах вітру і хвилювання		
6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі (кафедра “Менеджменту і економіки морського транспорту”)		
7. Охоронні заходи та цивільна оборона на судні (кафедра “Судноводіння”)		

7. Календарний план дипломної роботи магістранта

№ п/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ. Характеристики судна.		виконав
2	Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу.		виконав
3	Обробка та розміщення вантажів.		виконав
4	Оцінка морехідних якостей судна.		виконав
5	5. Дослідження зниження швидкості судна при русі в умовах вітру і хвилювання.		виконав
6	Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі.		виконав
7	Охоронні заходи та цивільна оборона на судні. Висновки.		виконав

8. Дата видачі завдання 28.05.2025

Керівник _____

Завдання до виконання прийняв _____

РОЗДИЛ 1
ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

В табл. 1.1 приведені основні відомості про судно.

Таблиця 1.1

Основні відомості про судно

1	Назва судна	«СМА CGM Musset»;
2	Тип судна	контейнеровоз;
3	Позивний сигнал судна	9HA2284;
4	ІМО №	9406611;
5	MMSI №	248247000;
6	Рик и місце будівництва	2010. Корея;
7	Клас реєстру	GL: +100 A 5E. "Container Ship". +MC E. AUT. IW. SOLAS II – 2Reg. 54;
8	Порт приписки	Malta;
9	Судновласник:	Xiang L40 HK International Ship Lease Co Ltd Ltd;
10	Довжина найбільша. (L):	300.00 м;
11	Довжина між перпендикулярами. (L _{⊥⊥}):	286.56 м;
12	Ширина найбільша. (B):	40.0 м;
13	Висота борту до верхньої палуби. (H):	24.20 м;

Продовження табл. 1.1

1	2	3
14	Осадка (Т) в повному вантажу:	14.521 м;
15	Водотоннажність: в повному вантажу Δ : порожнем Δ_0 :	106041 т; 26537 т;
16	Повна вантажопідйомність Δ_w :	79504 т;
17	Головний двигун: тип: потужність: частота обертання:	HHI-B&W 10K98MC-C; M.C.R. 57100 kW; 93.7 RPM;
18	Режим роботи головного двигуна:	35 – найменший; 50 – малий; 65 – середній; 65 – повний; 93.7 – найповніший;
19	Швидкість судна:	25.3 вузл.;
20	Гребний гвинт: кількість лопастей: діаметр: напрямок обертання:	6; 8450 мм; правого кроку;
21	Тип руля та площа його пера:	Semi Balanced Rudder of Spade type. 84.78 м ² ;
22	Тип рульової машини:	ELEC – HYD. 2 RAM – 4CYL 560 TON – M;

Продовження табл. 1.1

1	2	3
23	Суднова радіостанція: Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району А3 та включає в себе:	УКХ радіостанція з ЦІВ Deveg 3817 VHF DSC; ПВ телефонна радіостанція з ЦІВ; ПВ / КВ телефонна радіостанція з ЦІВ и УБПЧ; Deveg 3105 MF / HF DSC controller; Приймач НАВТЕКС Deveg 2902; Приймач РТВ або КВ ИБМ Deveg 6348; Инмарсат – 3 Deveg 3220 В Inmarsat – 3 transp.; Аварийний радіобуй Deveg 3545; CAPT Deveg 5900 EMERGENCY RADAR TRANSPORTER; Переносна УКХ радіостанція Deveg 6701;
24	Валова регістрова мисткість (GT):	73819;
25	Чиста регістрова мисткість (NT):	47138;
26	Добова витрата палива: на ходу: важке паливо на стоянці: дизельне паливо	99.0 т/добу; 14.0 т/добу;

Продовження табл. 1.1

1	2	3
27	Координати центру мас судна порожнем:	X = 120.41 м; Z = 15.79 м.

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна

Схематичне план бичного виду судна з розташуванням приміщень для вантажів і запасів приведений на рис. 1.1.

План верхньої палуби з вказівкою розмірів вантажних люків показаний на рис. 1.2.

Вантажна шкала представлена на рис. 1.3.

1.3 Маневрені характеристики

Дани про маневрені характеристики. дани по якорному ланцюгу. по роботі рульового пристрою. збільшенні осадки. дани про діаметр повороту і так далі представлені на рис. 1.4.

1.4 Навігаційне обладнання

Дани усіх технічних засобів навігації (ТЗН) судна (електронавігаційні прилади і системи) представлені в табл. 1.2 та табл. 1.3.

Таблиця 1.2

Технічні засоби навігації

Прилад, система	Тип	Марка
1	2	3
Магнітний компас	M55	SPERRY MARINE
Гирокомпас	Navigat X MK1	SPERRY MARINE
Радиолокатор	FAR – 2837S FAR – 2827	FURUNO FURUNO
Ехолот	ES5100	SPERRY
GPS	GP – 150	FURUNO
GPS / LORAN	GP – 150	FURUNO
АИС	Saab R4	SPERRY

Таблиця 1.3

Точностні характеристики ТЗН на судні

Тип и марка приладу	Умови	Вимірювані навігаційні параметри	СКП одного вимірювання
1	2	3	4
Navigat X MK1 Sperry marine	судно. яке рухається	курс/пеленг	0.078
FAR – 2827 FURUNO	електронний визир	пеленг	0.23
	шкали до 3 миль	дистанція	0.14
	шкали більше 3 миль	дистанція	0.20

Продовження табл. 1.3

1	2	3	4
FAR – 2837S FURUNO	електронний визир	пеленг	0.093
	шкали до 4 миль	дистанція	0.21
	шкали більше 4 миль	дистанція	0.29
ES5100 SPERRY	глибини до 2 м	глибина	0.001
	глибини 10 м	глибина	0.05
	глибини більше 20 м	глибина	0.12

1.5 Забезпечення непотоплюваності

Непотоплюваність є одним з найважливіших якостей судна і забезпечується конструктивними і попереджувальними організаційно-технічними заходами.

Конструктивна непотоплюваність забезпечують, розділяючи корпус судна на ряд відсіків за допомогою водонепроникних перегородок, палуб і платформ, а також таких пристроїв і систем на судні як: осушувальних систем, вимірювального труб, водонепроникних закриттів і т.п. Також має значення для забезпечення запасу плавучості, остійності і міцності судна після затоплення відсіків правильний вибір співвідношень головних розмірів судна. Це все забезпечується на стадії проектування судна під наглядом Ллойдського реєстра і представлено у вигляді буклетів і планів щодо забезпечення непотоплюваності. Також важливе значення для забезпечення непотоплюваності мають попереджувальні організаційно-технічні заходи. Найбільш важливими з них є: правильна організація особового складу в боротьбі за непотоплюваність; систематична і ретельна підготовка з питань непотоплюваності; під-

тримання у справному стани всіх водонепроникних закрить (дверей, люків, горловин, ілюмінаторів); суворе дотримання інструкції по прийому и витрачання рідких вантажів, баластування судна в умовах штормової погоди и усунення вільних поверхонь рідких вантажів; регулярний контроль водонепроникности корпусу судна шляхом замирів рівнів рідини у л'яльних колодязях и танках подвійного дна. Що на даному судні представлено у вигляді інструкцій и планових тренувань екіпажу в (система управління безпекою) СУБ судна підготовлене безпосередньо оператором судна.

Нижче наведені основні витримки, взяті з "Інформації про непотоплюваність судна".

Цей буклет підготовлений відповідно до вимог Міжнародної конвенції про вантажну марку 1966 року переглянутої Протоколом 1988 року, а також MSC / Circ. 919 и MSC / Circ. 434.

Буклет служить для того, щоб дати вказівки капітану и екіпажу в разі пошкодження. Згідно з наведеними у буклеті інструкціями, екіпаж повинен бути здатний оцінити ситуацію и визначити необхідні дії, які необхідно зробити, щоб звести до мінімуму наслідки збитку щодо безпеки людей на борту и захисту морського середовища.

Як правило, майстер повинен проявляти обережність и хорошу майстерність при прийнятті необхідних дій.

Високий рівень підготовки екіпажу забезпечує швидкі и адекватні дії в разі пошкодження.

Кожен член екіпажу повинен бути знайомий з розташуванням судна и необхідними діями в разі пошкодження, такого як розташування водонепроникних дверей и люків, а також непроникних для атмосферних впливів точок відкриття, трубопроводів и розташування насосів, а також розрахунок з вантажувальним комп'ютером та інші.

Крім знань про пристрій судна, повинні бути передбачені чіткі процедури зв'язку, щоб забезпечити бездоганний робочий процес.

Інструкція щодо забезпечення непотоплюваності до початку навігації.

а) Водонепроникний и захищений від негоди люки доступу в трюму № 1-7 повинні бути постійно закриті під час рейсу и в морі. Якщо ці люки доступу, будуть використовуватися під час навігації, то вони повинні бути закриті відразу ж після закінчення діяльності.

б) Інші зовнішні відкриття, такі як двері и люки, повинні бути закриті відразу ж після використання.

с) Клапани баластної системи з гідравличним управлінням уздовж труби повинні бути закриті під час навігації, якщо вони не використовуються.

д) Вентиляційні отвори и повітроводи зазвичай відкриті.

Для забезпечення відповідності застосовним нормам обмеження остійності (гранична крива GM) повинні дотримуватися при будь-яких умовах навантаження.

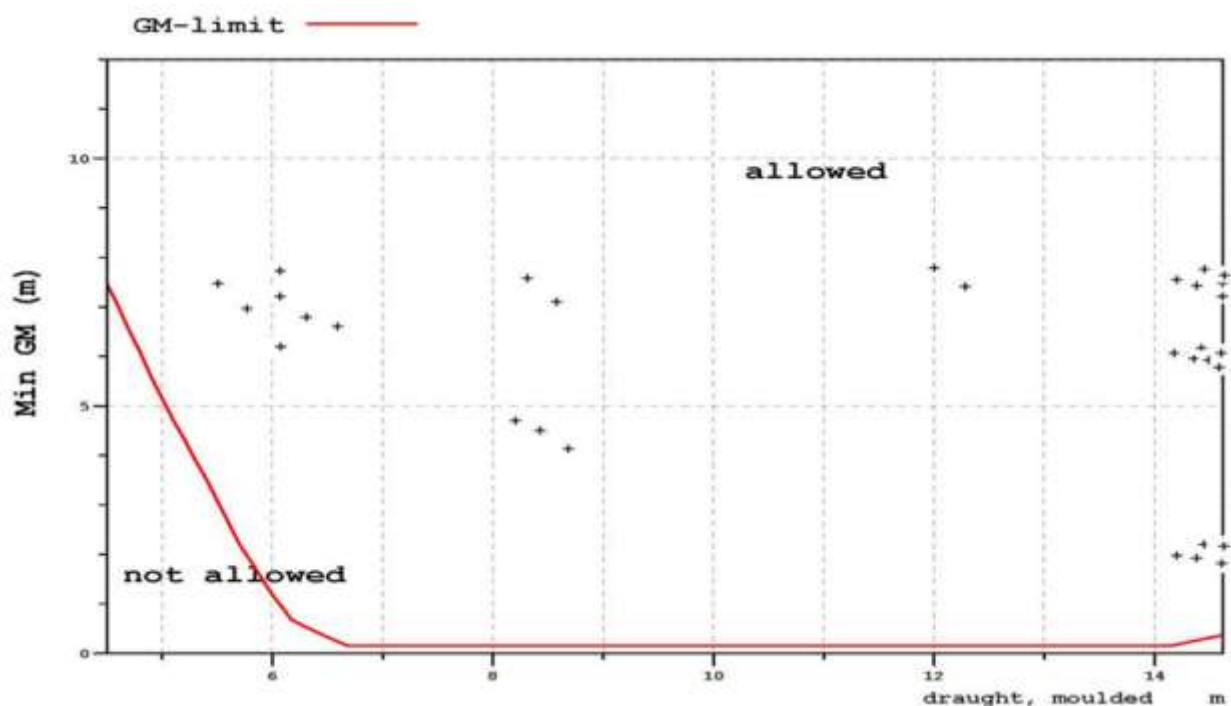


Рисунок 1.5 – Норма обмеження остійності для судна

Стан рівноваги після затоплення відсику.

Передбачени наступні стану остійності и їх критерії при пошкодженні

корпусу в стани рівноваги після затоплення відсику:

- остаточна лінія положення ватерлінії після затоплення. в розрахунку на затопленому відсику. крен і диферент. повинен бути нижче найнижчий кромки будь-якого відкриття. через яке може статися затоплення;

- кут крену через несиметричного затоплення не повинен перевищувати 15 градусів. Якщо ж ні одна частина палуби не заглиблена. кут нахилу може досягати 17 градусів;

- метацентрична висота після затоплення відсику. має бути позитивна;

- коли будь-яка частина палуби поза передбачуваному затопленого відсику. у віддаленому від місця пошкодження занурюється. або в разі. коли запас остійності в підтопленому стани може бути сумнівним. залишкову остійність слід перевірити ще раз:

(А) Крива плеча остійності повинна мати мінімальний діапазон 20 градусів за межами положення рівноваги з максимальний плечем остійності не менше 0.1 м в цьому діапазоні.

(В) Площа під кривою навантаженого плеча в межах цього діапазону повинна бути не менше 0.0175 м-рад.

Осушувальна та баластна системи представлені на рис. 1.6-1.7.

РОЗДИЛ 2

АНАЛІЗ. ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВИГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

Загальні вимоги відносно планування переходу містяться у вимогах кодексу по підготовці і дипломуванню моряків і несенню вахти (ПДМНВ-78/95) в розділи А-VIII/2. частина 2. які формулюються таким чином:

майбутній рейс повинен плануватися заздалегідь. зважаючи на усю наявну до цього інформацію;

старший механік повинен. проконсультувавшись з капітаном. визначити заздалегідь потреби майбутнього рейсу. зважаючи на потреби в паливі. воді. мастильних матеріалах. хімікатах. витратних і інших запасних частинах. інструментах. запасах і інших вимог;

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

після закінчення перевірки запланованого шляху. зважаючи на усю інформацію. що відноситься до нього. запланований шлях має бути прокладений на відповідних картах і бути постійно доступним для вахтового помічника капітана. який до того як лягти на відповідний курс. зобов'язаний перевірити його;

якщо в ході рейсу прийнято рішення про змину наступного порту заходу або якщо необхідно істотно відхилитися від запланованого шляху з інших

причин. змінений шлях повинен опрацьовуватися заздалегідь. до того як він буде истотно змінений.

Планування переходу и його виконання включає чотири послідовни фази:

- оцінка (Appraisal);
- планування (Planning);
- виконання (Execution);
- управління (Monitoring).

Оцінка майбутнього плавання робиться на основі зібраної інформації. яку судноводий може зібрати з наступних джерел:

Каталог карт и книг (Catalogue of Admiralty Carts and Publications NP131);

Навігаційних карт (Charts) – необхідно з'ясувати. на який картографічний основі складені карти. щоб підвищити достовірність прокладення на ній обсервацій. отриманою по навігаційних супутниках;

Океанські шляхи свиту (Ocean Passage For the World) – містить зведення про кліматичні особливості районів свиту. про системи океанських течій;

Маршрутні и лоцманські довідкові карти;

Лоції (Pilot Books. Sailing Directions);

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

Таблиці приливів (Tide Tables);

Сповідження мореплавцям (Notices to Mariners);

Інформація про радіосигнали (Radio Signal Information);

Радіонавігаційні и місцеві попередження (Radio and Local Warnings);

Посадка и остійність судна (Draft and Stability of Ship).

Планування переходу складається з трьох етапів:

трансокеанський перехід и відкрити морські води;

прибережні води и узкості;

ділянки лоцманської проводки.

При плануванні трансокеанського переходу вибирають шлях з урахуванням оцінки майбутніх метеорологічних умов (климату, погоди) за багаторічними даними, а також з урахуванням фактичної погоди і її прогнозу. Необхідно враховувати також океанські течії. Визначають відстань між портами, розраховують на перехід з урахуванням штормового запасу необхідну кількість бункера, мастильних олій, води, провизії.

Прибережне плавання і плавання в обмежених водах вимагає значно більшої уваги. Шлях вибирають в сторони від небезпек з урахуванням систем розділення руху. Беруть до уваги національні вимоги і обмеження при проходженні територіальних вод. Враховують час проходження найбільш складних ділянок, освітленість на цей час, дії приливних течій і тому подібне.

При плануванні плавання по ділянках лоцманської проводки необхідно враховувати маневрені елементи свого судна, співвідношення опадів і глибин під килем, збільшення опадів від швидкості і від крену на повороти, зміна швидкості, необхідна для встановлення часу проходження, коли можуть виникнути обмеження при підході вночі або залежно від висоти приливу.

При виконанні переходу головним завданням є контроль за безпечним плаванням судна по маршруту, заданому попереднім прокладенням шляхом безперервного ведення виконавчого прокладення. Виконавче прокладення полягає у веденні числення шляху судна на картах, визначенні місця судна, періодичною корекцією обсерваціями числення шляху, нанесенні на карту числимих і обсервованих місць судна.

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 Гидрографією Великобританії.

Відомости про пидибрани карти и книги зведени в табл. 2.1 и 2.2.

Таблиця 2.1 – Перелик карт на перехид

№ карти	Назва карти	Дата випуску
1	2	3
Navigational Charts		
The World General Charts of the Oceans		
4071	Indian Ocean Northern Part	Feb. 2019
The World Index of Charts at 1 : 3500000 or comparable scale		
4706	Bay of Bengal	Feb. 2021
4705	Arabian Sea	Feb. 2019
4704	Red Sea	Feb. 2020
Routening Charts and Plans		
2153	Southern Approaches to Pelabuhan Klang	Jan. 2019
2139	Approaches to Pelabuhan Klang	—
3940	Permatang Sedepa (One Fathom Bank) Traffic Separation Scheme	Feb. 2022
3945	Kepulauan Sembilan to Port Klang including Pandang and Pulau – Pulau Aruah	Mar. 2021
3921	Teluk Aru to Kualatanjung	Jan. 2018
3920	Ujung Peureula to Teluk Aru	Feb. 2018
3919	Kruenggeukueh and Blanglancang to Ujung Peureula	Oct. 2019
2777	Indira Point to Teluk Aru and Ujung Kareueng	Oct. 2021
827	Bay of Bengal – Sothern Part	—
813	Colombo to Sangama Kanda Point	—

3265	Weligama to Little Basses Reef	Nov. 2020
3700	Weligama to Colombo	Nov. 2021
828	Cochin to Vishakhapatnam	Feb. 2019

Продовження табл. 2.1

1	2	3
2738	Lakshadweep Sea Northern Part	Oct. 2018
708	Cape Comorin to Mumbai (Bombay)	Nov. 2021
2970	Eastern Approaches to the Gulf of Aden	Oct.2022
6	Gulf of Aden	—
3661	Bab el Mandeb to Aden Harbour	May 2019
452	Al Mukha to Bab el Mandeb	May 2021
453	Jabal Zuqar Island to Muhabbaka Islands	May 2019
143	Jazirat at Ta'ir to Bab el Mandeb	May 2016
157	Red Sea. Masamirit to Bab el Mandeb	Nov. 2021
158	Red Sea. Berenice to Masamirit	—
159	Red Sea. Suez (As Suways) to Berenice	Oct. 2020
2375	Juzur Ashrafi to Safaga (Bur Safaja – h) and Strait of Tiran	Apr. 2022
2374	Ras Sheratib to Juzur Ashrafi	June 2020
333	Offshore Installations in the Gulf of Suez (including Ras Shukheir)	Oct. 2022
2373	Suez Bay (Bahr el Qulzum) to Ras Sheratib	—
2133	Approaches to Suez Bay (Bahr el Qulzum)	June 2018
3214	Bur el Suweis (Port of Suez)	May 2021
233	Suez Canal(Qanat el Suways)	Mar. 2018
240	Approaches to Port Said	June 2019
Non – Navigational Charts		
Routing Chart		
5126(1)	January – 1115x621 mm	July 2004
Gnomonic Chart		
5099	Indian and Southern Oceans	Jan. 1914

Продовження табл. 2.1

1	2	3
Instruction Charts		
5102	Mooring and Manoeuvring Board	Nov. 1937
5310	The World – General Surface Current Distribution	May 1968
D.6083	The Word – Load Line Regulations – Zones. Areas and Seasonal Periods	Apr. 1999
5006	The World – Time Zone Chart	—
5307	The World – Main Ocean Routes: Power Vessels	—
Astronomical Charts		
5000	Azimuth Diagram – modified Weir (Lat. 0° to 65°)	Oct. 1950
Climatic Charts		
B.6969	North Indian Ocean	Mar. 1981
Magnetic Variation Charts		
5385	Magnetic Variation. 2005 and Annual rates of Change. Indian Ocean	—
Tidal Charts		
5084	Co – tidal and Co – range lines – Malacca Strait	Oct. 1993
Ocean Plotting Sheets		
5339	Lat. 0° to 6° (Mercator Projection with Compass Rose) 840x588 mm	—
5340	Lat. 6° to 12° (Mercator Projection with Compass Rose) 818x567 mm	—

Таблица 2.2 – Перелик публикаций на переход

NP No	TITLE
1	2
Admiralty List of Radio Signals	
281(1)	Part 1. Maritime Radio Stations: Europe. Africa and Asia (Excluding Far East)
281(2)	Part 2. Maritime Radio Stations: Americas. Far east and Oceania
Radio Aids to Navigation. Satellite Navigation Systems. Legal Time. Radio Time Signals and Electronic Position Fixing Systems	
283(1)	Part 1. Maritime Safety Information Services: Europe. Africa and Asia (Excluding Far East)
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(3)	Part 3. Pilot Services. Vessel Traffic Services and Port Operations: Mediterranean and Africa (incl. Persian Gulf)
286(4)	Part 4. Pilot Services. Vessel Traffic Services and Port Operations: Asia and Australasia
288	Satellite Navigation Systems
Admiralty Sailing Directions (ASD)	
64	Red Sea & Gulf of Aden Pilot
38	West Coast of India Pilot
44	Malacca Strait and West Coast of Sumatera Pilot
Admiralty Tide Tables (ATT)	
203	Volume 3. Indian Ocean and South China Sea (Including Tidal Stream Tables)

Продовження табл. 2.2

1	2
Miscellaneous Tidal Publications	
120	Admiralty Manual of Tides
122(1)	Admiralty Tidal Handbook No.1. The Admiralty Method of Harmonic Tidal Analysis for Long Period Observations
122(2)	Admiralty Tidal Handbook No.2. Datum for Hydrographic Surveys
122(3)	Admiralty Tidal Handbook No.3. Harmonic Tidal Analysis for Short Periods
160	Tidal Harmonic Constants (European Waters). Edition 2004
List of Lights and Fog Signals	
77	Eastern Atlantic Ocean. Western Indian Ocean and Arabian Sea
78	Mediterranean. Black and Red Seas
79	Bay of Bengal and Pacific Ocean. North of the Equator
Distance Table	
350(2)	Admiralty Distance Tables. Indian Ocean – 1st Edition. 1978
Astronomical Publications	
313-00	The Nautical Almanac 2024
303(4)	Sight Reduction Forms (H.494)
323	Star Finder and Identifier
401(1)	Sight Reduction Tables for Marine Navigation – Vol.1 Lat. 0° 15°
Miscellaneous Publications	
100	The Mariners Handbook – Containing Information on Admiralty Charts and Navigational Publications. General Navigation. General Meteorology and Ice (7th Edition. 1999)
136	Ocean Passages for the World (4th Edition. 1987)
131	Catalogue of Admiralty Charts and Publications – 2023
294	How to Correct your Charts the Admiralty Way
735	IALA Maritime Buoyage System. Edition 5. 1994
5011	Symbols and Abbreviations used on Admiralty Charts. Edition 2. 1998

Продовження табл. 2.2

1	2
	International Regulations for Collision prevention at Sea 1972 (COLREG – 72)
Software	
	Fairplay 2020 – World Shipping Encyclopedia
	Ports Guide 2020

2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

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

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

У ГМССБ інформація по безпеці включає:

- навігаційні попередження;
- метеорологічну інформацію;
- інформацію при пошуку і рятуванні;

- попередження про піратські напади.

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

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

Інформація по пошуку и рятуванню забезпечується владою, відповідальними за координацію рятувальних операцій в морі. – (морськими) рятувально-координаційними центрами (RCC, MRCC), відповідно до стандартів и процедур, встановлених Міжнародною морською організацією (ІМО).

Для координації передач ІБМ увесь світовий океан розділений на 21 морський район, званих NAVAREA, що означають римськими цифрами. У кожному з цих районів є країна – координатор відповідальна за збір, аналіз и передачу навігаційної інформації.

Розрізняють три типи навігаційних попереджень:

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

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

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

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

Структура міжнародної мережі SafetyNET, що забезпечує збір, обробку і передачу інформації по безпеці мореплавання в системі супутникового зв'язку ИНМАРСАТ.

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

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

Передачі здійснюються за розкладом або поза розкладом. Розклади передач повідомлень SafetyNET представлені в:

- GMDSS Master Plan, Annex 8;
- ALRS vol 5 (GMDSS, 10-6).

Складовою ГМССБ є, також, служба NAVTEX.

NAVTEX – міжнародна автоматизована система передачі в режимі вузькосмугового буквопечатання навігаційної, метеорологічної і іншої терміновий інформації, що відноситься до прибережних вод в радіусі до 400 миль від берега. NAVTEX забезпечує передачу метеорологічних прогнозів і усих штормових попереджень.

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

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

Таблиця 2.3 – Радиостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

N з/п	Радио станция	Позначення и межи карти	Змист передачі	Час передачі
1	2	3	4	5
1	New Dehli	A 1:20 000 000 45°N 30°E; 45°N 125E° 25°S 30°E; 25°S 125E° B 1:20 000 000 40°N 30°E; 40°N 125E° 0°30°E; 0° 125E°	Surface analysis Significant Weather Prognosis for period 0300–1500 for period 0900–2100 for period 1500–0300 for period 2100–0300	0011(18) 0634(06) 1820(12) 0130(18) 0834(00) 1324(06) 2040(12)
2	Beijing	A1 1:30 000 000 N Hemisphere F 1:20 000 000 43°N 41°E; 20°N 160E° 5°S 33°E; 4°S 130E°	36&48 hour surface prognosis 48 hour surface prognosis	0134(12) 0428(18)

Для прийому текстової інформації про погоду – прогноз. анализ. метеопопередження. – зазвичай не підбирають спеціальних станцій. оскільки випуски NAVAREA и NAVTEX мистять її в достатний кількості.

З посібника ALRS 285 вибираємо інформацію про райони NAVAREA и станціях NAVTEX по маршруту переходу. Дани зводимо в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Райони NAVAREA. станції NAVTEX на переходи

N з/п	Дилянка переходу	Район NAVAREA	Станції NAVTEX	Координатор NAVAREA
1	Малакська протока	XI	Penang [U]	Malaysia
2	Індійський океан	VIII	Chenai (Madras)[P]	India
3	Червоне море	IX	El Queseir [V] Jeddah [H]	Pakistan

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

За допомогою посібника ALRS 286 визначають наявність по маршруту контрольних постів, районів, де здійснюється управління рухом суден постами СУДС (Reporting Areas), вирішують питання про зв'язок з контрольними станціями і постами – терміналами, форми і способах подання інформації. З'ясовують деталі зв'язку з лоцманськими станціями і оператором терміналів в портах. Отримані відомості зводять в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Зв'язок на переходи

N з/п	Станція	Спо- сіб зв'язку	Канали частоти	Примітка
1	2	3	4	5
1	Port Klang	VHF	16. 26. 20. 05	Approach. berthing. unberthing. Cargo Operations

Продовження табл. 2.5

1	2	3	4	5
2	Malacca and Singapore Straits	VHF		
	Sector 1		66	Klang VTS
	2		88	Klang VTS
	3		84	Klang VTS
	4		61	Klang VTS
	5		88	Klang VTS
3	Suez Canal & Port Said Pilots & Port	VHF	16. 12. 13 77. 14	Approach. berthing. unberthing. Cargo Operations Ch16 H24

2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

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

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

Таблиця 2.6 – Атмосферний тиск і розшифровка «роз витрив»

Характерис- тики за ділянками	Малакська протока			Аравійське море			Червоне море і Аденська затока		
1	2			3			4		
Атмосфер- ний тиск. гПа	1012			1012			1016		
Витер	Роза витрив № 1			Роза витрив № 2			Роза витрив № 3		
Напрявленн я в и т р у	Повторюваність в и т р у. %			Повторюваність в и т р у. %			Повторюваність в и т р у. %		
	су- мар- на	11-15 м/с	>16 м/с	су- мар- на	11-15 м/с	>16 м/с	су- мар- на	11-15 м/с	>16 м/с
N	34	—	—	45	—	—	45	—	—
NE	21	—	—	5	—	—	5	—	—
E	3	—	—	—	—	—	—	—	—
SE	4	—	—	2	—	—	2	—	—
S	5	—	—	4	—	—	4	—	—
SW	4	—	—	3	—	—	3	—	—
W	0	—	—	7	—	—	7	—	—
NW	25	—	—	24	—	—	24	—	—
Результую- чий витер	напрявленн я у румбах		SW	напрявленн я у румбах		SW	напрявленн я у румбах		SE
	швидкість. м/с		5-7	швидкість. м/с		5-7	швидкість. м/с		< 3

Продовження табл. 2.6

1	2		3		4	
Максимальна швидкість витру. м/с	спостережена	20	спостережена	24	спостережена	25
	розрахункова	—	розрахункова	—	розрахункова	—
Повторюваність штилів. %	1		1		1	
Схема «рози витрив»						

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

Характеристики за ділянками	Малакська протока	Аравійське море	Червоне море і Аденська затока
1	2	3	4
Температура повітря. °С	28	26	20
Температура води. °С	28	26	26
Відносна вологість. %	80	80	80
Повторюваність туманів. %	—	1	1
Видимість менше 2 миль. %	< 10	< 10	< 10
Хмарність. бали	5	2	5
Солоність води. ‰	34.0	35.0	34.0
Щільність води. кг/м ³	1.0210	1.0250	1.0210

Продовження табл. 2.7

1		2	3	4
Постійні течії	Назва	–	Мусонна	–
	термодинамічна характеристика	тепла	тепла	тепла
	направлення	NW	E	SE
	швидкість. вузл.	0.5-1	0.5-1	1.0-1.5
	стійкість. %	> 75	> 75	50-75
Швидкість припливних течій. вузл.		–	–	–
Висота хвиль. м	середня	2	2	< 5.0
	максимальна	3	3	5.0-10.0
Період хвиль. с		7	10	7

2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибрежному плаванні

Порт Кланг розташований на західному узбережжі малайзійського півострова, на півночі Малакської протоки. Це добре захищений островами з природним положенням порт. Складається з двох частин Північний (включаючи Південний) і Західний порти. 18 причалів в Північному, 8 в Південному і 15 в Західному портах. Load Line Zone: тропічна. Максимальне осідання 16.6 м. Повідомлення про час прибуття передається через агента за 4 години до прибуття до Pulau Angsa Lt. (Північний канал) чи Pulau Gedung Lt. (Південний канал). Судна, що заходять в Північний або Південний порти повинні тримати контакт з Northport Control, що заходять в Westport повинні тримати контакт з Westport Control Centre.

Робітники УКВ канали: Port Control (N Port) – 05. Port control (working) – 20.

Pilots station – 12. Port Klang Traffic VTS – 12. Tugs – 14/20.

Межі порту. з півночі 03°07.4'N 101°16.8'E. з півдня 02°50.4'N 101°14.0'E.

Глибини в підхідних каналах:

Selat Kelang Utara (Північний канал) 11.3m. ширина 153 м.

Selat Kelang Selatan (Південний канал) 15m. ширина 365 м.

Лоцман в течії 24 годин обов'язковий для усіх судів.

Pilotage Limits: N Limit – all waters S of Batu Penyu Beacon 03°13.47'N 101°12.45'E.

S Limit – all navigable waters N of S Fairway Buoy 02°50.20'N 101°15.03'E.

Pilot boards 0.7 nm N of Pulau Angsa for the North Channel and 0.5 nm NE of S Fairway.

Lightbuoy (02°50.3'N 101°15.0'E) for the South Channel.

Капітан повинен дати телекс на адресу «Pilot Port Klang» з осіданням и ЕТА до місця прийому лоцмана. Pulau Angsa для судів наступних через North Channel и Pintu Gedong для судів наступних через South Channel.

Якірна стоянка для судів з великим осіданням N частина Selat Klang Utara. ґрунт – глина и пісок. Рекомендована якірна стоянка Pulau Angsa Light (03°11'N 101°13'E) пеленг 225°. дистанція 0.6nm. глибина 22 м. ґрунт – глина. Для південного підходу рекомендована якірна стоянка SW від South Fairway Buoy в точках:

Point 1 02°52.7'N 101°11.6'E. Point 2 02°52.7'N 101°13.8'E

Point 3 02°50.3'N 101°13.8'E. Point 4 02°50.3'N 101°11.6'E

Щільність води: 1.020 – 1.025.

Основні навігаційні вогні:

Підхід до Клангу Selat Utara: Куала-Лумпур Маяк Selangor (03°20'N 101°15'E). що помітний. такий. що стоїть на Bukit Selangor. 52 м заввишки. Pulau Angsa Маяк (03°11'N 101°13'E). який є помітним на Pulau Angsa. з Pulau Selatan. закривають S 38m и 32m заввишки відповідно.

Підхід до Клангу Selat Selatan: Bukit Jugra Lt (02°50'N 101°25'E). 0.5 nm.
Tanjung Rhu Маяк (била кругла вежа на складений платформи Fl W 5s 24m 15M).

Основні буї:	Широта	Довгота
Південний Бакен Фарватеру	02°50.3'N	101°15.0'E
Pintu Gedong Бакен	02°51.4'N	101°15.5'E

VTIS центр розташований у блоці вежі Westport. радарне охоплення до 24 nm від внутрішньої гавани з мережею радарів Pulau Angsa и Bukit Jugra. Усі судна повинні викликати VTIS центр за 2 години до прибуття в N або S точку посадки лоцмана на УКВ Ch 12.

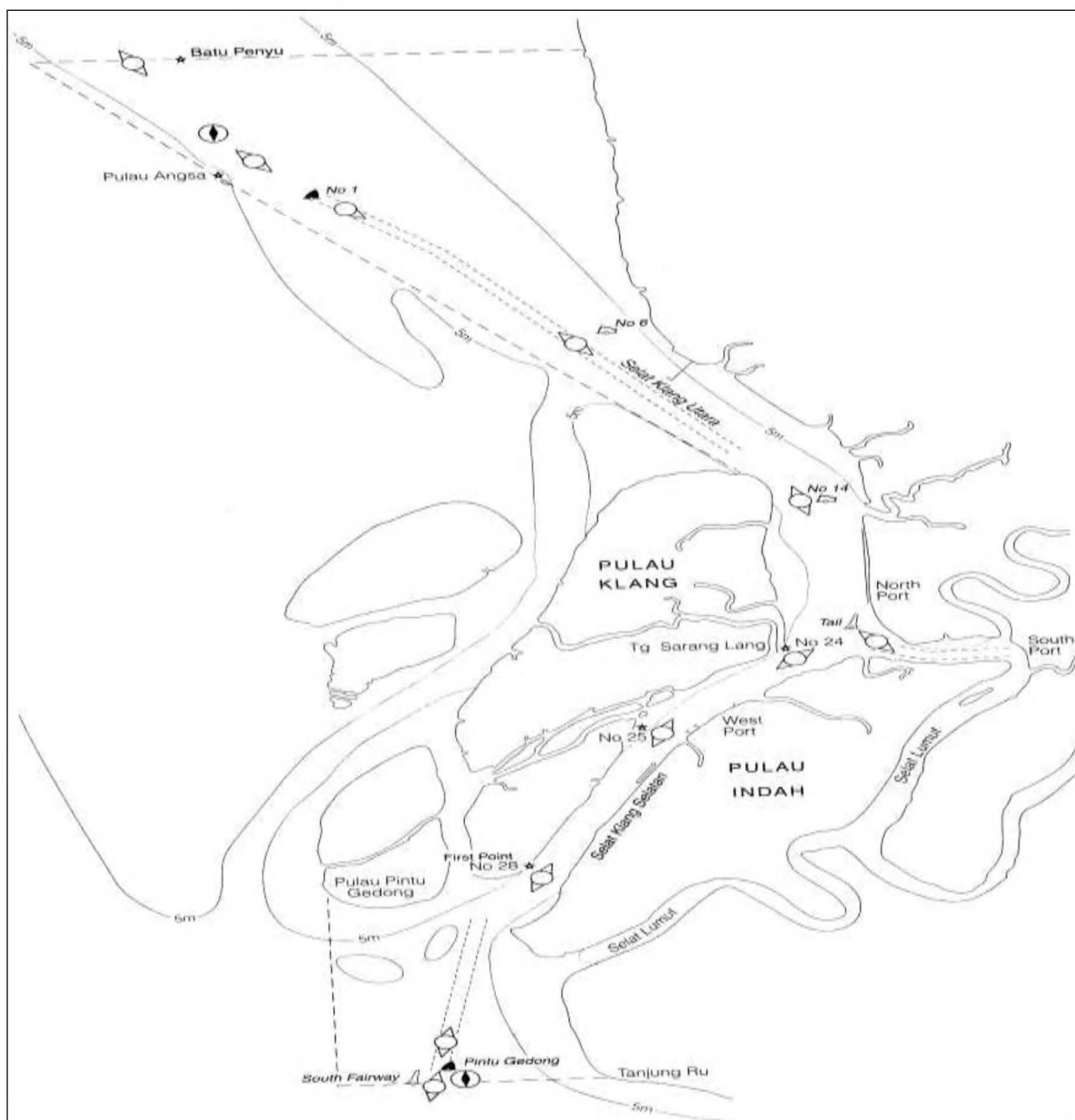


Рисунок 2.1 – План Порту Кланг

Необходни документи на видхид:

1. Cargo stowage plan – 3 шт.;
2. Cargo manifest – 8 шт.;
3. Hatch list – 3 шт.;
4. Hazardous and Dangerous Cargo declaration – 8 шт.;
5. Crew List – 5 шт.;
6. Passenger List – 5 шт.;
7. Last port clearance – 1 шт.

Порт-Саид доступний для великих суден. розташований при вході в Суецький канал. У зовнішньоторговому обігу Єгипту порт займає друге місце після порту Александрія.

Примітні пункти. При підході до порту з моря передусім пизнається висока вежа маяка Порт-Саид. миськи будівлі. портови споруди і великі судна. що знаходяться в порту. У 4. 5 і 6 кбт до ESE вид маяка Порт-Саид примітні три пилони.

Гидрометеорологічні явища. Течія на підході до порту Порт-Саид зазвичай йде в південно-східному напрямі. а вид Західного молу повертає на N; швидкість його 0.5-1.5 вузла. При сильних поривах західного вітру швидкість течії може досягати 4 вузлів.

Лоцманська служба. При вході в порт Порт-Саид і виході з нього лоцманська проводка обов'язкова для усіх судів валовою місткістю більше 500 рег. тонн. Лоцманська проводка в порту Порт-Саид обов'язкова для усіх судів. Швартови операції здійснюються за допомогою портового лоцмана.

Лоцманська проводка при вході в порт починається і при виході з нього закінчується у першій парі буїв вхідного морського каналу. що світяться.

Постачання. У порту є запаси рідкого палива. яке можна отримати у причалив басейну Хусейн. швидкість наливання 300-400 т/год. Прісна вода доставляється на судна водолиями. Можна отримати лід.

Вхід в порт. Порт-Саид розташований між двома бетонними молами. Східний мол значно коротший західного і тягнеться від берега на 13.5 кбт до NNE. У 5 кбт від краю східного молу до NW виступає вузький поперечний мол завдовжки 1.8 кбт.

Вогонь встановлений на краю Східного молу.

Маяк. Порт-Саид встановлений в східній частині міста Порт-Саид в 4.5 кбт до SW вид західного вхідного мису порту.

Вхідний морський канал веде з моря в порт. канал проритий уздовж східної сторони Західного молу. Довжина каналу від мористої пари буїв. що світяться. до траверзу маяка Порт-Саид 5.1 миль. ширина каналу у його мори-

стої частини 3.5 кбт и. поступово зменшуючись. складає менше 2 кбт у внутрішньої частини. У канали підтримується гарантована глибина. достатня для проходу судив з осіданням 12 м. У мористий частини каналу під дією течії спостерігається знос судив до Е.

Якирні місця. Судна. очікуючи дозволу на вхід в порт. стають на якир в районі якирної стоянки. ґрунт тут мул. якори тримає добре. Район стоянки доступний для судив з осіданням до 9.2 м.

Настанова для входу в порт Порт-Саид. Порт відкритий для плавання від сходу та заходу сонця. Судна. що входять в порт і виходять з нього. повинні розташовувати свої курси в підхідному секторі. Ця вимога повинна дотримуватися в межах 12 – мильної прибережної смуги вдень і 24 – мильною – вночі.

При підході з W треба йти по глибинах більше 20 м. не випускаючи из виду маяк Даміетта. Підходити з Е треба постійно роблячи промір. дотримуючись глибин більше 20 м і навіть 40 м в районі між меридіанами 33 град 20 мин і 32 град 54 мин східної довготи. При вході в порт або виході з нього підхідною буй треба залишати з лівого борту.

Документи на прихід:

Crew List – 12 шт.;

Store List/Crew Declaration – 2 шт кожного;

Dangerous Cargo – 3 шт.;

Nil List – 3 шт.;

Vaccination List – 3 шт.;

Previous 10 ports of call with Departure dates – 3 шт.;

Ship Trading/Class Certificate;

ISPS Compliance Certificate;

Crew Seaman's Books/Passports;

Cargo Documents;

Address of Owners/Operators/Charterers.

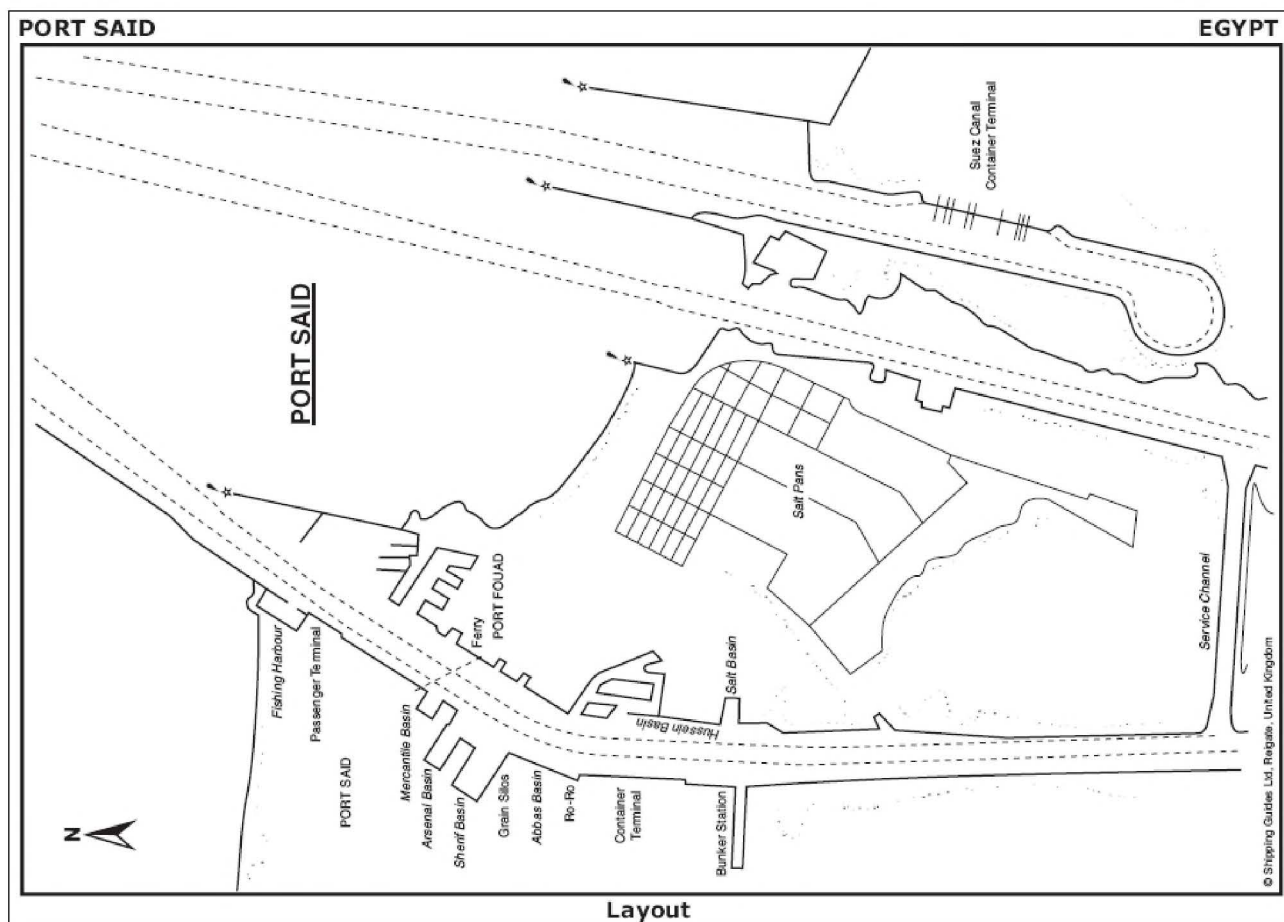


Рисунок 2.2 – План Порту Саид

Засоби навігаційного обладнання, які були використовувани на переході, наведени в табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Засоби навігаційного обладнання

N з/п	Назва	Координати		Дальність видимос- ти. мили	Харак- тери- стики	Траверз	
		$\phi(N)$	$\lambda(E)$			Істинний пеленг	Найко- ротша видстань
1	2	3	4	5	6	7	

1	Tanjung Mahang	2°55.0' 101°16.1'	8	Iso 4s	308°	0.5'
2	Permatang Sedepa	2°53.2' 100°59.8'	23	Fl(4) 20s	24°	2.2'
3	Pulau Rondo	6°04.5' 95°06.9'	24	Fl(3) 20s	178°	15.5'
4	Dondra Head	5°55.2' 80°35.5'	28	Fl5s	358°	6.3'
5	Balfe Pt	12°39.4' 43°23.2'	11	Fl(2) 5s	65°	2.1'
6	Floodlights	13°18.6' 43°14.2'	10	Fl(3) 10s	65°	10.7'
7	Quoim I	14°04.6' 42°48.8'	12	Fl5s	252°	3.6'
8	Center Peak I	15°00.9' 42°09.9'	12	Fl5s	60°	16.9'
9	Birket Misalat	29°54.4' 32°35.6'	18	Fl3s	82°	2.4'

2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1 Розрахунок ортодромії

Цей рейс мистить трансокеанський перехід через (Бенгальську протоку) Північну частину Індійського океану. Виконаємо розрахунок локсодромії і ортодромії і різниці між ними. Задамося відповідними координатами:

$$\varphi_H = 6^\circ 12.3'N;$$

$$\varphi_K = 5^\circ 49.2'N$$

$$\lambda_{\text{н}} = 95^{\circ}17.0'E;$$

$$\lambda_{\text{к}} = 80^{\circ}30.1'E$$

Розраховую локсодромичний курс:

$$\operatorname{tg} k_{\text{л}} = \frac{PД}{PМЧ} \quad (2.1)$$

Обчислюю довжину локсодромії:

$$S_{\text{л}} = PШ \times \sec k_{\text{л}} \quad (2.2)$$

Таблиця 2.9 – Розрахунок локсодромії

$\varphi_{\text{к}}$	$5^{\circ}49.2'N$	$\lambda_{\text{к}}$	$80^{\circ}30.1'E$	РМЧ	– 23
$\varphi_{\text{н}}$	$6^{\circ}12.3'N$	$\lambda_{\text{н}}$	$95^{\circ}17.0'E$	К	268°
РШ	– 23	РД	– 887	S	882

Визначити довжину ортодромії:

$$\cos D = \sin \varphi_1 \times \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \times \cos \varphi_2 \times \cos PД; \quad (2.3)$$

$$D = 882 \text{ мили}$$

Доцільність плавання по ортодромії рівна:

$$\Delta S = S_{\text{л}} - D = 882 - 882 = 0 \text{ миль.}$$

Плавання по ортодромії не має сенсу.

Виконаємо розрахунок плавання по ортодромії:

Знаходимо λ_0 :

$$\operatorname{tg} \left(\frac{\lambda_{\text{н}} - \lambda_{\text{к}}}{2} - \lambda_0 \right) = \operatorname{tg} \frac{PД}{2} \times \sin 2\varphi \times \cos ec PШ \quad (2.4)$$

$$\operatorname{tg} k_0 = \frac{\sin(\lambda_{\text{н}} - \lambda_0)}{\operatorname{tg} \varphi_{\text{н}}}$$

Обчислюваний $k_0 \Rightarrow$

Таблиця 2.10 – Курси и видстани при плаванні по ортодромії

N	Широта	Довгота	Курс	Видстань
---	--------	---------	------	----------

1	6° 07.0'N	90° 00.0'E	269	315
2	5° 59.0'N	85° 00.0'E	268	298
3	5° 49.0'N	80° 30.0'E	268	269

2.3.2 Складання маршрутних листів

Відповідно до рекомендацій ІМО, при плануванні рейсу необхідно скласти маршрутні листи. Маршрутний лист приведений на рис. 2.3-2.5.

2.3.3 Графічний план переходу

Результати навігаційного планування переходу оформляють у вигляді графічного плану переходу, який представлений на рис. 2.6. На графічному плані наноситься наступна інформація: курс судна (ортодромія чи локсодромія), назви портів виходу/заходу, основні течії, рози витрив.

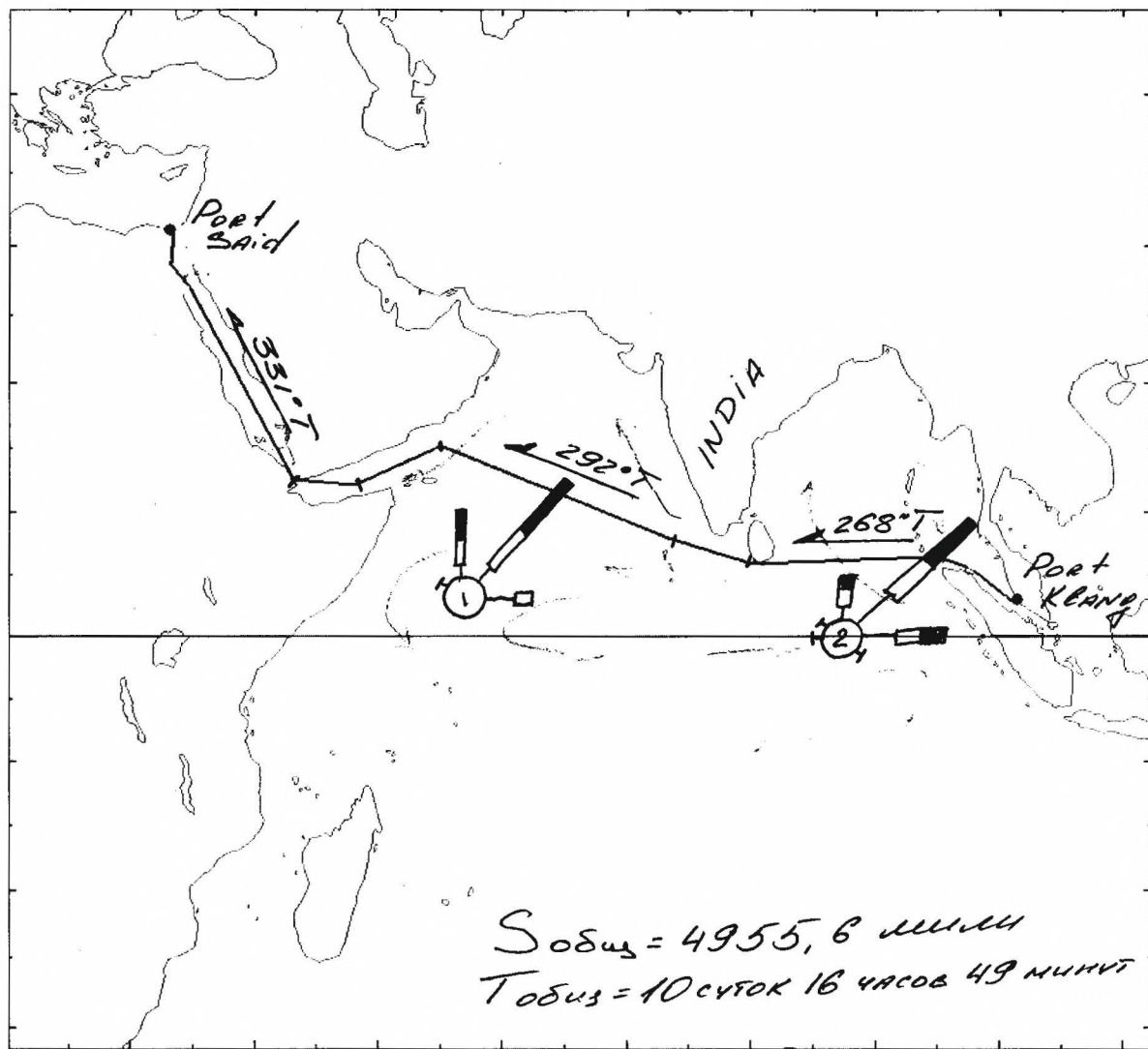


Рисунок 2.6 – Графичний план переходу

2.3.4 Розрахунок природної освітленості

Розрахунки освітленості виконують двома послідовними наближеннями:

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

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

Дали 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 широти місця судна φ і схиленню Сонця δ на моменти його сходу і заходу по формули tg A розраховуємо азимути Сонця (Z) при сходу і заходу. які також внесемо до табл. 2.11.

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

Місцевий час явища переводять у Грінвічний:

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

Грінвічний час явища переводять в судновий:

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

Таблиця 2.11 – Елементи освітленості

Дата	Початок навигац. сутин- кив	Сонце				Кінець навигац. сутинок	Місяць		
		Схід		Захід			Схід. Т _с	Вик. дни	Захід. Т _с
		Т _с	А	Т _с	А				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13.11	05.36	06.24	112	18.30	248	19.19	10.01	4	22.35
14.11	04.59	05.48	111	17.58	249	18.47	10.15	5	22.55
15.11	05.31	06.20	111	18.25	249	19.15	11.30	6	—
16.11	05.02	05.51	111	17.56	249	18.46	11.48	7	—
17.11	05.34	06.23	110	18.22	249	19.11	13.08	8	00.48

Продовження табл. 2.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18.11	05.06	05.55	110	17.49	249	18.38	13.33	9	01.21
19.11	05.38	06.27	110	18.17	249	19.06	15.03	10	03.00
20.11	05.10	06.00	110	17.45	249	18.34	15.36	12	03.41
21.11	05.42	06.32	110	18.05	249	18.55	17.02	13	05.20
22.11	06.07	06.58	111	18.10	249	19.01	18.09	14	06.47
23.11	05.30	06.24	111	17.15	249	18.09	18.18	15	07.02
24.11	05.52	06.47	111	17.17	250	18.12	19.24	16	08.01

2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

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

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 (СРМ). Вирогідність 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. Регуляр-

ни коливання рівня викликаються: приливуотворюючими 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 2.12 – Час настання повних і малих вод

Port Klang			
13.11		13.11	
T_{Π}	h_{Π}	T_{Π}	h_{Π}
08:53	4.0	21:34	4.2
T_M	h_M	T_M	h_M
03:10	1.6	15:14	1.4

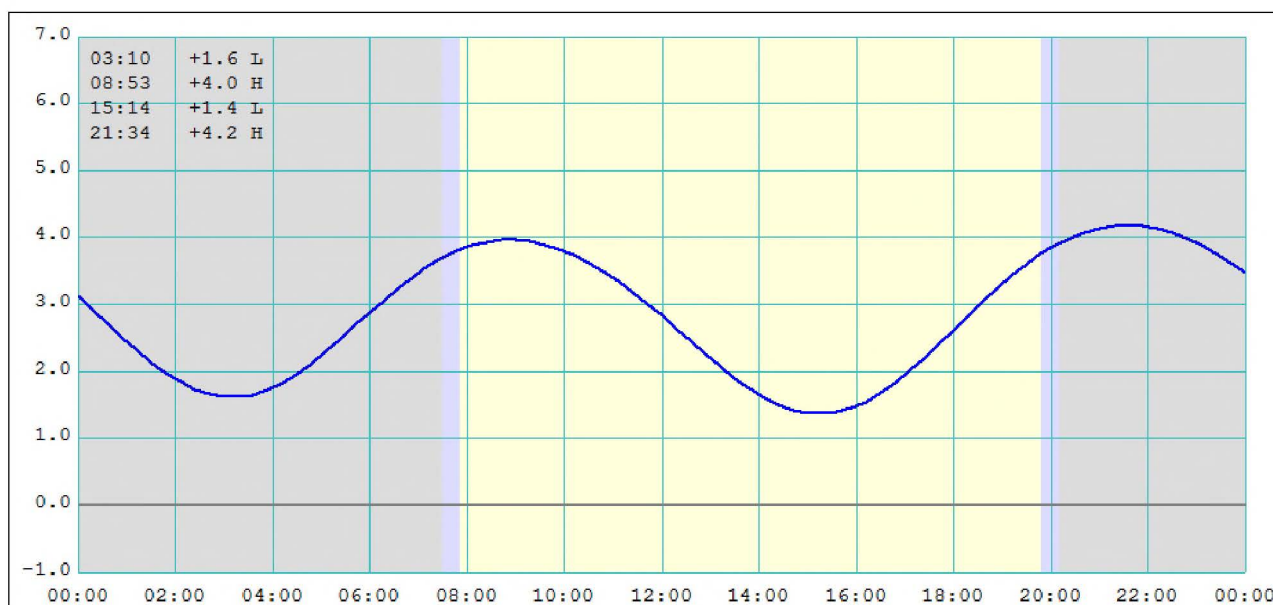


Рисунок 2.7 – Графік повної і малої води для порту Port Klang

РОЗДІЛ 3

ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖИВ

3.1 Транспортні характеристики вантажив

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

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

Перевезення вантажив, що перевозяться у укрупнених вантажних одиницях, регламентується міжнародними документами:

- International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 74/78). Chapters VI, VII [6];
- International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78) [8];
- International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code) [9];
- Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing (CSS Code) [11];
- Thomas Stowage: The Properties and Stowage of Cargoes [12].

До перевезення представлені 20-ти футови 40-ка футови контейнери. Усі контейнери закриті і опечатані, їх вміст не відомий.

Небезпечних вантажив в контейнерах не заявлено.

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

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

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

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

У попередній інформації Капітан повинен повідомити відомості про осідання судна, кількість вантажу і розподіл його по трюмах або танкам, наявності палубного вантажу або важкоатлетів з вказанням їх маси, найменування вантажоодержувачів, справності судових перевантажувальних засобів, а також про усі потреби судна в паливі, воді, продуктах, необхідному ремонті і інших потребах судна, задоволення яких входить в обов'язки порту.

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

Нещільно закриті кришки горловини подвійного дна нерідко були причиною псування або повної втрати вантажів. Якщо при підготовці трюму виникла необхідність розкриття горловини паливної, баластних танків або танків з прісною водою, слід після закінчення робіт задріти їх і оглянути щільність прилягання кришок до горловини, переконатися в правильній установці прокладень і наявності гайок.

Після закінчення підготовки судна до вантажних робіт капітан подає на ім'я начальника порту або на адресу вантажовидправника Сповідання капітана, яким він формально фіксує фактичну готовність судна до вантаження. У Сповіданні капітана повідомляють про дату, часу готовності судна до прийому (здачі) вантажу через відповідні люки трюмів, вантажопідйомнос-

ти суднових вантажних засобів, часи прийому палива і води і інших потребах судна.

До початку вантаження факт готовності вантажних приміщень оформляють актом. Також оформлюються наступні документи.

Коносамент – один з головних інструментів в угодах, пов'язаних з використанням морських суден. З юридичного боку коносамент є:

- 1) розписка перевізника про прийом вантажу вказаного роду, у вказаний кількості і стани;
- 2) доказ договору перевезення;
- 3) товаророзпорядчий документ, що дозволяє його власникові розпоряджатися вантажем.

Видача коносамента допускається тільки після прийому вантажу до перевезення. Він видається один раз для перевезення цієї партії вантажу. Друга видача коносамента по одному і тому ж вантажу допустима тільки за умови повернення перевізникові раніше виданих посилачевих екземплярів. Недотримання цього правила призводить до майнової відповідальності перевізника. Коносамент виписується на кожну окрему партію вантажу, прийнятого на судно. Застосовуються два види коносаментів залежно від часу їх видачі посилачеві: для вантажу, прийнятого до перевезення (received for shipment), і для вантажу, прийнятого на борт (on board або shipped on board). Перший вид практикується за базисної умови ФАС і при лінійних перевезеннях, коли вантаж приймається на склад для подальшої його відправки на черговому судні за розкладом. В результаті, вантажовідправник дістає можливість мати на руках товаророзпорядчий документ і розпоряджатися їм на власний розсуд. Бортовий коносамент видається на занурений, на борт товар. У ряді випадків умови контракту вимагають, щоб на коносаменти був ще додатковий напис: "на борту" ("on board").

Штурманська розписка (Mate Receipt) є посвідченням судновласника в прийнятті товару до перевезення. Виписує цей документ помічник капітана на підтвердження отримання конкретної партії на борт судна. Розписка описує

видимий стан товарів і дозволяє перевізникові видати коносамент. У ній відбиваються результати перевірки, що проводиться контролерами судновласника при прийомі товару для вантаження або під час вантаження. Це не товаророзпорядчий документ. На прохання видправника він може бути замінений коносаментом.

Таймшит – документ – відомість обліку часу стоянки судна (сталійного часу), передбаченого чартером на виробництво вантажних операцій. Він складається в кожному порту вантаження і вивантаження судна, підписується капітаном і представником фрахтувальника. Служить підставою для розрахунку по диспачу і демереджу. У таймшиті фіксуються усі виробничі операції і непродуктивні простої за час стоянки судна в порту. У ньому вказуються: найменування порту і судна; дата і час прибуття судна і вручення нотиса про готовність до вантаження (вивантаження); дата і час фактичного початку і закінчення вантажних робіт; тривалість і причини перерв в роботі; норма вантажних робіт по чартеру.

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

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

Повна розрахункова водотоннажність судна (Δ_p), яке служить початковою величиною при визначенні його чистої вантажопідйомності (Δ_u) на рейс, залежить від вантажних марок в портах вантаження і вивантаження і вантажних марок і обмежень опаді на трасі переходу.

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

У Порту Кланг та Порт-Саїд діє тропічна вантажна марка і обмежень осідання в портах для цього судна відсутні.

Вантажна марка, що обмежує водотоннажність судна, яка діє в районі порту прибуття повинна відповідати розрахунковій формулі:

$$\Delta_p = \Delta_m = \Delta_n$$

За вантажною шкалою визначаємо водотоннажність по тропічну вантажну марку:

$$\Delta_p = 106041 \text{ т}$$

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

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

де Δ_o – водотоннажність судна порожньому, т.

$$\Delta_w = 106041 - 26537 = 79504 \text{ т}$$

Ходовий час визначається по формулі:

$$t_x = \frac{L}{24 \cdot V} + t_{zn} \quad (3.2)$$

де L – протяжність траси переходу, мили;

V – планова технічна швидкість, вузл..

t_{zn} – час затримок судна в дорозі (враховується час на проходження вузькостей та каналів), диб.

$$t_x = 4956 / (24 \cdot 20.0) + 1 = 11.3 \text{ диб.}$$

Кількість вантажу, яка може прийняти судно, залежить від величини запасів. Зазвичай немає необхідності враховувати запаси стоянок, що витрача-

ються в порту вантаження і вивантаження (за умови, що в цих портах можливе їх отримання).

Тому загальна кількість рейсових запасів $P_{зан}$ дорівнює суми ходових запасів $P_{зан}^x$.

Кількість ходових запасів складає суму:

$$P_{зан}^x = P_m^x + P_v^x + P_{см}^x; \quad (3.3)$$

де P_m^x , P_v^x , $P_{см}^x$ – відповідно кількість важкого палива, води і мастильної олії, необхідна на перехід від порту вантаження до порту вивантаження з урахуванням коефіцієнта штормового запасу $k_{шт}$.

Детальніше:

$$P_m^x = q_m^x \cdot t_x \cdot k_{шт}; \quad (3.4)$$

$$P_m^x = 99.0 \cdot 11.3 \cdot 1.1 = 1230.6 \text{ т}$$

$$P_v^x = q_v^x \cdot t_x \cdot k_{шт}; \quad (3.5)$$

$$P_v^x = 5.0 \cdot 11.3 \cdot 1.1 = 62.2 \text{ т}$$

$$P_{см}^x = q_{см}^x \cdot t_x \cdot k_{шт}; \quad (3.6)$$

$$P_{см}^x = 0.5 \cdot 11.3 \cdot 1.1 = 6.2 \text{ т}$$

$$P_{зан}^x = 1230.6 + 62.2 + 6.2 = 1298.9 \text{ т}$$

де q_m^x , q_v^x – добова норма витрати палива і води на ходу судна відповідно, т/добу.

Оскільки цей розрахунок вантажного плану робиться на підставі реального рейсу, ту кількість запасів беремо по факту.

Моторне паливо $P_{нал\,м} = 4541.5$ т.

Дизельне паливо $P_{нал\,д} = 119.8$ т.

Запас мастильної олиї $P_{м} = 136.5$ т.

Запас присної води $P_{в} = 158.0$ т.

Запас инши $P_{и} = 169.0$ т.

Константа $const = 2850.0$ т.

Всього запасив $P_{зан} = 5124.8$ т.

Кинець рейсу: моторне паливо 3516.9 т; дизельне паливо 119.8 т; мастило 132.7 т; вода 103.5 т. инши запаси 169.0 т.

Розрахувавши загальну килькість рейсових запасив. приступають до визначення чистої вантажопідйомности судна Δ_q на рейс:

$$\Delta_q = \Delta_w - P_{зан} - P_{в} - const \quad (3.7)$$

$$\Delta_q = 79504 - 5124.8 - 1296.9 - 2850.0 = 70232.3 \text{ т}$$

Так як вантажний план складався на пидставу реального рейсу. то загальна килькість вантажу прийнятого до перевезення склало 57655.6 т. що менше Δ_q .

3.4 Складання вантажного плану

Перевизник несе видповидальність за неправильне розмищення. кріплення и сепарацию вантажив на судни. Невирне або невдале розмищення вантажив. перевантаження окремих видсикив неминуче призводить до неприпустимої напруги на корпус судна. а в окремих випадках навить ушкодженням або аварії.

Загальни дани про вантаж наданий в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Загальні дані про вантаж

Тип	Кількість	TEU	Маса. т
20'	1640	1640	30484.69
40'	1802	3604	26561.72
Other	32	64	609.20
Total	3474	5308	57655.61
Reefer	154	215	3324.41
Highcube	1011	2022	15716.71
OOG	2	3	41.10

За результатами розподілу вантажив складається зведена табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Розміщення контейнерів

Розміщення вантажу	Кількість				Маса			
	20'	40'	Ін-ши	Всього	20'	40'	Інши	Всього
На палуби	433	933	32	1398	5581.0	11660.6	609.2	17850.8
У трюмах	1207	869	—	2076	24903.7	14901.1	—	39804.8

Загальна маса контейнерів 57655.6 т.

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

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

Гидрометеорологічні умови плавання і характеристика портів рейсу представлені в главі 2.

Порт відходу: Порт Кланг (щільність води $\rho=1.0250 \text{ т/м}^3$). Порт приходу: Порт-Саид (щільність води $\rho=1.0250 \text{ т/м}^3$). Відстань між портами: $S = 4956$ миль. Час виконання рейсу: листопад.

Порт Кланг розташований на західному узбережжі малайського півострова, на півночі Малакської протоки. Це добре захищений островами з природним положенням порт. Складається з двох частин Північний (включаючи Південний) і Західний порти. 18 причалів в Північному, 8 в Південному і 15 в Західному портах. Load Line Zone: тропічна. Максимальне осідання 16.6 м.

Необхідні документи на відхід:

1. Cargo stowage plan – 3 шт.;
2. Cargo manifest – 8 шт.;
3. Hatch list – 3 шт.;
4. Hazardous and Dangerous Cargo declaration – 8 шт.;
5. Crew List – 5 шт.;
6. Passenger List – 5 шт.;
7. Last port clearance – 1 шт.

Порт-Саид доступний для великих суден, розташований при вході в Суецький канал. Постачання. У порту є запаси рідкого палива, яке можна отримати у причалів басейну Хусейн, швидкість наливання 300-400 т/год. Прісна вода доставляється на судна водолями. Можна отримати лід.

Документи на прихід:

- Crew List – 12 шт.;
- Store List/Crew Declaration – 2 шт кожного;
- Dangerous Cargo – 3 шт.;
- Nil List – 3 шт.;
- Vaccination List – 3 шт.;
- Previous 10 ports of call with Departure dates – 3 шт.;
- Ship Trading/Class Certificate;
- ISPS Compliance Certificate;

Crew Seaman's Books/Passports;
Cargo Documents;
Address of Owners/Operators/Charterers.

РОЗДИЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХИДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

Розподіл запасів на судні на видхід и прихід представлений в табл. 4.1 и табл. 4.2.

Таблиця 4.1

Розподіл запасів на видхід

Найменування цистерн	Маса. т	Плечи. м			Моменти. тм		
		x	y	z	M_x	M_y	M_z
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Моторне паливо</i>							
№2 W.F.O.TK(P)	10.0	206.17	-12.16	7.30	2062	-122	73
№2 W.F.O.TK(S)	7.0	206.17	12.16	7.27	1443	85	51
№3 W.F.O.TK(P)	450.0	192.26	-17.02	11.88	86517	-7659	5346
№3 W.F.O.TK(S)	450.0	192.26	17.02	11.88	86517	7659	5346
№4 W.F.O.TK(P)	563.0	165.06	-17.04	6.55	92929	-9594	3688
№4 W.F.O.TK(S)	563.0	165.06	17.04	6.55	92929	9594	3688
№6 W.F.O.TK(P)	750.0	113.41	-18.97	11.12	85058	-14228	8340
№6 W.F.O.TK(S)	750.0	113.40	18.97	11.20	85050	14228	8400
№7 W.F.O.TK(P)	250.0	83.39	-15.36	5.54	20848	-3840	1385
№7 W.F.O.TK(S)	263.2	83.37	15.38	5.58	21943	4048	1469
H.F.O.SETT.TK(P)	290.1	61.09	-18.57	12.77	17722	-5387	3705
H.F.O.SERV.TK(P)	195.2	62.99	-17.08	14.26	12296	-3334	2784
ВСЬОГО	4541.5				605314	-8550	44275
<i>Дизельне паливо</i>							
D.O.STOR.TK(S)	52.9	45.86	10.66	8.20	2426	564	434
D.O.SERV.TK(S)	66.9	45.37	10.1	10.11	3035	676	676
ВСЬОГО	119.8				5461	1240	1110

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Масило</i>							
M/E SYS.O.STOR.S	75.1	65.32	18.07	12.61	4906	1357	947
№1M/E CYL.O.STOR	3.9	60.14	17.54	9.30	235	68	36
№2M/E CYL.O.STOR	9.2	57.36	17.51	9.63	528	161	89
№2A/E LO STOR.S	8.4	54.52	16.15	16.15	458	136	136
M/E L.O.SUMP TK	39.9	50.04	0.83	0.86	1997	33	34
ВСЬОГО	136.5				8124	1755	1242
<i>Присна вода</i>							
F.W.TK(P)	98.0	44.53	-18.98	15.84	4364	-1860	1552
F.W.TK(S)	60.0	44.53	18.97	15.19	2672	1138	911
ВСЬОГО	158				7036	-722	2463
<i>Иниш</i>							
S.T.C.W. TK	40.0	13.88	0.00	3.75	555	0	150
B.W.H.TK (P)	33.0	43.95	-10.41	8.54	1450	-344	282
WASTE OIL TK	18.0	49.65	-3.46	1.07	894	-62	19
F.O.OVERFLOW TK	5.0	66.94	0.00	0.11	335	0	1
DISPOSAL W.TK	3.0	59.81	3.23	0.26	179	10	1
BOILER W.DR.STOR.	20.0	62.22	-4.16	1.12	1244	-83	22
M/E COOL.W.DRAIN	2.0	57.84	-3.34	0.42	116	-7	1
SLUDGE OIL TK	43.0	62.61	5.76	5.76	2692	248	248
S/T L.O.SUMP	4.0	29.50	2.09	2.09	118	8	8
SLUD.RECRIC.TK	1.0	52.28	6.55	6.55	52	7	7
ВСЬОГО	169.0				7635	-223	739
ВСЬОГО ЗАПАСИВ:	5124.8	123.63	-1.27	9.72	633570	-6500	49829

Розподил запасив на прихід

Найменування цистерн	Маса. т	Плечи. м			Моменти. тм		
		x	y	z	M_x	M_y	M_z
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Моторне паливо</i>							

№2 W.F.O.TK(P)	10.0	206.17	-12.16	7.30	2062	-122	73
----------------	------	--------	--------	------	------	------	----

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8
№2 W.F.O.TK(S)	7.0	206.17	12.16	7.27	1443	85	51
№3 W.F.O.TK(P)	450.0	192.26	-17.02	11.88	86517	-7659	5346
№3 W.F.O.TK(S)	450.0	192.26	17.02	11.88	86517	7659	5346
№4 W.F.O.TK(P)	563.0	165.06	-17.04	6.55	92929	-9594	3688
№4 W.F.O.TK(S)	563.0	165.06	17.04	6.55	92929	9594	3688
№6 W.F.O.TK(P)	237.7	113.41	-18.97	11.12	26958	-4509	2643
№6 W.F.O.TK(S)	237.7	113.40	18.97	11.20	26955	4509	2662
№7 W.F.O.TK(P)	250.0	83.39	-15.36	5.54	20848	-3840	1385
№7 W.F.O.TK(S)	263.2	83.37	15.38	5.58	21943	4048	1469
H.F.O.SETT.TK(P)	290.1	61.09	-18.57	12.77	17722	-5387	3705
H.F.O.SERV.TK(P)	195.2	62.99	-17.08	14.26	12296	-3334	2784
ВСЬОГО	3516.9				489119	-8550	32840
<i>Дизельне паливо</i>							
D.O.STOR.TK(S)	52.9	45.86	10.66	8.20	2426	564	434
D.O.SERV.TK(S)	66.9	45.37	10.1	10.11	3035	676	676
ВСЬОГО	119.8				5461	1240	1110
<i>Масило</i>							
M/E SYS.O.STOR.S	73.1	65.32	18.07	12.61	4775	1321	922
№1M/E CYL.O.STOR	3.9	60.14	17.54	9.30	235	68	36
№2M/E CYL.O.STOR	8.2	57.36	17.51	9.63	470	144	79
№2A/E LO STOR.S	8.4	54.52	16.15	16.15	458	136	136
M/E L.O.SUMP TK	39.1	50.95	0.83	0.86	1992	32	34
ВСЬОГО	132.7				7930	1701	1206
<i>Присна вода</i>							
F.W.TK(P)	63.5	44.53	-18.98	15.84	2828	-1205	1006
F.W.TK(S)	40.0	44.53	18.97	15.19	1781	759	608
ВСЬОГО	103.5				4609	-446	1614
<i>Інши</i>							
S.T.C.W. TK	40.0	13.88	0.00	3.75	555	0	150
B.W.H.TK (P)	33.0	43.95	-10.41	8.54	1450	-344	282
WASTE OIL TK	18.0	49.65	-3.46	1.07	894	-62	19
F.O.OVERFLOW TK	5.0	66.94	0.00	0.11	335	0	1

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8
DISPOSAL W.TK	3.0	59.81	3.23	0.26	179	10	1
BOILER W.DR.STOR.	20.0	62.22	-4.16	1.12	1244	-83	22
M/E COOL.W.DRAIN	2.0	57.84	-3.34	0.42	116	-7	1
SLUDGE OIL TK	43.0	62.61	5.76	5.76	2692	248	248
S/T L.O.SUMP	4.0	29.50	2.09	2.09	118	8	8
SLUD.RECRIC.TK	1.0	52.28	6.55	6.55	52	7	7
ВСЬОГО	169.0				7635	-223	739
ВСЬОГО ЗАПАСИВ:	4042.6	127.32	-1.55	9.28	514718	-6279	37509

Розподіл вантажів представлений в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Розподіл вантажів по приміщенням

Розмі- щення вантажів	Маса. т	Плечи. м			Моменти. тм		
		x	y	z	M_x	M_y	M_z
У трюмах	39804.8	142.70	0.0	13.36	5680145	0	531792
На палу- би	17850.8	135.28	0.0	31.82	2414856	0	568012
Всього	57655.6	140.40	0.0	19.08	8095001	0	1099804
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТИВ M_x					8095001		

Розподіл баласту представлений в табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Розподіл баласту

Найменування цистерн	Мист- кість. т	Плечи. м			Моменти. тм		
		x	y	z	M_x	M_y	M_z
1	3	4	5	6	7	8	9

№1 DEEP W.B	10.0	253.42	0.00	0.10	2534	0	1
№2 DB.W.B(P)	15.8	227.88	-0.85	0.21	3601	-13	3

Продовження табл. 4.4

1	2	3	4	5	6	7	8
№2 DB.W.B(S)	15.8	227.88	0.85	0.21	3601	13	3
№3 DB.W.B(P)	15.9	197.23	-1.26	0.11	3136	-20	2
№3 DB.W.B(S)	15.9	197.23	1.26	0.11	3136	20	2
№3 W.W.B(P)	5.5	206.18	-16.68	12.49	1134	-92	69
№3 W.W.B(S)	5.5	206.18	16.68	12.49	1134	92	69
№4 DB.W.B.(CP)	7.7	168.83	-3.68	0.02	1300	-28	0
№4 DB.W.B.(CS)	7.7	168.83	3.68	0.02	1300	28	0
№4 DB.W.B.(SP)	7.9	165.30	-10.14	0.45	1306	-80	4
№4 DB.W.B.(SS)	7.9	165.30	10.14	0.45	1306	80	4
№5 DB.W.B.(CP)	8.9	143.75	-4.96	0.02	1279	-44	0
№5 DB.W.B.(CS)	8.9	143.75	4.96	0.02	1279	44	0
№5 DB.W.B.(SP)	9.1	138.97	-12.04	0.06	1265	-110	1
№5 DB.W.B.(SS)	9.1	138.97	12.04	0.06	1265	110	1
№5 W.W.B(P)	450.0	146.30	-18.97	10.18	65835	-8537	4581
№5 W.W.B(S)	620.0	146.32	18.97	11.30	90718	11761	7006
№6 DB.W.B(CP)	9.0	113.69	-5.10	0.02	1023	-46	0
№6 DB.W.B(CS)	9.0	113.69	5.10	0.02	1023	46	0
№6 DB.W.B(SP)	9.7	118.42	-11.97	0.08	1149	-116	1
№6 DB.W.B(SS)	9.7	118.42	11.97	0.08	1149	116	1
№7 DB.W.B(CP)	6.8	86.36	-3.19	0.02	587	-22	0
№7 DB.W.B(CS)	6.8	86.36	3.19	0.02	587	22	0
№7 DB.W.B(SP)	7.9	82.45	-6.62	0.40	651	-52	3
№7 DB.W.B(SS)	7.9	82.45	6.62	0.40	651	52	3
A.P.TK(C)	8.5	10.03	0.00	11.71	85	0	100
ВСЬОГО БАЛАСТУ:	1296.9	148.07	2.49	9.14	192034	3225	11854

На підстави виконаних розподілів вантажу, баласту і запасів складемо таблицю звидних даних і розрахунку водотоннажності з вказівкою координат центру ваги судна.

Таблиця 4.5

Зведені дані і розрахунок водотоннажності на видхид

Найменування статей навантаження	На видхид						
	Маса. т	Плечи. м			Моменти. тм		
		x	y	z	M_x	M_y	M_z
Судно порожнем	26537.0	120.41	0.00	15.79	3195320	0	419019
Константа	2850.00	141.00	1.00	18.00	401850	2850	51300
Суднови запаси	5124.8	123.63	-1.27	9.72	633570	-6500	49829
Вантаж	57655.6	140.40	0.00	19.08	8095001	0	1099804
Баласт	1296.9	148.07	2.49	9.14	192034	3225	11854
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНИСТЬ	93464.3	133.93	0.00	17.46	12517775	-425	1631806

Таблиця 4.6

Зведені дані і розрахунок водотоннажності на прихид

Найменування статей навантаження	На прихид						
	Маса. т	Плечи. м			Моменти. тм		
		x	y	z	M_x	M_y	M_z
1	2	3	4	5	6	7	8
Судно порожнем	26537.0	120.41	0.00	15.79	3195320	0	419019
Константа	2850.00	141.00	1.00	18.00	401850	2850	51300
Суднови запаси	4042.6	127.32	-1.55	9.28	514718	-6279	37509
Вантаж	57655.6	140.40	0.00	19.08	8095001	0	1099804
Баласт	1296.9	148.07	2.49	9.14	192034	3225	11854
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНИСТЬ	92382.1	134.21	0.00	17.53	12398923	-204	1619486

Схематично вантажний план представлений на рис. 4.1.

4.2 Розрахунки посадки и початкової остийности

Розрахунок посадки судна на видхид на прихид виконується з використанням вантажної шкали (Cargo Scale) и гидростатичних кривих (Hydrostatic Curves).

Таблиця 4.7

Розрахунок посадки судна на видхид и на прихид

Найменування величин	Позначення и формули	Значення величин	
		Вид-хид	При-хид
1	2	3	4
Водотоннажність масова. т	Δ	93464.3	92382.1
Абсциса центра ваги судна. м	x_g	133.93	134.21
Водотоннажність об'ємна. м ³	$V = \Delta / \rho$	91185	90129
Густина води. т/м ³	ρ	1.025	1.025
Осадка судна. м	T	13.27	13.16
Момент диферентуючий на 1 см. тм/см	M_I	1634.78	2356.9
Абсциса центру величини судна. м	x_c	136.99	137.06
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії. м	x_f	127.88	128.02
Апликата поперечного метacentра. м	z_m	19.62	19.62
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0.604	0.602
Диферент судна. м	$d = \Delta (x_g - x_c) / M_I$	-1.75	-1.12
Осадка судна носом. м	$T_n = T - (L - x_f) d / L$	12.30	12.54
Осадка судна кормою. м	$T_k = T_n + d$	14.05	13.66

Для виконання розрахунків и контролю остийности судна необходимо визначити поправки на вплив вільної поверхні рідких вантажів (запасів) до метacentричної висоти и плечей статичної остийности. Поправочні моменти Δm_h

вибираються з таблиці даних по суднових цистернах. приведеної в Інформації.

Таблиця 4.8

Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h , тм
1	2
№2 W.F.O.TK(P)	1908
№2 W.F.O.TK(S)	1908
№4 W.F.O.TK(P)	686
№4 W.F.O.TK(S)	686
№7 W.F.O.TK(P)	1013
№7 W.F.O.TK(S)	1013
H.F.O.SETT.TK(P)	48
D.O.STOR.TK(S)	158
D.O.SERV.TK(S)	69
M/E L.O.SUMP TK	48
B.W.H.TK (P)	474
F.O.OVERFLOW TK	744
DISPOSAL W.TK	114
BOILER W.DR.STOR.	43
SLUDGE OIL TK	82
SLUD.RECRIC.TK	99
№5 W.W.B(P)	27
№5 W.W.B(S)	27
Сума: $\Sigma \Delta m_h$	9147

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний в табл. 4.9.

Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		видхид	прихид
1	2	3	4
Водотоннажність масова. т	Δ	93464.3	92382.1
Невиправлена апліката Ц.В.судна. м	z'_g	17.46	17.53
Апліката поперечного метацентру. м	z_m	19.62	19.62
Невиправлена МТЦ висота. м	$h_o = z_m - z'_g$	2.16	2.09
Поправка до МТЦ висоти. м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / \Delta$	0.10	0.10
Виправлена МТЦ висота. м	$h = h_o - \Delta h$	2.06	1.99
Виправлена апліката Ц.В. судна. м	$z_g = z'_g + \Delta h$	17.56	17.63
Кут крену. °	$\Theta = 57.3 \cdot \Sigma M_y / (D \cdot h)$	0.1	0.1

4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації

Кожне судно має бути забезпечене Інформацією про остійність (Stability Booklet. Trim & Stability Book). що затверджений класифікаційним суспільством і містить достатню інформацію для перевірки відповідності остійності судна вимогам цього класифікаційного суспільства або ІМО.

Перевірка остійності по матеріалах Інформації виконується по граничних статичних моментах. або по допустимих метацентричних висотах. або по критичному підвищенню центру тяжіння судна (залежно від того. який графік або таблиця є в Інформації).

Перевірку остійності по матеріалах Інформації виконаємо по критичному підвищенню Ц.В. судна.

Перевірка остійності по критичному підвищенню ЦТ судна

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		видхид	прихид
Водотоннажність масова. т	Δ	93464.3	92382.1
Апликата Ц.В. судна. м	z'_g	17.46	17.53
Поправка до аплікати Ц.В. судна. м	$\Delta z_g = \Sigma \Delta m_h / \Delta$	0.10	0.10
Виправлена аплікатура Ц.В. судна. м	$z_g = z'_g + \Delta z_g$	17.56	17.63
Максимальна гранична аплікатура Ц.В.. м	z_g^{max}	19.12	19.12

Оскільки $Z_g < Z_g^{max}$. то остійність задовольняє усім вимогам.

4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності

Плечи статичної остійності можуть бути розраховані з використанням кривих або таблиці плечей остійності форми (Cross – Curves of Stability).

Плечи остійності форми l_ϕ вибираються по об'ємній водотоннажності для тих кутів крену, які приведені в таблиці. Ці плечи відлічуються від точки К. відповідний кильовий лінії. то плечи остійності ваги необхідно розраховувати по формули:

$$l_g = z_g \sin \theta.$$

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

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

Розрахунок плечей діаграми статичної остійності наведено в табл. 4.11-4.12.

Таблиця 4.11

Розрахунок плечей статичної остійності на видхид

Водотоннажність Δ , т								93464.3
Апликата центра ваги судна z_{g0} , м								17.46
Апликата умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «O»)								0.00
Виправлена апликата центра ваги судна. $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м								17.56
$\Delta\theta = 0.1745 \approx 10^\circ/57.3$								
Кут крену θ°	Плече форми. l_ϕ , м	$\sin \theta$	$z_g^n \cdot \sin \theta$	Плече статичної остійності $l = l_\phi - z_g^n \cdot \sin \theta$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.000	0.0000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000
10	3.41	0.1736	3.049	0.361	4	1.443	3	1.082
20	6.782	0.3420	6.006	0.776	2	1.552	3	2.328
30	10.067	0.5000	8.780	1.287	4	5.148	1	1.287
40	12.793	0.6428	11.287	1.506	1	1.506	Σ_{30}	4.698
50	14.614	0.7660	13.452	1.162	Σ_{40}	9.649	$a_{0-30} =$	0.307
60	15.599	0.8660	15.207	0.392	$a_{0-40} =$	0.561	$a_{30-40} =$	0.254

Таблиця 4.12

Розрахунок плечей статичної остійності на прихид

Водотоннажність Δ , т								92382.1
Апликата центра ваги судна z_{g0} , м								17.53
Апликата умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «O»)								0.00
Виправлена апликата центра ваги судна. $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м								17.63
$\Delta\theta = 0.1745 \approx 10^\circ/57.3$								
Кут крену θ°	Плече форми. l_ϕ , м	$\sin \theta$	$z_g^n \cdot \sin \theta$	Плече статичної остійності $l = l_\phi - z_g^n \cdot \sin \theta$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.000	0.0000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000
10	3.411	0.1736	3.061	0.350	4	1.398	3	1.049

20	6.785	0.3420	6.030	0.755	2	1.510	3	2.266
----	-------	--------	-------	-------	---	-------	---	-------

Продовження табл. 4.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	10.072	0.5000	8.815	1.257	4	5.028	1	1.257
40	12.803	0.6428	11.332	1.471	1	1.471	$\sum_{30}$	4.571
50	14.626	0.7660	13.505	1.121	$\sum_{40}$	9.407	$\alpha_{0-30} =$	0.299
60	15.609	0.8660	15.268	0.341	$\alpha_{0-40} =$	0.547	$\alpha_{30-40} =$	0.248

За результатами розрахунків будемо діаграми остійності на видхид (рис. 4.2) и на прихид (рис. 4.3).

4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності

Рекомендовани критерії остійності неушкоджених суден Міжнародною Морською Організацією (ИМО) 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 вид дії постійного витру й діаграми статичної остійності (ДСО), а також додаткові вимоги для суден окремих типів.

Розрахунок нормованих параметрів остійності виконаний в табл. 4.13.

Таблиця 4.13

Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення и формули	Значення величин	
		видхид	прихид
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	Δ	93464.3	92382.1
Осадка судна, м	T	13.27	13.16
Виправлена МТЦ висота, м	h	2.06	1.99
Плече кренувального моменту вид тиску витру, м	$l_{wl}=0.504 A_v z_v / (g \Delta)$	0.087	0.088

Продовження табл. 4.13

1	2	3	4
Плече кренувального моменту від пориву вітру. м	$l_{w2} = 1.5 l_{w1}$	0.131	0.132
Відносна площа скулових килив. %	$100 A_k / (L B)$	—	
Коефіцієнт	k (з табл. ISC)	1	
Аргумент	$\sqrt{h_0} / B$	0.037	0.036
Відносна ширина	B/T	3.01	3.04
Безрозмірний множник	X_1 (з табл. ISC)	0.898	0.892
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0.604	0.602
Безрозмірний множник	X_2 (з табл. ISC)	0.952	0.952
Інерційний коефіцієнт	$c = 0.373 + 0.023B/T - 0.043L/100$	0.319	0.320
Період хитаєв. с	$T_\theta = 2 c B / \sqrt{h_0}$	17.4	17.7
Коефіцієнт	s (з табл. ISC)	0.0398	0.0389
Коефіцієнт	$r = 0.73 + 0.6(z_g - T)/T$	0.924	0.934
Амплітуда хитаєв. °	$\theta_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{rs}$	17.9	17.6
Кут заливання. °	θ_f (з Інформації)	50.5	50.9
Кут входу палуби у воду. °	$\theta_d = \arctg(2(H - T)/B)$	28.7	28.9
Кут крену від постійного вітру. °	$\theta_o \approx 57.3 l_{w1}/h$ (або з ДСО)	2.1	2.2
Кут крену при хитає. назустріч вітру. °	$\theta_l = \theta_{rMO} - \theta_o$	15.8	15.4
Границя площі "b" ДСО праворуч. °	θ_b	50	50
Площа "a" діаграми. м·рад	a	0.120	0.114
Площа "b" діаграми. м·рад	b	0.692	0.670
Критерій погоди	$K = b/a$	5.74	5.89
Швидкість перед виходом на циркуляцію. вузл.	V_s	19.0	

Продовження табл. 4.13

1	2	3	4
Момент, що кренить на циркуляції. тм	$M_R = (0.037 \Delta V_s^2) \cdot (Z_g - T/2)/(gL)$	4852	4852
Плече моменту, що кренить, на циркуляції, м	$l_R = M_R / \Delta$	0.052	0.052
Кут крену на циркуляції, °	θ_R	1.4	1.4

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

Для визначення величини площ "a" і "b" доцільно використовувати правило Симпсона. Для цього площі "a" і "b" діляться на чотири ділянки однакової довжини по куту крену. Безпосередній розрахунок площ виконується в табличній формі аналогічно розрахунку площі a_{0-40} . При цьому, замість множника 0.1745, потрібно приймати довжини ділянок $\Delta\theta_1$ і $\Delta\theta_2$ у радіанах.

Таблиця 4.14

Визначення площ "a" і "b" на видхид за правилом Симпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_r - \theta_o + \theta_l)/4/57.3 = 4.76^\circ$ $\Delta\theta_1^{рад} = 4.78/57.3 = 0.0831$ рад					
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - \theta_l)/4 = 11.69^\circ$ $\Delta\theta_2^{рад} = 11.39/57.3 = 0.2041$ рад					
1	2	3	4	5	6
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0.714$	1	0.714	$b_1 = 0.000$	1	0.000
$a_2 = 0.528$	4	2.114	$b_2 = 0.415$	4	1.661
$a_3 = 0.237$	2	0.734	$b_3 = 0.988$	2	1.976
$a_4 = 0.196$	4	0.785	$b_4 = 1.375$	4	5.501
$a_5 = 0.000$	1	0.000	$b_5 = 1.032$	1	1.032
		$\Sigma_a = 4.347$			$\Sigma_b = 10.170$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{рад} = \frac{1}{3} 4.347 \times 0.0831 = 0.120$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{рад} = \frac{1}{3} 10.170 \times 0.2041 = 0.692$		

Таблиця 4.15

Визначення площ "a" и "b" бна прихид за правилом Симпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_r - \theta_o + \theta_l)/4/57.3 = 4.70^\circ$ $\Delta\theta_1^{pad} = 4.68/57.3 = 0.0821$ рад					
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - \theta_l)/4 = 11.66^\circ$ $\Delta\theta_2^{pad} = 11.66/57.3 = 0.2034$ рад					
1	2	3	4	5	6
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0.682$	1	0.682	$b_1 = 0.000$	1	0.000
$a_2 = 0.506$	4	2.025	$b_2 = 0.402$	4	1.610
$a_3 = 0.367$	2	0.705	$b_3 = 0.963$	2	1.927
$a_4 = 0.187$	4	0.749	$b_4 = 1.340$	4	5.359
$a_5 = 0.000$	1	0.000	$b_5 = 0.989$	1	0.989
		$\Sigma_a = 4.161$			$\Sigma_b = 9.884$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{pad} = \frac{1}{3} 4.161 \times 0.0821 = 0.114$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{pad} = \frac{1}{3} 9.884 \times 0.2034 = 0.670$		

4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

Виконаємо перевірку остійності за вимогами ІМО зиставляючи розраховани значення з нормативними.

Таблиця 4.16

Перевірка виконання рекомендацій ІМО

Найменування величин	Позна- чення	Значення величин			Викон. (YES/NO)
		норма- тивне	видхид	прихид	
Загальні критерії:					
1	2	3	4	5	6
Площа під ДСО до кута крену 30°. м·рад	A_{30}	≥ 0.055	0.307	0.299	YES

Продовження табл. 4.16

1	2	3	4	5	6
Площа під ДСО до кута крену 40°. м·рад	A_{40}	≥ 0.09	0.561	0.547	YES
Площа під ДСО між кутами крену 30° и 40°. м·рад	A_{30-40}	≥ 0.03	0.254	0.248	YES
Плече ДСО при кути крену 30 ° або більше. м	l_{30}	≥ 0.20	1.288	1.258	YES
Кут крену. що відповідає максимуму ДСО. °	θ_m	≥ 25	39.3	39.2	YES
Виправлена метацентрична висота. м	h	> 0.15	2.06	1.99	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	5.74	5.89	YES
Кут крену від постійного вітру. °	θ_o	≤ 16	2.4	2.5	YES
Додаткові вимоги для контейнеровозів:					
Кут крену на циркуляції. градус	θ_R	≤ 10.6	1.4	1.5	ТАК
Кут крену від постійного вітру. °	θ_o	≤ 10.6	2.4	2.5	ТАК

На видхід и на прихід остійність судна задовольняє усім вимогам ІМО.

4.7 Контроль загальної поздовжньої міцності судна

Відповідно до суднової документації перевірку міцності виконаємо по перерізуючим силам и моментах, що вигинають, в декількох поперечних перерізах по довжини корпусу.

Для кожного з вибраних перерізів необхідно по прийнятому вантажно-му плану розрахувати перерізуючу и момент, що вигинає, и порівняти їх з допустимими значеннями.

Контроль загальної поздовжньої міцності здійснимий за схваленою класифікаційним суспільством програмою Power Loading (Version: 1.0 build 5).

Результати розрахунку за судновою програмою перерізуючою SF и моменту BM, що вигинає, на видхид судна представлені в табл. 4.17.

Таблиця 4.17

Перевірка поздовжньої міцності на видхид

Пере- риз. шп.	Х. м	SF. т	SFsea. %	Доп. SF. т	BM. тм	BMsea. %	Доп. BM. тм
1	2	3	4	5	6	7	8
0	0.00	4116	41	10000	8338	33	25000
14	10.36	13358	48	27900	99880	42	239800
19	24.74	29526	72	40900	444641	59	750000
24	39.12	40564	56	73000	980427	57	1720000
28	51.72	49020	68	71800	1547244	68	2270000
52	72.22	28320	46	61100	2413322	70	3454000
57	86.60	19890	41	48100	2788032	69	4023000
62	100.98	4219	9	44700	2988216	68	4420000
67	115.36	6021	15	40600	3101008	69	4500000
72	129.74	-2480	6	-40000	3158641	71	4440000
76	142.34	-14607	37	-40000	3045328	70	4350100
81	156.72	-22573	56	-40000	2733416	69	3980300
86	171.10	-35301	82	-43000	2288405	65	3510300
91	185.48	-32872	68	-48000	1746302	59	2970400
96	199.86	-18126	33	-55000	1331848	54	2450400
101	214.24	-24324	52	-47000	992847	60	1660500

106	228.62	-17321	40	-43500	652096	65	998500
111	243.00	-16957	48	-35300	379794	71	532300
116	257.38	-13575	47	-28700	143168	45	315200
121	271.76	-2648	13	-19900	11083	7	150100

Максимальна переризуюча сила – 82% на 86 шпангоути.

Максимальний згинальний момент 71% тм. на 72 та 111 шпангоутах.

На рис. 4.4 представлена епюра мицности на видхид.

Протягом всього рейсу загальна поздовжня мицність забезпечена.

РОЗДИЛ 5

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНИЖЕННЯ ШВИДКОСТІ СУДНА ПРИ РУСИ В УМОВАХ ВІТРУ І ХВИЛЮВАННЯ

5.1 Загальні відомості щодо зниження швидкості судна в умовах вітру і хвилювання

При оцінці зниження швидкості судна на хвилюванні розрізняють навмисне обмеження швидкості капітаном і природне падіння швидкості, викликане збільшенням буксирувального опору судна внаслідок дії вітру і хвилювання.

Перша величина визначається на підставі оцінки допустимої інтенсивності небажаних або небезпечних для судна явищ (хитаючія, заливання, слемінг, оголення гвинтів, розгин двигуна, який може оцінюватися по частоті спрацювання автоматичного захисту двигуна по оборотах, і т.и.). Її визначення дозволяє виявити умови, при яких судно вимушене змінювати швидкість або курс, і встановити раціональний режим роботи пропульсивної установки і руху судна в цих умовах.

Друга величина визначається на підставі аналізу ходовості судна на хвилюванні, основними експлуатаційними характеристиками якої є швидкість, потужність головної енергетичної установки і частота обертання гребного гвинта. За заданих хвилювих умов виміри проводять на двох-трьох режимах при підтримці постійних значень частоти обертання гвинта, верхня межа якої відповідає максимально можливий потужності двигуна яка використовується.

Природне падіння швидкості і зниження середньої частоти обертання гребного гвинта при ході судна на хвилюванні, обумовлені додатковим опором і обмежувальними характеристиками двигуна, визначаються за допомогою паспортної діаграми. Виконана цим методом оцінка найбільшої

досяжної швидкості судна не враховує відміченого вище вимушеного обмеження швидкості.

Для наближеної оцінки природного падіння швидкості судна на хвилюванні використовують порівняння швидкості на тихій воді і на хвилюванні при однаковій частоті обертання гребного гвинта або однакової потужності, що передається на гребний вал. Для збереження постійної частоти обертання гребного гвинта при збільшенні буксирувального опору судна потрібна деяка додаткова потужність головної енергетичної установки судна. Якщо її величиною нехтувати, то перший спосіб приведе до зниження шуканої втрати швидкості судна на хвилюванні. Другий спосіб дозволяє оцінити зниження швидкості на хвилюванні з урахуванням відміченої обставини. Проте він є складнішим із-за труднощів, пов'язаних з організацією вимірювання потужності, що підводиться до гребного гвинта судна. Відносне падіння швидкості судна обчислюють за формулою:

$$\overline{\Delta v} = \frac{v_0 - v}{v_0} 100\% = \frac{\Delta v}{v_0} 100\%. \quad (5.1)$$

де v_0 – швидкість судна на тихій воді; v – швидкість судна на хвилюванні.

5.2 Методи визначення зниження швидкості в умовах витру і хвилювання

Принципово існують три методи визначення швидкості – експериментальний, статистичний та теоретичний.

5.2.1 Експериментальний метод

Експериментальні методи засновані на виміри частоти обертання гребного гвинта і моменту на валу, що крутить. Виміри роблять за допомогою частотомирів і торсиометрів, які зазвичай вживають під час пропульсивних випробувань на тихій воді.

Для виміру швидкості судна під час морехідних випробувань зазвичай використовують штатні суднові лаги. При випробуваннях судна поблизу берегів виміри швидкості можуть робитися за допомогою суднових радіонавігаційних систем. Якщо в районі випробувань є нерухомий орієнтир, то для виміру швидкості судна можна використати суднові засоби.

При порівнянні результатів виміру швидкості різними засобами слід мати на увазі, що радіотехнічні засоби визначають швидкість руху судна відносно нерухомого берега, тоді як суднові гідродинамічні лаги вимірюють швидкість судна відносно води, схильної до дії різних течій. Зокрема, вітрове хвилювання завжди супроводжується виникненням поверхневої течії і деяким горизонтальним перенесенням часток води, що беруть участь в хвильовому русі.

Оскільки експериментальні методи можуть бути поширені лише на об'єкт дослиду або дуже близький за розмірами, формою та режимом руху, вони не можуть бути використані в межах дослідження що розробляється.

5.2.2 Статистичні та емпіричні методи

Більшість статистичних методів які використовуються на практиці можуть бути представлені в узагальненому вигляді запропонованому проф. Аертсеном:

$$\frac{\Delta v}{v_0} = 0.01 \left(\frac{m_1}{L} + m_2 \right).$$

де m_1 . m_2 – чисельні коефіцієнти які залежать лише від напрямку та інтенсивності хвилювання.

Для зустрічного хвилювання значення m_1 та m_2 наведені нижче в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахункові значення параметрів m_1 та m_2 від яких коефіцієнт

Число Бофорта (BN)	m_1	m_2
5	900	2
6	1300	6
7	2100	11
8	3600	18

Емпіричні залежності середньої втрати швидкості від інтенсивності хвилювання (втру). його відносного напрямку і швидкості на тихій воді. встановлені шляхом аналізу великого числа рейсів. використовуються для вирішення завдань судноводиння і в економічних розрахунках. Регистром Ллойда рекомендується наступна емпірична формула для зустрічного напрямку хвилювання:

$$\frac{\Delta v}{v_0} = 50 \left(\frac{h_{1/3}}{L} \right)^2 \left[Fr^{-1} - 3 \left(\frac{h_{1/3}}{L} \right)^{1/4} \right]$$

Останнім часом широко використовуються напівемпіричні залежності які запропоновані проф. Квоном.

Згідно з його методом відсоток втрати швидкості розраховується наступним чином:

$$\alpha \cdot \mu \cdot \frac{\Delta v}{v_0} \cdot 100\% .$$

де: Δv – втрата швидкості за рахунок погоди;

$\frac{\Delta v}{v_0}$ – відсоткові втрати швидкості на зустрічному хвилюванні, що

розраховується за формулами (5.2) – (5.4);

α – коригувальний коефіцієнт для коефіцієнту загальної повноти судна C_B та числа Фруда (Fr). представлений у табл. 5.2;

μ – коефіцієнт впливу напрямку хвилювання, який розраховують за формулами (5.5). (5.6) та (5.7).

Відсоткові втрати швидкості на зустрічному хвилюванні для суден з коефіцієнтом повноти C_B 0.75. 0.80. та 0.85. в завантаженому стани (всі судна, окрім контейнеровозів). розраховуються наступним чином:

$$\frac{\Delta v}{v} \cdot 100\% = 0.5BN + \frac{BN^{6.5}}{2.7 \cdot \nabla^{2/3}} . \quad (5.2)$$

Для усіх суден в баласті, окрім контейнеровозів, формула має наступний вигляд:

$$\frac{\Delta v}{v} \cdot 100\% = 0.7BN + \frac{BN^{6.5}}{2.7 \cdot \nabla^{2/3}} . \quad (5.3)$$

Відсоткові втрати швидкості на зустрічному хвилюванні для суден з коефіцієнтом повноти C_B 0.55. 0.60. 0.65 та 0.70 в завантаженому стани (контейнеровозів). розраховуються наступним чином:

$$\frac{\Delta v}{v} \cdot 100\% = 0.7BN + \frac{BN^{6.5}}{22.0 \cdot \nabla^{2/3}}. \quad (5.4)$$

де ∇ – об’ємна водотоннажність.

Таблиця 5.2 – Значення поправочного коефіцієнта α в залежності від C_B

C_B	Стан завантаження	Поправочний коефіцієнт α
0.55	нормальний	$1.7 - 1.4Fr - 7.4Fr^2$
0.60	нормальний	$2.2 - 2.5Fr - 9.7Fr^2$
0.65	нормальний	$2.6 - 3.7Fr - 11.6Fr^2$
0.70	нормальний	$3.1 - 5.3Fr - 12.4Fr^2$
0.75	повне завантаження або нормальний	$2.4 - 10.6Fr - 9.5Fr^2$
0.80	повне завантаження або нормальний	$2.6 - 13.1Fr - 15.1Fr^2$
0.85	повне завантаження або нормальний	$3.1 - 18.7Fr - 28.0Fr^2$
0.75	баласт	$2.6 - 12.5Fr - 13.5Fr^2$
0.80	баласт	$3.0 - 16.3Fr - 21.6Fr^2$
0.85	баласт	$3.4 - 20.9Fr - 31.8Fr^2$

Напрямок хвилювання помітно впливає на зниження швидкості навіть при малих числах Бофорта. Були використані переваги формули проф. Аертсена для аналізу ефектив направлення хвилювання на втрати швидкості судном.

Для курсових кутив $180 - 150^\circ$:

$$\mu_{bow} = 1.7 - 0.03 \cdot (BN - 4)^2. \quad (5.5)$$

Для курсових кутив $150 - 30^\circ$:

$$\mu_{bow} = 0.9 - 0.06 \cdot (BN - 6)^2. \quad (5.6)$$

Для курсових кутив $0 - 30^\circ$

$$\mu_{bow} = 0.4 - 0.03 \cdot (BN - 8)^2. \quad (5.7)$$

Формули дають оцінку втрати швидкості на хвилюванні інтенсивністю до 8 балів. Результати натурних випробувань і досвід експлуатації суден свідчать про суттєву залежність втрати швидкості також від таких характеристик судна, як відношення ширини до довжини.

коефіцієнт загальної повноти. поздовжній радіус інерції маси судна. вид типів енергетичної установки и запасу потужности. Емпіричні оцінки не дають. однак. можливості врахувати ці особливості при розрахунках експлуатаційної швидкості судив.

Статистичні методи не враховують особливості форми корпусу. швидкісний режим руху и. таким чином. не можуть бути використані в межах дослідження що розробляється.

5.2.3 Теоретичний метод

Природне зниження швидкості визначалося виходячи з умови рівності середньої тяги рушіїв и середнього повного опору середовища руху судна на хвилюванні:

$$T(V_s) = R(V_s) + R_a(V_s, V_a) + \bar{R}_{AW}(V_s).$$

де T – тяга рушіїв;

R – буксирувальний опір на тихій воді;

R_a – повітряний опір;

$\bar{R}_{AW}$ – середній додатковий опір при русі на нерегулярному хвилюванні;

V_s – швидкість ходу;

V_a – швидкість вітру.

Повітряний опір визначався по формулі:

$$R_a = \frac{1}{2} C_x \rho_a F_T V_a^{*2}.$$

де C_x – коефіцієнт повітряного опору;

ρ_a – щільність повітря;

V_a^* – швидкість істинного вітру.

Розрахунки коефіцієнтів повітряного опору робилися за методом Ішервуда:

$$C_x = A_0 + A_1 \frac{2F_L}{L_{OA}^2} + A_2 \frac{2F_T}{B^2} + A_3 \frac{L_{OA}}{B} + A_4 \frac{S}{L_{OA}} + A_5 \frac{c}{L_{OA}} + A_6 M.$$

де L_{OA} і B – найбільші довжина та ширина судна відповідно;

F_L і F_T – подовжня і поперечна площі парусності судна відповідно;

S – периметр подовжньої проекції площі парусності за винятком ватерлінії і щогл;

c – відстань від носу до центру площі парусності;

M – число виразно помітних на подовжній проекції стоек і щогл;

A_i – регресійні коефіцієнти які отримані Ішервудом.

Значення параметрів які необхідні для розрахунку коефіцієнта повітряного опору C_x наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Розрахункові значення параметрів від яких коефіцієнт C_x

$\frac{2F_L}{L_{OA}^2}$	$\frac{2F_T}{B^2}$	$\frac{L_{OA}}{B}$	$\frac{S}{L_{OA}}$	$\frac{c}{L_{OA}}$	M
0.1	1.59	7.46	1.33	0.568	3

Як показали ці розрахунки. найбільше значення величини C_x відповідає куту між векторами швидкості судна і швидкості вітру 30° (зустрічному вітру відповідає кут 0°). Найбільші розрахункові значення коефіцієнта C_x в діапазоні від 0° до 40° градусів змінюються в межах від 0.55 до 0.81.

Повітряний опір визначається лобовою проекцією площі парусності і при різних поєднаннях сили вітру і інтенсивності хвилювання. а також швидкості ходу судна змінюється в середньому від 3 кН на хвилюванні інтенсивністю 2 бали до 12 кН на хвилюванні інтенсивністю 7 балів. що

зазвичай складає близько 2% і 10% повного опору на тихий води при роботі двигуна з номінальний потужністю.

Дали в розрахунках для спрощення чисельних оцінок приймалось що повитрааний опір R_a складає:

$$R_a = 0.1R.$$

В сучасних дослідженнях та розрахунках морехідних якостей суден та плавучих споруд на нерегулярному морському хвилюванні використовують різні методи оцінки середнього додаткового опору $\bar{R}_{AW}$. Усі вони базуються на розрахунках додаткового опору в умовах регулярного хвилюванні та спектральній теорії за формулою R_{AW} :

$$\bar{R}_{AW} = 2 \int_0^{\infty} R_{AW}(\omega_e) S_{\zeta}(\omega_e) d\omega_e.$$

де $r_{AW}(\omega_e) = R_{AW}(\omega_e)/\zeta_a^2$ – середній додатковий опір при русі на регулярному хвилюванні амплітуда якого ζ_a дорівнює одиниці з частотою зустричи судна з хвилею ω_e (частота що здається);

$S_{\zeta}(\omega_e)$ – спектральна щільність морського хвилювання.

Найбільш надійними вважаються методи які розроблені Х. Маруо, В.Г. Сизовим, Дж. Герритсмой та іншими. Перші два методи є дуже складними та потребуючими значних обчислювальних ресурсів. Вони не є добре придатними для використання у звичайних умовах.

В цьому сенсі метод запропонований Дж. Герритсмой є найбільш привабливим. Розглянемо дали його детальніше.

В ньому вважається робота сил середнього за період коливань який уявляється $\tau_e = 2\pi/\omega_e$ додаткового опору дорівнює енергії хвиль E що виникають при подовжній хитаючи за той самий період часу.

$$R_{AW}(v + c)\tau_e = R_{AW} \cdot \lambda = E.$$

де c – швидкість хвиль які набігають на судно;

λ – довжина хвилі.

$$E = \int_0^{\tau_e} \int_0^L b_{33}(x) v_r^2(x) dx dt.$$

де $b_{33}(x)$ – коефіцієнт демпфування поперечного перетину корпусу судна при вертикальній хитації з урахуванням швидкості руху;

$v_r(x)$ – швидкість вертикальних коливань поперечного перетину корпусу відносно хвильового профілю.

Таким чином отримуємо наступну формулу:

$$R_{AW} \cdot \lambda = \int_0^{\tau_e} \int_0^L b_{33}(x) v_r^2(x) dx dt. \quad (5.8)$$

Коефіцієнт $b_{33}(x)$ зазвичай розраховується у процесі рішення рівнянь поздовжньої хитації (5.9) та (5.15) які наведені нижче.

Для поперечного перетину x величина $v_r(x)$ розраховуються за результатами рішення рівнянь хитації і як буде наведено далі є гармонічною функцією часу.

Оскільки чисельні оцінки додаткового опору згідно з (5.8) базуються на розрахунках хитації, нижче наведені основні відомості щодо відповідних розрахунків.

Суднова система координат яка використовується в опису процесів хитації наведена на Рисунок 5.1.

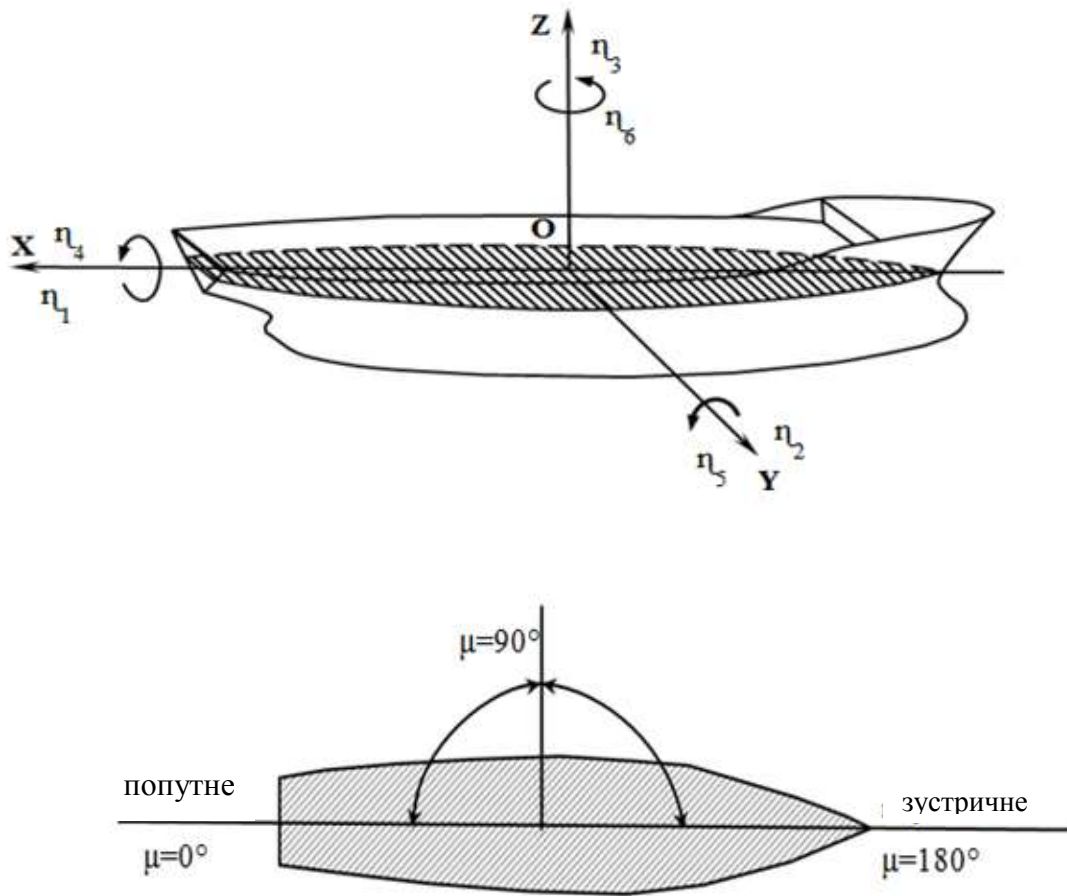


Рисунок 5.1 – Система координат та напрямки хвиль

Узагальнені рівняння хитавици мають наступний вигляд:

$$\sum_{k=1}^6 [(M_{jk} + A_{jk})\ddot{\eta}_k + B_{jk}\dot{\eta}_k + C_{jk}\eta_k] = F_j e^{i\omega_e t}; j = 1.2.3.4.5.6 \quad (5.9)$$

де M_{jk} – матриця мас;

A_{jk} – матриця приєднаних мас;

$\ddot{\eta}_k$ – прискорення;

B_{jk} – матриця коефіцієнтів демпфування;

$\dot{\eta}_k$ – швидкість;

C_{jk} – матриця коефіцієнтів відновлювальних сил;

η_k – переміщення;

$F_j e^{-i\omega_e t}$ – обурюючи сили;

i – уявна одиниця;

індекс $j = 1. 2. 3. 4. 5. 6$ символізує вид хитавици;

індекс $k = 1. 2. 3. 4. 5. 6$ символізує напрямок коливань судна.

Ришення ривнянь хитавици на регулярному хвилюванні (5.9) мають форму:

$$\eta_j = a_j \cos(\omega_e t - \varepsilon_j), j = 1. \dots . 6. \quad (5.10)$$

де a_j – амплітуда відповідного виду хитавици;

$\omega_e = \omega - \frac{\omega^2 v}{g} \cos \mu$ – частота зустрічи судна з хвилями (що здається);

$\omega = \sqrt{kg}$ – частота хвилювання;

$k = 2\pi/\lambda$ – хвильове число;

g – прискорення вільного падиння;

ε_j – фазовий зсув j -го процесу хитавици відносно положення максимуму профілю хвили в початку системи координат;

μ – курсовий кут судна відносно напрямку хвилювання що набігає на судно.

Матриця узагальнених мас судна має наступний вигляд:

$$[M_{j.k}] = \begin{bmatrix} M & 0 & 0 & 0 & Mz_g & 0 \\ 0 & M & 0 & -Mz_g & 0 & 0 \\ 0 & 0 & M & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -Mz_g & 0 & I_4 & 0 & -I_{46} \\ Mz_g & 0 & 0 & 0 & I_5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -I_{46} & 0 & I_6 \end{bmatrix}. \quad (5.11)$$

де M – маса судна;

I_j – момент інерції;

I_{jk} – центробіжний момент інерції.

Центробіжний момент інерції в (5.11) стає нульовим, якщо є симетрія щодо діаметральної площини і незначним в інших випадках.

Матриця приєднаних мас має вигляд:

$$[A_{j.k}] = \begin{bmatrix} A_{11} & 0 & A_{13} & 0 & A_{15} & 0 \\ 0 & A_{22} & 0 & A_{24} & 0 & A_{26} \\ A_{31} & 0 & A_{33} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & A_{42} & 0 & A_{44} & 0 & A_{46} \\ A_{51} & 0 & A_{53} & 0 & A_{55} & 0 \\ 0 & A_{26} & 0 & A_{46} & 0 & A_{66} \end{bmatrix}. \quad (5.12)$$

Матриця демпфування має вигляд повністю аналогічний (5.12):

$$[B_{j.k}] = \begin{bmatrix} B_{11} & 0 & B_{13} & 0 & B_{15} & 0 \\ 0 & B_{22} & 0 & B_{24} & 0 & B_{26} \\ B_{31} & 0 & B_{33} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & B_{42} & 0 & B_{44} & 0 & B_{46} \\ B_{51} & 0 & B_{53} & 0 & B_{55} & 0 \\ 0 & B_{26} & 0 & B_{46} & 0 & B_{66} \end{bmatrix}. \quad (5.13)$$

Ненульовими є такі коефіцієнти відновлюючих сил:

$$C_{33} \cdot C_{44} \cdot C_{55} \cdot C_{35} = C_{53} \quad (5.14)$$

Враховуючи (5.11) – (5.14) рівняння (5.9) розбивається на дві системи.

Перша система є системою диференціальних рівнянь поздовжньої хитаவிци:

$$\begin{aligned} (A_{11} + M)\ddot{\eta}_1 + B_{11}\dot{\eta}_1 + A_{13}\ddot{\eta}_3 + B_{13}\dot{\eta}_3 + (A_{15} + Mz_g)\ddot{\eta}_5 + B_{15}\dot{\eta}_5 &= F_1 e^{-i\omega_e t}; \\ A_{31}\ddot{\eta}_1 + B_{31}\dot{\eta}_1 + (A_{33} + M)\ddot{\eta}_3 + B_{33}\dot{\eta}_3 + C_{33}\eta_3 + A_{35}\ddot{\eta}_5 + B_{35}\dot{\eta}_5 + C_{35}\eta_5 &= F_3 e^{-i\omega_e t}; \\ (A_{51} + Mz_g)\ddot{\eta}_1 + B_{51}\dot{\eta}_1 + A_{53}\ddot{\eta}_3 + B_{53}\dot{\eta}_3 + (A_{55} + I_5)\ddot{\eta}_5 + B_{55}\dot{\eta}_5 + C_{55}\eta_5 &= F_5 e^{-i\omega_e t}; \end{aligned} \quad (5.15)$$

Друга є системою поперечної хитаவிци:

$$\begin{aligned}
& (A_{24} - Mz_g)\ddot{\eta}_2 + B_{24}\dot{\eta}_2 + (A_{44} + I_4)\ddot{\eta}_4 + (B_{44} + B_{44}^*)\dot{\eta}_4 + C_{44}\eta_4 \\
& \quad + (A_{46} - I_{46})\ddot{\eta}_6 + B_{46}\dot{\eta}_6 = F_4 e^{-i\omega_e t}; \\
& (A_{22} + M)\ddot{\eta}_2 + B_{22}\dot{\eta}_2 + (A_{24} - Mz_g)\ddot{\eta}_4 + B_{24}\dot{\eta}_4 + C_{44}\eta_4 + A_{26}\ddot{\eta}_6 + B_{26}\dot{\eta}_6 \\
& \quad = F_2 e^{-i\omega_e t}; \\
& A_{62}\ddot{\eta}_2 + B_{62}\dot{\eta}_2 + (A_{64} - I_{46})\ddot{\eta}_4 + B_{64}\dot{\eta}_4 + (A_{66} + I_6)\ddot{\eta}_6 + B_{66}\dot{\eta}_6 \\
& \quad = F_6 e^{-i\omega_e t}.
\end{aligned} \tag{5.16}$$

Дисперсія процесів які пов'язані з хитавицею розраховується за відомою формулою:

$$D = \int_0^{\infty} |a_j(\omega_e)|^2 S_{\zeta}(\omega_e) d\omega_e. \tag{5.17}$$

де $|a_j(\omega_e)|$ – модуль амплитудно-частотних характеристик відповідного процесу.

Переміщення довільної точки корпусу судна яка розглядається, або точки яка жорстко зв'язана з корпусом у судновій системі координат наведених на рис. 5.1 мають наступний вигляд:

$$X = \eta_1 + z_0 \eta_5 - y_0 \eta_6; \tag{5.18}$$

$$Y = \eta_2 + x_0 \eta_6 - z_0 \eta_4; \tag{5.19}$$

$$Z = \eta_3 + y_0 \eta_4 - x_0 \eta_5. \tag{5.20}$$

де $x_0 \cdot y_0 \cdot z_0$ – координати відповідної точки;

$$\eta_j = a_j \cos(\omega_e t - \varepsilon_j), j = 1. 2. 3; \tag{5.21}$$

$$\eta_j = k a_j \cos(\omega_e t - \varepsilon_j), j = 4. 5. 6. \tag{5.22}$$

Швидкості та прискорення довільної точки можуть бути визначені як перша та друга похідні за часом від залежностей (5.18) – (5.20).

Так швидкість вертикальних коливань поперечного перетину корпусу відносно хвильового профілю з залежності (5.8) котра представляє інтерес дорівнює:

$$v_r(x) = \dot{Z}_r = \frac{dZ_r}{dt}.$$

де $Z_r = Z - \zeta_w = \eta_3 + y_0 \eta_4 - x_0 \eta_5 - \zeta_w$ – вертикальне переміщення поперечного перетину корпусу відносно хвильового профілю ζ_w .

$$v_r = \dot{\eta}_3 + y_0 \dot{\eta}_4 - x_0 \dot{\eta}_5 + v\eta_5 - \dot{\zeta}_w$$

Беручи відповідні похідні остаточно отримуємо:

$$v_r = v_{ra} \cos(\omega_e t - \varepsilon_{vr}).$$

де $v_{ra} = \sqrt{v_{rc}^2 + v_{rs}^2}$ – амплітуда відносної швидкості;

$\varepsilon_{vr} = \arctg\left(\frac{v_{rs}}{v_{rc}}\right)$ – відповідний фазовий зсув;

$$v_{rc} = \omega_e Z_s - \omega Fr \sqrt{kL} a_5 \cos \varepsilon_5 + \omega \sin[k(x_0 \cos \mu - y_0 \sin \mu)];$$

$$v_{rs} = \omega_e Z_c - \omega Fr \sqrt{kL} a_5 \sin \varepsilon_5 + \omega \cos[k(x_0 \cos \mu - y_0 \sin \mu)];$$

$$Z_c = a_3 \cos \varepsilon_3 + ky_0 a_4 \cos \varepsilon_4 - ky_0 a_5 \cos \varepsilon_5;$$

$$Z_s = a_3 \sin \varepsilon_3 + ky_0 a_4 \sin \varepsilon_4 - ky_0 a_5 \sin \varepsilon_5.$$

5.3 Практична методика визначення зниження швидкості в умовах витру і хвилювання

5.3.1 Оцінка опору судна на тихій воді і тяги гребного гвинта

Для визначення опору скористаємося відомою формулою для розрахунку буксирувальної потужності:

$$N_6 = Rv$$

де R – буксирувальний опір.

Для розрахунку буксирувальної потужності скористаємось методом Ю.О. Будницького, згідно з яким маємо:

$$N_6 = N_0 K_l K_\delta.$$

де N_0 – базова потужність;

K_l – коефіцієнт впливу відносної довжини $l = \frac{L}{\sqrt[3]{V}}$

K_δ – коефіцієнт впливу загальної повноти.

Графіки для визначення величин N_0 , K_l і K_δ наведені нижче.

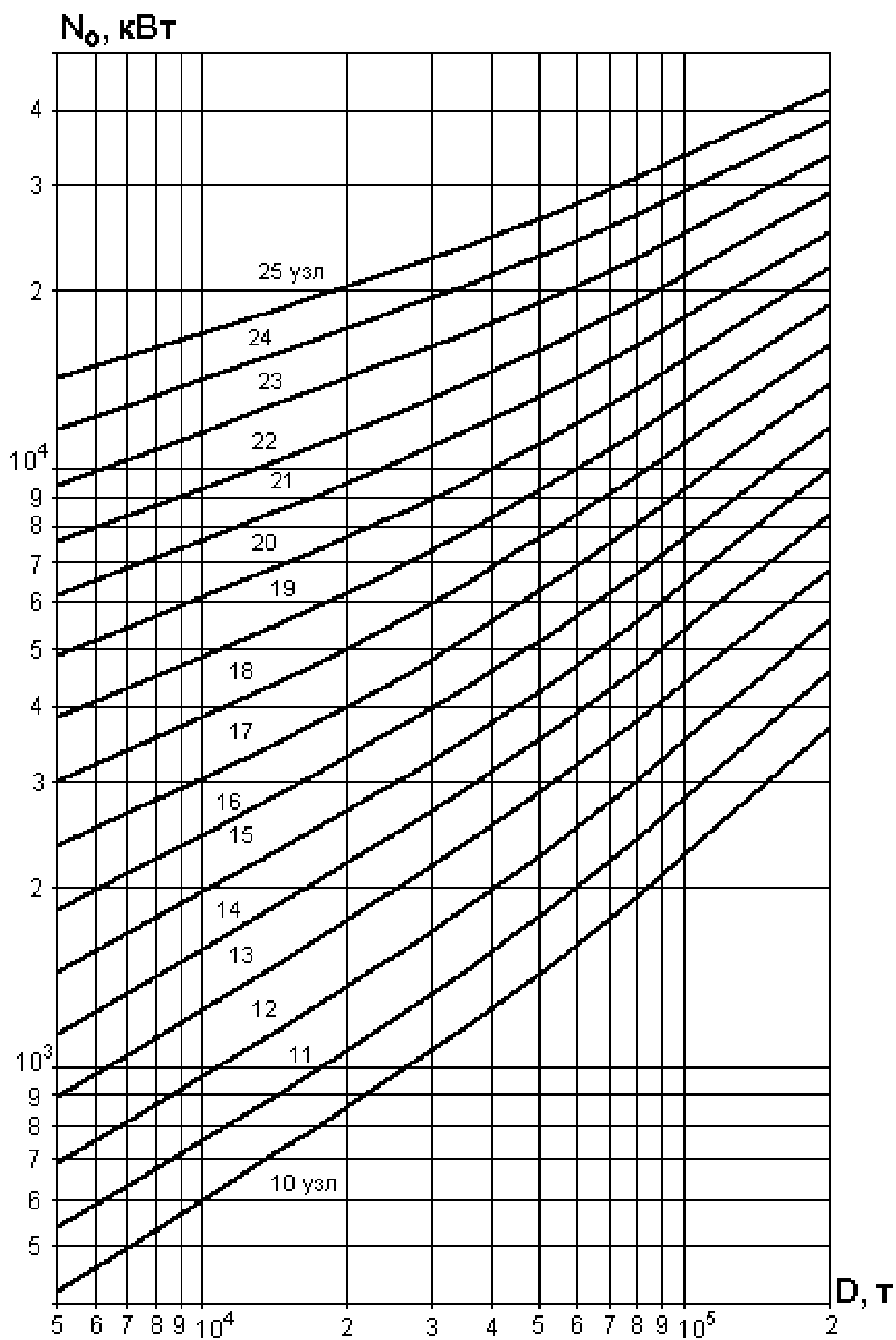


Рисунок 5.2 – График для визначення базової потужності

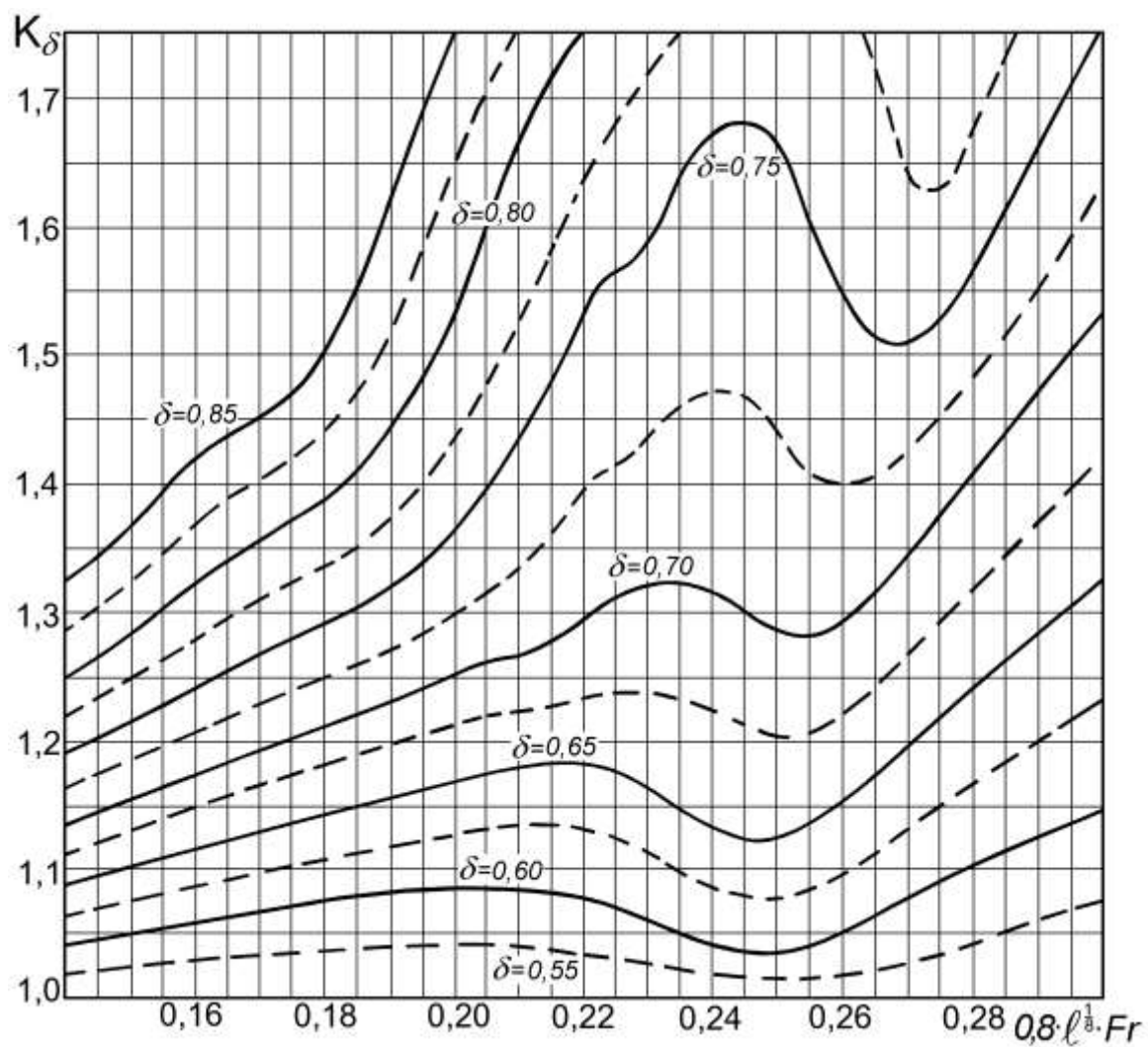


Рисунок 5.3 – Графік впливу коефіцієнта загальної повноти на буксирувальну потужність ($\delta = C_B$)

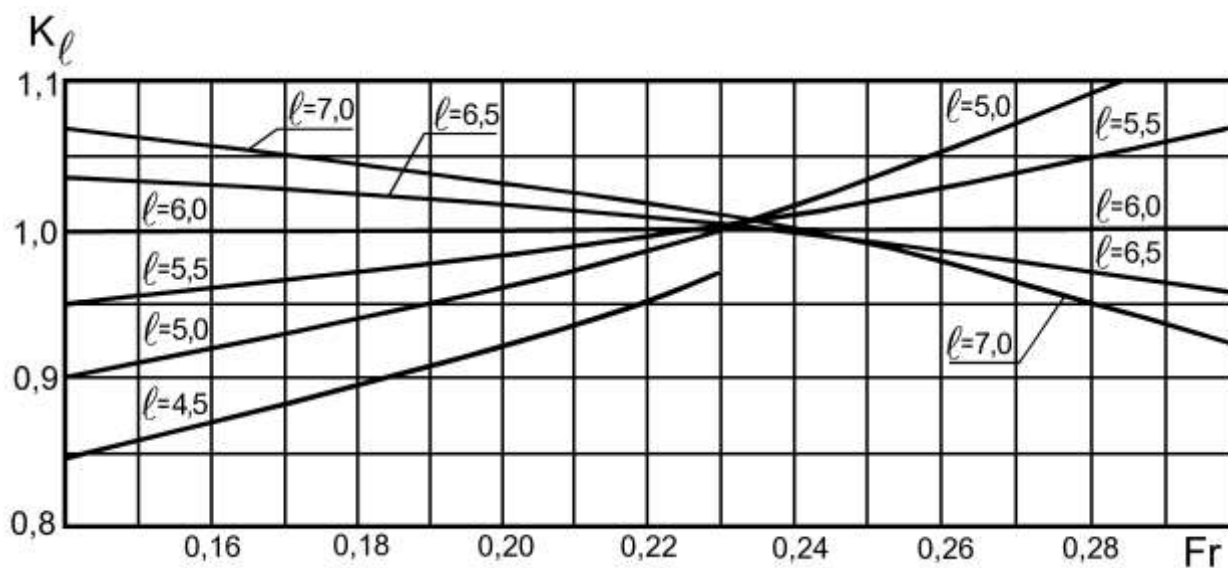


Рисунок 5.4 – Графік впливу коефіцієнта відносної довжини $l = L/\sqrt[3]{\nabla}$ на буксирувальну потужність

Швидкість руху судна в стани на видхид визначаемо за допомогою адмиралтейської формули:

$$N = \frac{D^{2/3} v^3}{C_A}$$

де C_A – адмиралтейський коефіцієнт.

Спочатку визначаемо адмиралтейський коефіцієнт вважаючи $v = 15.0$ вузл. що $D = 134015$ т. а потужність дорівнює 85% від номінальної що становить $N = 12138$ кВт. За цих умов адмиралтейський коефіцієнт становить $C_A = 298.5$. В стани на видхид $D = 116565$ т. тому швидкість дорівнює $v = 15.47$ вузл.

Тяга гребного гвинта визначається за умовами ривности гідродинамічного моменту на гвинти и моменту на валу головного двигуна з урахуванням втрат на тертя у підшипниках. коефіцієнта корисної дії редуктора и таке инше. що призводить до необхідности виришення ривняння видносно числа обертів для суден з гвинтами фиксованого кроку. або ривняння видносно крокового видношення суден з гвинтами регульованого кроку.

5.3.2 Практична оцінка додаткового опору на хвилюванні

У поточному роздили представлений спосіб розрахунку морехидних якостей суден з крейсерською кормою з використанням морехидних таблиць.

Таблиці розроблені під керівництвом проф. А. Лукакіса. Результати представлені у таблицях е показниками морехидности – стандартами вертикальної та кильової хитавици. моменту. що вигинає. прискорень у поперечних перетинах 0. 5. 10. 15. и 20. видносных перемищень и швидкостей. а також показників додаткового опору на зустрічному нерегулярному хвилюванні в залежности вид співвідношення головних

розмирих судна, швидкості руху і відносної висоти хвилі. Використані в роботі таблиці наведені нижче.

Діапазон припустимих значень співвідношень головних розмирих і коефіцієнта загальної повноти:

$$5.5 \leq L/B \leq 8.5 \qquad 2.0 \leq B/T \leq 4.0 \qquad 0.55 \leq C_B \leq 0.90$$

Залежно від співвідношень головних розмирих судна, числа Фруда ($Fr = \frac{v}{\sqrt{gL}}$) і відносної значної висоти хвилі (у долях довжини судна), за представленою нижче схемою інтерполяції, виконується визначення додаткового опору при русі на зустрічному нерегулярному хвилюванні.

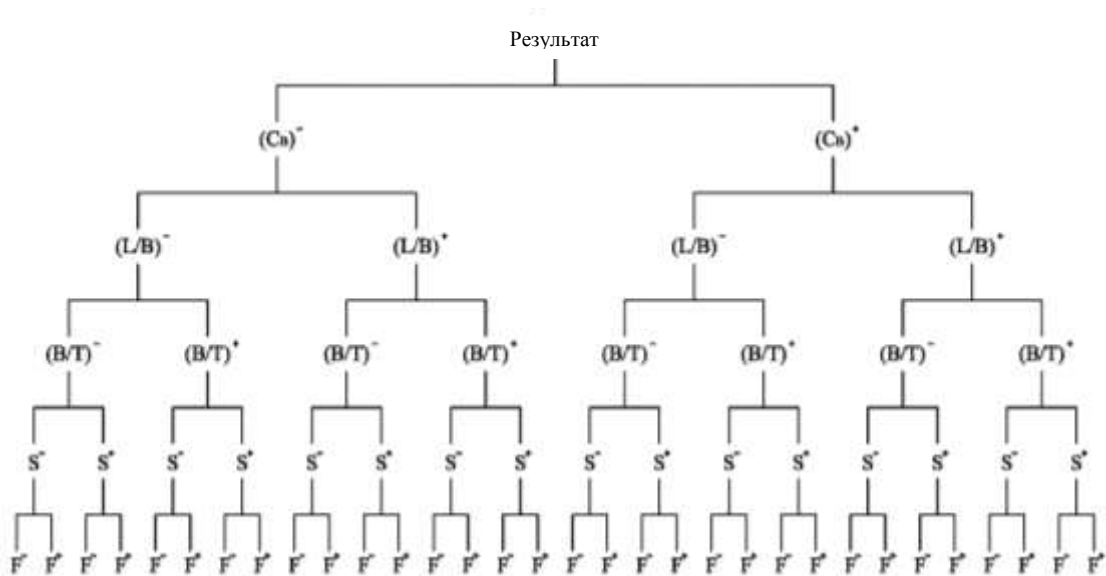


Рисунок 5.5 – Схема інтерполяції показників морехидності:

F – число Фруда; S – відносна висота хвилювання.

Для розрахунку додаткового опору використовуємо табл. 5.4 – 5.7, які приведені у статті проф. Лукакиса, за допомогою схеми інтерполяції рис. 5.5 отримаємо додатковий опір табл. 5.14, які діють на наше судно ($C_B = 0.637$; $L/B = 7.16$; $B/T = 2.76$). Табл. 5.4 – 5.7 представлені у повному обсязі. Дали у роботі буде наведено і використано тільки ті частини морехидних таблиць, в яких представлені прискорення.

Таблица 5.4 – Морехидна таблица судна з параметрами $C_B = 0.60$; $\frac{L}{B} = 7.0$

PR NO	CB=0.60 L/B=7.0 B/T=2 LCB=-0.5%										CB=0.60 L/B=7.0 B/T=3 LCB=-0.5%										CB=0.60 L/B=7.0 B/T=4 LCB=-0.5%									
	SIGNIFICANT WAVE HEIGHT/LBP										SIGNIFICANT WAVE HEIGHT/LBP										SIGNIFICANT WAVE HEIGHT/LBP									
	.015	.020	.025	.030	.040	.050	.075	.100			.015	.020	.025	.030	.040	.050	.075	.100			.015	.020	.025	.030	.040	.050	.075	.100		
HEAVE	10	10	25	40	55	80	107	171	215		8	17	27	38	63	98	154	220			7	15	24	35	58	84	109	215		
	15	10	11	50	69	101	129	194	256		9	21	34	47	73	109	164	229			8	17	28	40	64	90	116	221		
	20	10	11	55	79	119	151	219	280		9	25	41	57	85	113	178	242			9	20	33	46	72	99	124	229		
	25	0	26	57	85	134	169	244	305		9	27	46	65	98	126	193	256			9	21	38	53	81	109	174	239		
	30	5	22	58	86	143	184	265	332		9	27	49	71	108	140	209	272			8	24	42	59	90	119	186	250		
	10	37	83	128	168	230	278	359	409		36	73	108	140	194	237	312	362			32	64	96	126	177	218	292	342		
PITCH	15	30	77	125	169	238	292	379	432		34	75	114	149	207	253	331	382			32	67	102	134	187	230	306	357		
	20	24	69	118	164	241	297	391	448		31	73	115	153	215	264	346	398			31	67	104	138	195	239	318	369		
	25	21	61	110	159	240	301	400	459		26	69	113	154	219	270	356	410			28	66	105	140	199	246	326	378		
	30	16	49	104	154	244	304	409	472		23	65	109	151	221	274	363	419			25	64	104	141	202	250	333	386		
	10	44	83	118	148	187	216	255	274		54	95	128	155	196	223	260	279			57	97	131	158	198	225	263	282		
	15	42	83	121	154	202	234	279	301		56	100	138	169	214	245	285	305			60	105	142	172	216	245	285	305		
BENDING MOMENT	20	42	80	121	158	215	252	304	328		54	103	146	183	232	267	314	335			62	111	153	186	236	269	312	334		
	25	41	77	121	160	225	266	327	356		53	104	151	191	250	289	342	368			61	115	162	200	255	293	343	366		
	30	40	77	122	162	232	279	349	383		52	104	154	199	265	310	371	401			62	117	169	213	274	317	374	401		
	10	8	26	51	77	122	158	201	229		10	26	46	67	106	134	172	194			13	29	49	69	107	135	173	195		
	15	6	25	54	88	149	200	279	334		9	27	52	78	126	166	233	285			12	29	52	76	122	160	228	283		
	20	4	24	58	94	176	242	355	434		8	24	57	89	146	198	294	377			10	30	55	83	137	186	283	373		
ADDED RESIST.	25	3	16	54	99	200	279	430	537		7	28	61	100	173	238	360	462			9	30	60	95	160	220	340	447		
	30	2	13	50	100	223	315	505	634		6	28	65	110	200	279	426	547			8	31	65	107	182	254	397	522		
	10	345	857	1251	1583	1982	2289	2662	2832		457	829	1134	1370	1724	1950	2254	2405			437	754	1014	1228	1540	1748	2034	2182		
	15	361	885	1362	1771	2340	2729	3228	3471		498	988	1405	1725	2195	2510	2904	3091			511	938	1299	1574	1992	2262	2621	2797		
	20	317	838	1386	1881	2606	3066	3712	4005		487	1071	1587	2025	2591	2999	3518	3751			546	1080	1537	1893	2422	2773	3220	3436		
	25	278	763	1373	1929	2794	3337	4133	4400		447	1102	1705	2226	2935	3417	4066	4366			553	1172	1723	2184	2804	3247	3811	4067		
STA 0	30	231	669	1351	1946	2956	3579	4520	4967		419	1097	1766	2358	3220	3796	4567	4940			521	1224	1868	2424	3156	3678	4366	4681		
	10	230	512	756	967	1209	1408	1656	1774		264	486	670	809	1026	1168	1370	1481			260	446	599	726	917	1047	1241	1351		
	15	205	546	851	1117	1489	1737	2076	2250		298	591	846	1045	1338	1540	1805	1936			301	560	775	946	1205	1377	1615	1745		
	20	188	520	881	1215	1704	2019	2460	2668		284	653	979	1263	1618	1887	2234	2400			326	654	936	1161	1494	1721	2021	2176		
	25	159	459	884	1267	1879	2243	2809	3064		260	680	1068	1406	1876	2192	2635	2850			328	717	1067	1365	1760	2051	2433	2617		
	30	124	397	883	1283	1998	2440	3124	3459		249	680	1136	1510	2091	2482	3012	3279			307	756	1167	1532	2014	2357	2830	3056		
STA 5	10	115	248	367	470	596	717	874	971		103	182	255	319	430	516	669	772			112	178	236	294	393	475	628	711		
	15	116	326	504	661	873	1022	1245	1370		132	258	378	470	625	742	922	1014			123	223	316	395	510	632	808	922		
	20	125	356	590	808	1121	1335	1628	1786		140	337	508	664	855	1020	1245	1373			146	230	428	537	715	851	1059	1185		
	25	113	328	638	923	1363	1615	2020	2202		140	394	621	823	1106	1301	1595	1755			155	357	543	707	925	1107	1357	1502		
	30	84	283	683	986	1540	1861	2381	2645		149	427	704	957	1332	1592	1952	2152			155	415	650	865	1152	1368	1683	1855		
	10	199	363	501	604	783	952	1078	1184		167	278	377	467	608	713	888	995			158	256	342	427	560	663	836	941		
STA 10	15	207	453	662	842	1057	1227	1462	1582		199	356	490	601	784	911	1110	1231			171	295	406	509	670	792	991	1112		
	20	202	521	796	1012	1358	1586	1991	2061		232	453	645	800	1025	1196	1431	1564			202	369	516	639	842	985	1210	1344		
	25	199	525	871	1208	1669	1963	2375	2559		234	538	800	1027	1310	1524	1827	1981			235	461	660	823	1068	1251	1512	1660		
	30	166	462	941	1328	1970	2307	2858	3124		236	603	929	1210	1606	1878	2252	2457			246	545	808	1039	1330	1559	1879	2048		
	10	362	687	960	1169	1495	1703	1983	2127		347	607	822	1002	1267	1447	1701	1837			323	549	738	904	1149	1319	1566	1697		
	15	361	774	1132	1437	1810	2121	2463	2633		393	728	1007	1230	1571	1793	2097	2256			364	652	893	1097	1399	1605	1896	2050		
STA 15	20	333	839	1278	1647	2161	2505	2971	3208		425	840	1197	1481	1890	2180	2546	2728			409	765	1064	1307	1680	1925	2264	2440		
	25	325	844	1356	1852	2513	2962	3456	3806		415	932	1379	1763	2237	2589	3053	3267			445	877	1250	1548	1988	2294	2697	2889		
	30	277	748	1426	2005	2918	3398	4152	4501		403	1005	1532	1981	2605	3024	3585	3869			455	975	1433	1828	2321	2695	3181	3405		
	10	54	106	153	194	244	283	330	352		58	98	133	161	203	225	266	284			7	92	122	146	183	2				

Таблица 5.5 – Морехидна таблица судна з параметрами $C_B = 0.60$; $L/B = 8.5$

PR NO	CB=0.60 L/B=8.5 B/T=2 LCB=-0.5%										CB=0.60 L/B=8.5 B/T=3 LCB=-0.5%										CB=0.60 L/B=8.5 B/T=4 LCB=-0.5%									
	SIGNIFICANT WAVE HEIGHT/LBP										SIGNIFICANT WAVE HEIGHT/LBP										SIGNIFICANT WAVE HEIGHT/LBP									
	.015	.020	.025	.030	.040	.050	.075	.100			.015	.020	.025	.030	.040	.050	.075	.100			.015	.020	.025	.030	.040	.050	.075	.100		
HEAVE	10	11	22	34	45	70	95	160	225		8	15	25	35	59	89	150	216			8	14	23	33	56	82	147	213		
	15	12	29	46	61	87	114	177	240		9	19	30	41	66	92	157	222			8	16	26	37	61	86	151	217		
	20	11	34	55	75	107	134	199	261		11	24	37	50	76	102	167	232			9	19	30	42	67	92	158	223		
	25	12	36	60	84	123	156	222	283		11	28	44	60	88	115	180	243			10	22	35	48	74	101	166	230		
	30	11	32	62	91	138	174	245	306		10	30	49	68	100	128	194	257			10	23	40	55	83	110	175	239		
PITCH	10	43	87	128	162	221	265	341	390		36	70	103	133	184	226	299	349			31	62	93	121	171	211	284	334		
	15	39	87	133	174	238	287	367	418		37	75	112	145	200	243	318	368			33	66	99	129	181	223	297	347		
	20	33	92	131	176	245	299	385	438		36	77	117	152	211	257	335	385			33	69	104	136	190	233	309	359		
	25	27	76	126	173	249	304	397	452		33	76	118	157	218	267	347	399			32	69	106	140	196	241	318	369		
	30	24	70	120	169	248	309	405	464		29	71	117	159	222	273	357	410			30	69	107	142	200	247	326	378		
BENDING MOMENT	10	43	77	105	127	161	183	213	228		48	80	108	130	161	185	216	232			49	82	110	132	165	188	219	235		
	15	42	79	112	134	174	200	234	250		51	87	118	142	178	201	233	249			52	88	118	142	177	201	233	249		
	20	40	80	115	145	187	215	255	273		52	92	127	154	194	220	255	272			55	95	128	154	193	218	252	269		
	25	40	78	115	148	197	230	274	296		51	95	133	165	208	239	279	297			56	100	137	166	209	237	275	293		
	30	40	76	115	151	207	242	294	317		50	96	138	174	223	256	302	323			57	104	145	178	225	257	299	319		
RESIST.	10	7	21	38	54	84	106	135	151		9	21	36	50	77	96	122	137			11	24	38	53	80	99	125	139		
	15	6	22	44	68	108	141	193	229		9	23	40	58	92	119	165	203			11	24	41	58	92	118	167	206		
	20	5	24	51	82	131	175	251	307		8	24	45	66	107	142	208	268			10	25	44	64	104	138	208	273		
	25	4	22	52	89	154	213	311	382		7	25	50	79	128	173	258	330			9	26	48	73	120	162	248	326		
	30	4	20	52	96	177	251	371	457		6	26	56	92	149	205	309	391			9	27	53	81	136	187	288	379		
STA 0	10	535	984	1361	1619	2045	2295	2614	2769		488	824	1101	1323	1642	1851	2142	2285			465	757	994	1195	1488	1684	1960	2098		
	15	534	1125	1611	2050	2548	2933	3380	3578		596	1077	1472	1764	2206	2481	2842	3017			561	969	1307	1565	1951	2202	2547	2712		
	20	483	1165	1767	2278	2960	3419	4018	4292		646	1259	1773	2157	2734	3106	3565	3779			647	1178	1620	1953	2456	2775	3194	3395		
	25	434	1136	1815	2417	3268	3820	4563	4904		649	1368	1997	2510	3183	3667	4259	4518			696	1347	1897	2374	2944	3349	3861	4102		
	30	398	1069	1817	2500	3502	4164	5051	5463		599	1421	2157	2787	3584	4157	4891	5218			723	1471	2125	2651	3186	3894	4527	4808		
STA 5	10	310	583	806	959	1224	1380	1588	1694		287	485	646	777	970	1101	1293	1403			279	448	586	705	881	1005	1193	1297		
	15	314	685	1002	1272	1576	1832	2126	2262		350	640	877	1054	1327	1501	1739	1865			335	577	773	934	1170	1329	1556	1681		
	20	277	727	1120	1454	1900	2195	2602	2796		392	761	1080	1319	1683	1923	2231	2378			384	710	975	1185	1498	1702	1980	2126		
	25	259	718	1166	1567	2145	2523	3027	3274		384	841	1246	1578	2000	2323	2717	2902			418	823	1164	1427	1827	2090	2432	2605		
	30	238	663	1174	1653	2354	2804	3432	3717		350	884	1360	1775	2300	2674	3177	3411			434	906	1324	1665	2133	2474	2898	3099		
STA 10	10	132	235	332	395	526	615	761	861		127	191	252	310	408	489	641	741			133	152	204	257	388	465	617	716		
	15	166	350	511	645	806	960	1138	1244		144	251	348	428	566	667	842	951			144	231	308	381	502	598	770	882		
	20	160	441	672	878	1126	1308	1570	1705		181	347	501	610	803	940	1143	1264			160	292	408	505	668	787	984	1108		
	25	169	492	783	1040	1414	1663	1997	2143		197	438	655	838	1065	1266	1514	1652			193	374	544	671	885	1040	1271	1408		
	30	171	484	843	1194	1679	2003	2441	2648		190	515	792	1045	1351	1586	1914	2083			213	457	681	865	1124	1327	1609	1764		
STA 15	10	212	352	469	569	718	825	996	1103		194	300	388	474	608	711	881	982			182	280	362	445	574	674	842	942		
	15	265	476	650	770	996	1133	1331	1448		210	346	464	571	735	856	1054	1173			197	314	415	514	670	788	984	1100		
	20	279	591	851	1077	1320	1533	1795	1923		254	447	608	736	951	1093	1315	1447			214	362	490	610	795	932	1155	1288		
	25	266	683	1028	1310	1699	1944	2303	2487		303	571	798	969	1240	1432	1689	1933			254	454	624	765	996	1156	1404	1551		
	30	276	726	1139	1527	2023	2406	2838	3070		313	680	992	1262	1566	1822	2150	2312			301	563	798	975	1263	1463	1746	1906		
STA 20	10	426	740	993	1195	1489	1681	1942	2080		382	626	824	996	1247	1418	1665	1793			357	573	751	912	1148	1313	1553	1677		
	15	473	883	1220	1466	1874	2117	2438	2601		440	761	1022	1240	1555	1766	2059	2212			407	684	912	1111	1401	1600	1884	2030		
	20	482	1000	1441	1811	2243	2600	3006	3192		498	906	1239	1501	1902	2155	2498	2675			454	799	1083	1323	1674	1910	2239	2410		
	25	440	1091	1638	2088	2594	3069	3619	3870		552	1052	1473	1788	2283	2606	3010	3210			512	936	1285	1565	1991	2269	2645	2840		
	30	443	1148	1771	2335	3061	3632	4250	4590		553	1176	1706	2157	2677	3099	3600	3826			568	1080	1511	1840	2357	2692	3126	3343		
STA 1	10	62	109	150	181	230	260	299	318		59	95	126	151	188	217	246	263			57	89	117	140	173	196	228	243		
	15	56	111	161	204	256	297	346	368		59	102	138	168	212	241	278	297			58	94	126	152	191	216	251	268		
	20	51	107	162	210	276	321	381	409		57	104	146	181	231															

Таблица 5.6 – Морехидна таблица судна з параметрами $C_B = 0.65$; $L/B = 7.0$

PR NO	CB=0.65 L/B=7.0 B/T=2 LCB=+0.5%										CB=0.65 L/B=7.0 B/T=3 LCB=+0.5%										CB=0.65 L/B=7.0 B/T=4 LCB=+0.5%									
	SIGNIFICANT WAVE HEIGHT/LBP										SIGNIFICANT WAVE HEIGHT/LBP										SIGNIFICANT WAVE HEIGHT/LBP									
	.015	.020	.025	.030	.040	.050	.075	.100			.015	.020	.025	.030	.040	.050	.075	.100			.015	.020	.025	.030	.040	.050	.075	.100		
HEAVE	10	9	23	31	51	76	103	161	212		7	15	25	36	60	85	151	217			7	13	22	32	56	81	147	213		
	15	9	28	46	64	96	124	189	252		8	19	31	44	64	95	161	226			7	15	26	37	61	87	153	219		
	20	9	28	51	74	113	145	213	275		8	23	38	54	81	108	174	238			7	18	31	43	69	95	161	226		
	25	7	24	53	80	128	163	238	300		8	25	43	61	93	122	189	253			7	21	35	50	78	105	171	236		
	30	4	21	54	81	136	178	260	326		8	25	46	67	104	136	204	268			7	22	39	55	86	115	182	248		
	10	34	76	118	156	216	261	341	392		32	67	101	131	184	226	300	350			29	59	90	119	169	210	283	313		
BENDING PITCH	15	28	72	117	160	225	277	361	414		31	68	106	140	196	241	318	369			29	62	95	126	178	221	296	346		
	20	23	66	113	156	229	284	375	431		28	67	107	144	203	251	332	384			28	62	97	130	185	229	306	357		
	25	20	58	105	154	233	291	388	444		23	64	106	145	208	257	342	395			25	61	98	132	189	235	314	366		
	30	14	46	102	151	239	297	400	463		21	60	103	144	211	263	350	406			22	59	97	133	192	239	321	374		
	10	47	91	131	166	232	246	294	317		58	102	139	170	236	247	290	313			60	104	141	171	236	246	290	317		
	15	45	90	134	172	229	268	322	350		59	108	151	185	236	272	319	343			64	112	153	186	236	269	315	338		
BENDING MOMENT	20	44	86	132	175	243	286	350	380		57	110	158	199	256	296	351	377			65	118	164	202	257	295	345	370		
	25	42	82	132	176	251	300	374	409		55	111	163	208	275	320	383	413			64	122	173	217	278	321	379	407		
	30	42	82	131	176	256	312	396	437		55	110	166	215	281	343	414	449			63	124	181	229	299	347	413	445		
	10	7	25	50	76	123	158	205	231		10	26	47	68	110	139	179	204			13	30	51	73	115	145	186	210		
	15	6	25	54	88	151	203	286	344		9	27	52	79	129	171	243	300			12	30	51	79	128	169	243	306		
	20	4	24	57	100	180	249	368	457		8	28	57	90	148	203	307	397			10	29	55	84	141	193	300	401		
ADDED RESIST.	25	3	18	54	100	204	287	448	563		7	27	60	100	176	246	376	487			9	30	60	96	164	228	359	479		
	30	2	12	50	100	227	325	528	658		5	27	64	111	204	288	446	577			8	30	65	108	187	262	419	558		
	10	346	753	1107	1406	1788	2065	2424	2588		401	738	1020	1239	1572	1788	2083	2231			388	680	920	1122	1418	1618	1897	2043		
	15	316	779	1212	1590	2103	2472	2940	3170		437	873	1252	1557	1992	2291	2676	2855			444	836	1162	1428	1821	2081	2427	2603		
	20	275	742	1241	1688	2359	2781	3388	3672		420	945	1421	1820	2352	2717	3231	3462			480	955	1374	1713	2206	2541	2982	3188		
	25	245	682	1232	1743	2538	3046	3793	4130		386	971	1521	2001	2666	3118	3737	4027			474	1033	1546	1972	2552	2974	3516	3769		
STA 0	30	200	593	1222	1769	2704	3285	4167	4595		364	966	1577	2125	2930	3472	4205	4562			445	1077	1666	2180	2874	3362	4024	4332		
	10	192	441	661	889	1078	1259	1497	1616		229	428	593	725	929	1065	1261	1373			231	399	539	659	839	964	1154	1264		
	15	176	469	742	983	1321	1557	1875	2042		253	515	748	935	1204	1396	1654	1784			261	494	691	851	1095	1260	1493	1622		
	20	158	443	770	1070	1523	1810	2228	2428		238	567	866	1123	1459	1707	2043	2208			282	572	831	1042	1351	1569	1865	2015		
	25	133	394	775	1119	1679	2019	2553	2794		221	590	940	1249	1691	1988	2410	2621			275	625	948	1223	1593	1869	2238	2422		
	30	104	344	777	1138	1790	2208	2850	3170		211	586	982	1347	1888	2255	2762	3018			258	657	1031	1366	1825	2146	2602	2876		
STA 5	10	97	214	327	426	545	660	819	918		91	160	228	287	395	480	635	734			102	160	236	270	366	447	600	704		
	15	102	290	455	601	805	950	1168	1295		111	226	335	426	570	685	867	981			107	196	282	356	486	588	764	880		
	20	111	316	537	742	1045	1251	1517	1681		119	294	457	605	790	946	1171	1301			123	255	380	487	656	787	996	1124		
	25	97	288	584	849	1274	1513	1913	2087		123	352	561	752	1027	1216	1505	1666			132	319	489	646	855	1029	1279	1426		
	30	71	253	627	907	1433	1751	2263	2525		133	380	642	882	1244	1499	1851	2047			134	370	589	790	1073	1278	1590	1764		
	10	191	354	494	600	777	900	1071	1183		161	269	364	453	593	699	874	981			157	252	335	419	551	651	826	932		
STA 10	15	195	446	659	844	1064	1231	1478	1602		190	343	477	585	770	898	1098	1219			165	285	394	495	655	777	977	1094		
	20	193	509	787	1031	1370	1606	1919	2092		218	437	630	791	1011	1186	1426	1559			192	354	500	622	823	968	1195	1331		
	25	186	499	857	1202	1689	1980	2413	2599		218	520	781	1008	1301	1513	1824	1984			220	441	640	806	1047	1232	1497	1646		
	30	151	435	828	1309	1965	2347	2892	3177		223	579	903	1188	1589	1871	2249	2458			228	521	792	1013	1309	1536	1862	2034		
	10	342	655	920	1121	1443	1649	1926	2064		324	567	770	945	1204	1381	1635	1771			309	522	699	861	1101	1268	1516	1687		
	15	337	752	1111	1421	1789	2076	2445	2614		364	682	951	1166	1501	1720	2023	2182			340	610	839	1038	1334	1537	1828	1982		
STA 15	20	316	822	1262	1637	2162	2518	2986	3231		394	795	1144	1428	1823	2113	2481	2662			378	734	1003	1238	1603	1847	2186	2362		
	25	305	808	1335	1851	2551	2994	3605	3860		381	884	1328	1708	2143	2529	2994	3217			415	821	1184	1482	1865	2211	2615	2810		
	30	253	702	1417	1991	2938	3434	4226	4604		375	958	1477	1926	2551	2980	3540	3831			413	917	1364	1753	2241	2613	3098	3327		
	10	52	98	141	178	226	261	306	326		55	92	124	150	189	215	240	264			55	87	114	138	172	195	226	241		

Таблица 5.7 – Морехидна таблица судна з параметрами $C_B = 0.65$; $L/B = 8.5$

PR NO	CB=0.65 L/B=8.5 B/T=2 LCB=+0.5%										CB=0.65 L/B=8.5 B/T=3 LCB=+0.5%										CB=0.65 L/B=8.5 B/T=4 LCB=+0.5%										
	SIGNIFICANT WAVE HEIGHT/LBP										SIGNIFICANT WAVE HEIGHT/LBP										SIGNIFICANT WAVE HEIGHT/LBP										
	.015	.020	.025	.030	.040	.050	.075	.100			.015	.020	.025	.030	.040	.050	.075	.100			.015	.020	.025	.030	.040	.050	.075	.100			
NEAVE	10	9	19	30	41	66	93	156	222		7	14	23	33	56	82	147	214			7	13	21	31	54	79	145	211			
	15	11	27	42	57	82	109	171	237		8	17	27	38	63	88	154	220			7	14	24	34	58	83	149	215			
	20	10	31	51	70	101	129	193	256		9	21	34	47	72	98	163	228			8	17	28	39	64	89	155	220			
	25	11	32	56	79	118	149	216	278		9	25	41	57	84	111	176	240			8	20	32	45	71	97	162	227			
	30	10	29	58	86	133	167	239	309		9	27	46	64	95	124	190	253			8	22	37	52	79	106	172	236			
	35	10	39	80	118	151	208	251	325	375		32	64	96	125	176	216	290	339			29	58	88	115	164	204	276	326		
PITCH	15	36	81	124	162	224	272	351	401		33	69	105	136	190	232	307	357			30	61	93	123	173	214	288	338			
	20	31	77	124	167	232	284	369	421		33	71	109	143	200	245	322	373			30	63	97	128	181	223	299	349			
	25	25	72	121	165	239	291	381	437		30	70	111	147	207	254	334	385			29	64	99	132	187	231	308	359			
	30	23	67	116	164	240	300	393	450		26	64	110	150	211	260	344	396			27	63	100	134	190	236	315	366			
	35	27	84	116	141	181	206	243	263		51	87	117	142	178	204	240	258			51	87	118	143	179	205	240	259			
	40	45	87	124	156	196	227	268	288		54	94	128	155	196	222	260	279			55	94	127	154	193	219	256	275			
BENDING MOMENT	20	43	87	127	161	211	244	291	315		55	99	138	168	213	244	285	305			58	101	138	167	210	239	278	297			
	25	43	84	126	164	222	260	313	339		54	102	145	181	230	265	311	333			59	107	148	180	228	260	303	324			
	30	42	81	125	166	231	272	334	363		52	103	149	189	245	284	337	362			59	110	155	192	245	282	330	353			
	35	7	20	37	53	85	107	136	153		10	22	37	53	82	102	131	147			12	25	41	57	87	108	137	154			
	40	5	6	22	44	64	108	142	196	235		9	23	41	59	95	124	174	216			11	25	43	61	97	127	181	226		
	45	5	24	51	82	132	178	257	317		8	23	44	66	108	145	218	284			10	25	45	66	108	146	224	299			
ADDED RESIST.	25	4	22	51	90	157	218	322	397		7	25	50	79	130	178	269	349			9	26	49	74	123	169	264	353			
	30	3	19	52	97	182	259	387	477		6	26	56	92	152	210	321	413			8	27	53	82	139	193	304	407			
	35	467	875	1213	1454	1847	2086	2394	2545		436	748	1007	1209	1511	1712	1995	2135			425	694	913	1105	1383	1572	1842	1978			
	40	464	995	1451	1812	2307	2660	3088	3277		523	960	1322	1597	2014	2278	2627	2799			502	874	1186	1431	1798	2040	2370	2538			
	45	426	1033	1503	2052	2672	3114	3670	3934		570	1117	1586	1952	2486	2842	3292	3496			564	1052	1459	1775	2250	2557	2964	3161			
	50	378	1009	1632	2182	2979	3480	4187	4509		560	1212	1795	2268	2897	3357	3921	4178			615	1197	1700	2098	2687	3076	3580	3811			
STATION	30	352	960	1642	2270	3193	3816	4651	5045		518	1260	1932	2514	3268	3802	4505	4823			623	1302	1916	2404	3087	3577	4184	4464			
	35	247	504	710	851	1095	1245	1448	1558		256	436	582	705	888	1013	1201	1310			253	408	535	648	815	934	1118	1222			
	40	263	594	883	1126	1411	1642	1927	2063		302	565	779	946	1204	1370	1602	1727			297	517	697	849	1072	1224	1447	1571			
	45	238	631	982	1285	1695	1976	2356	2546		335	668	959	1185	1519	1753	2048	2194			334	628	873	1068	1364	1560	1830	1975			
	50	221	619	1024	1391	1928	2274	2754	2987		323	735	1104	1414	1808	2108	2491	2674			366	723	1037	1286	1658	1910	2249	2416			
	55	202	572	1037	1470	2120	2535	3131	3405		297	772	1204	1583	2093	2430	2913	3143			367	794	1183	1501	1935	2257	2671	2872			
ACCELERATIONS	10	115	203	292	349	475	564	714	814		119	179	234	288	382	462	613	715			127	182	228	280	367	444	594	694			
	15	141	309	457	587	735	882	1062	1170		123	220	311	385	518	617	790	904			131	209	282	349	465	560	732	846			
	20	140	395	609	798	1041	1213	1469	1608		155	304	446	552	732	868	1071	1195			140	257	365	456	612	729	927	1053			
	25	152	440	713	957	1316	1557	1884	2065		166	395	590	768	982	1172	1421	1562			166	329	486	608	810	963	1195	1334			
	30	151	428	772	1104	1577	1882	2315	2516		165	462	721	955	1258	1678	1803	1975			180	405	613	794	1036	1239	1514	1672			
	35	202	338	452	551	700	807	980	1086		194	296	380	467	598	700	870	971			188	284	359	442	569	667	836	936			
RELATIVE MOTIONS	15	255	465	642	766	988	1132	1332	1448		202	333	448	554	716	838	1037	1156			196	309	407	506	658	776	972	1088			
	20	262	581	808	1080	1328	1541	1814	1945		242	430	589	715	932	1075	1298	1431			206	349	474	592	776	914	1137	1271			
	25	254	670	1018	1304	1708	1965	2329	2522		285	550	778	957	1220	1417	1679	1823			242	435	603	742	973	1133	1383	1531			
	30	263	699	1118	1523	2042	2427	2880	3107		290	657	968	1242	1552	1805	2142	2308			283	544	772	953	1234	1478	1725	1987			
	35	395	691	931	1127	1411	1599	1858	1996		369	598	780	949	1193	1361	1609	1736			348	554	721	879	1109	1272	1511	1636			
	40	450	846	1175	1412	1815	2058	2375	2537		410	712	959	1171	1477	1685	1978	2131			390	651	863	1060	1342	1538	1822	1969			
RELATIVE VELOCITIES	20	451	973	1417	1800	2218	2574	2990	3173		463	851	1171	1423	1818	2068	2409	2586			425	749	1019	1253	1595	1828	2157	2328			
	25	416	1072	1622	2071	2697	3080	3634	3900		513	996	1409	1725	2199	2526	2931	3130			473	874	1212	1482	1902	2176	2551	2746			
	30	424	1115	1744	2338	3089	3674	4314	4645		514	1121	1643	2096	2610	3074	3535	3763			513	1012	1432	1757	2256	2594	3036	3246			
	35	58	102	139	168	213	242	278	295		56	90	118	142	176	199	231	246			55	85	110	131	163	194					

Таблица 5.8 – Морехидна таблица судна з параметрами $C_B = 0.60$; $L/B = 7.0$; $B/T = 2.76$

	<i>Fr.</i> %	<i>L/B</i> = 7.0		<i>B/T</i> = 2.76				<i>C_B</i> = 0.60	
		SIGNIFICANT WAVE HEIGHT / LBP							
		0.015	0.020	0.025	0.030	0.040	0.050	0.075	0.100
ADDED RESISTANCE	10	9.5	26.0	47.2	69.4	109.8	139.8	179.4	202.4
	15	8.3	26.5	52.5	80.4	131.5	174.2	244.0	296.8
	20	7.0	27.8	57.2	91.4	153.2	208.6	308.6	391.9
	25	6.0	25.6	59.3	99.8	179.5	247.8	376.8	480.0
	30	5.0	24.4	61.4	107.6	205.5	287.6	445.0	567.9

Таблица 5.9 – Морехидна таблица судна з параметрами $C_B = 0.60$; $L/B = 8.5$; $B/T = 2.76$

	<i>Fr.</i> %	<i>L/B</i> = 8.5		<i>B/T</i> = 2.76				<i>C_B</i> = 0.60	
		SIGNIFICANT WAVE HEIGHT / LBP							
		0.015	0.020	0.025	0.030	0.040	0.050	0.075	0.100
ADDED RESISTANCE	10	8.5	21.0	36.5	51.0	78.9	98.4	125.1	140.4
	15	8.3	22.8	41.0	60.4	95.8	124.3	171.7	209.2
	20	7.3	24.0	46.4	69.8	112.8	149.9	218.3	277.4
	25	6.3	24.3	50.5	81.4	134.2	182.6	270.7	342.5
	30	5.5	24.6	55.0	93.0	155.7	216.0	323.1	406.8

Таблица 5.10 – Морехидна таблица судна з параметрами $C_B = 0.60$; $L/B = 7.16$; $B/T = 2.76$

	<i>Fr.</i> %	<i>L/B</i> = 7.16		<i>B/T</i> = 2.76			<i>C_B</i> = 0.60		
		SIGNIFICANT WAVE HEIGHT / LBP							
		0.015	0.020	0.025	0.030	0.040	0.050	0.075	0.100
ADDED RESISTANCE	10	9.4	25.5	46.1	67.4	106.5	135.3	173.6	195.8
	15	8.3	26.1	51.3	78.3	127.7	168.8	236.3	287.4
	20	7.1	27.4	56.1	89.1	148.9	202.3	299.0	379.7
	25	6.1	25.5	58.4	97.8	174.7	240.9	365.5	465.3
	30	5.1	24.4	60.7	106.0	200.2	280.0	432.0	550.7

Таблица 5.11 – Морехидна таблица судна з параметрами $C_B = 0.65$; $L/B = 7.0$; $B/T = 2.76$

	Fr.%	L/B= 7.0		B/T= 2.76				C _B = 0.65	
		SIGNIFICANT WAVE HEIGHT / LBP							
		0.015	0.020	0.025	0.030	0.040	0.050	0.075	0.100
ADDED RESISTANCE	10	9.3	25.8	49.4	69.9	113.1	141.3	183.0	210.5
	15	8.3	26.5	52.5	81.2	134.3	178.7	253.3	310.6
	20	7.0	27.0	57.0	92.4	155.7	214.0	321.6	411.4
	25	6.0	24.8	58.6	100.0	182.7	255.8	393.3	505.2
	30	4.3	23.4	60.6	108.4	209.5	296.9	465.7	598.8

Таблица 5.12 – Морехидна таблица судна з параметрами $C_B = 0.65$; $L/B = 8.5$; $B/T = 2.76$

	Fr.%	L/B= 8.5		B/T= 2.76			C _B = 0.65		
		SIGNIFICANT WAVE HEIGHT / LBP							
		0.015	0.020	0.025	0.030	0.040	0.050	0.075	0.100
ADDED RESISTANCE	10	9.3	21.5	41.8	53.0	82.7	103.2	132.2	148.4
	15	8.3	22.8	41.7	61.4	98.1	128.3	179.3	220.6
	20	7.3	23.2	45.7	69.8	113.8	152.9	227.4	291.9
	25	6.3	24.3	50.2	81.6	136.5	187.6	281.7	360.5
	30	5.3	24.3	55.0	93.2	159.2	221.8	336.8	428.4

Таблица 5.13 – Морехидна таблица судна з параметрами $C_B = 0.65$; $L/B = 7.16$; $B/T = 2.76$

	<i>Fr.</i> %	<i>L/B</i> = 7.16		<i>B/T</i> = 2.76				<i>C_B</i> = 0.65	
		SIGNIFICANT WAVE HEIGHT / LBP							
		0.015	0.020	0.025	0.030	0.040	0.050	0.075	0.100
RESISTANCE	10	9.4	25.5	46.1	67.4	106.5	135.3	173.6	195.8
	15	8.3	26.1	51.3	78.3	127.7	168.8	236.3	287.4

	20	7.1	27.4	56.1	89.1	148.9	202.3	299.0	379.7
	25	6.1	25.5	58.4	97.8	174.7	240.9	365.5	465.3
	30	5.1	24.4	60.7	106.0	200.2	280.0	432.0	550.7

Таблиця 5.14 – Морехидна таблиця судна з параметрами $C_B = 0.637$; $L/B = 7.16$; $B/T = 2.76$

	Fr. %	$L/B = 7.16$ $B/T = 2.76$ $C_B = 0.637$							
		SIGNIFICANT WAVE HEIGHT / LBP							
		0.015	0.020	0.025	0.030	0.040	0.050	0.075	0.100
ADDED RESISTANCE	10	9.3	25.3	47.9	67.9	109.0	136.7	176.5	201.8
	15	8.3	26.1	51.3	78.8	129.7	172.1	243.1	297.4
	20	7.1	26.8	55.9	89.8	150.6	206.2	308.3	393.7
	25	6.1	25.0	57.9	98.0	177.0	246.6	377.2	483.4
	30	4.6	23.7	60.2	106.6	203.1	286.6	446.7	572.9

Таблиця 5.15 – Залежність додаткового опору судна від інтенсивності хвилювання $h_{3\%}$ і швидкості руху V_s , кН

Fr/V_s -/вузл.	Висота хвиль $h_{3\%}$, м							
	5.76	7.68	9.60	11.52	15.36	19.20	28.80	38.40
0.10/10.3	220.4	599.8	1134.1	1607.5	2579.3	3235.3	4177.0	4774.0
0.15/15.5	195.9	618.0	1214.1	1865.7	3069.3	4073.2	5751.1	7037.9
0.20/20.6	167.2	634.9	1321.9	2123.9	3563.5	4878.1	7295.1	9315.9
0.25/25.8	143.5	590.5	1368.9	2318.3	4187.4	5834.0	8926.2	11438.9
0.30/30.9	108.1	561.7	1424.9	2521.3	4806.3	6780.5	10570.6	13554.8

Таблиця 5.16 – Залежність додаткового опору судна від стану моря при $h_{3\%} = 1$ м і швидкості руху V_s , кН

V_s вузл.	Стан моря							
	1	2	3	4	5	5	7	8
10.3	6.64	10.17	12.31	12.11	10.93	8.78	5.04	3.24
15.5	5.91	10.48	13.17	14.06	13.01	11.05	6.93	4.77

20.6	5.04	10.76	14.34	16.00	15.10	13.23	8.80	6.32
25.8	4.33	10.01	14.85	17.47	17.75	15.83	10.76	7.76
30.9	3.26	9.52	15.46	19.00	20.37	18.39	12.74	9.19

5.3.3 Оцінка гранично допустимого стану моря при руси з заданою швидкістю

Гранично допустимий стан моря визначаємо з умов повного використання експлуатаційної потужності головного двигуна (ГД). Експлуатаційна потужність приймається рівний 85% максимальної тривалої потужності становить 48535 кВт.

Залежність потужності яка споживається ГД при руси з різними швидкостями та експлуатаційної потужності яки визначають швидкість руху на тихій воді наведена на рис. 5.6. Різниця між експлуатаційною та споживаною потужностями є резервом який може бути витраченим на подолання додаткового витрового і хвильового опору.

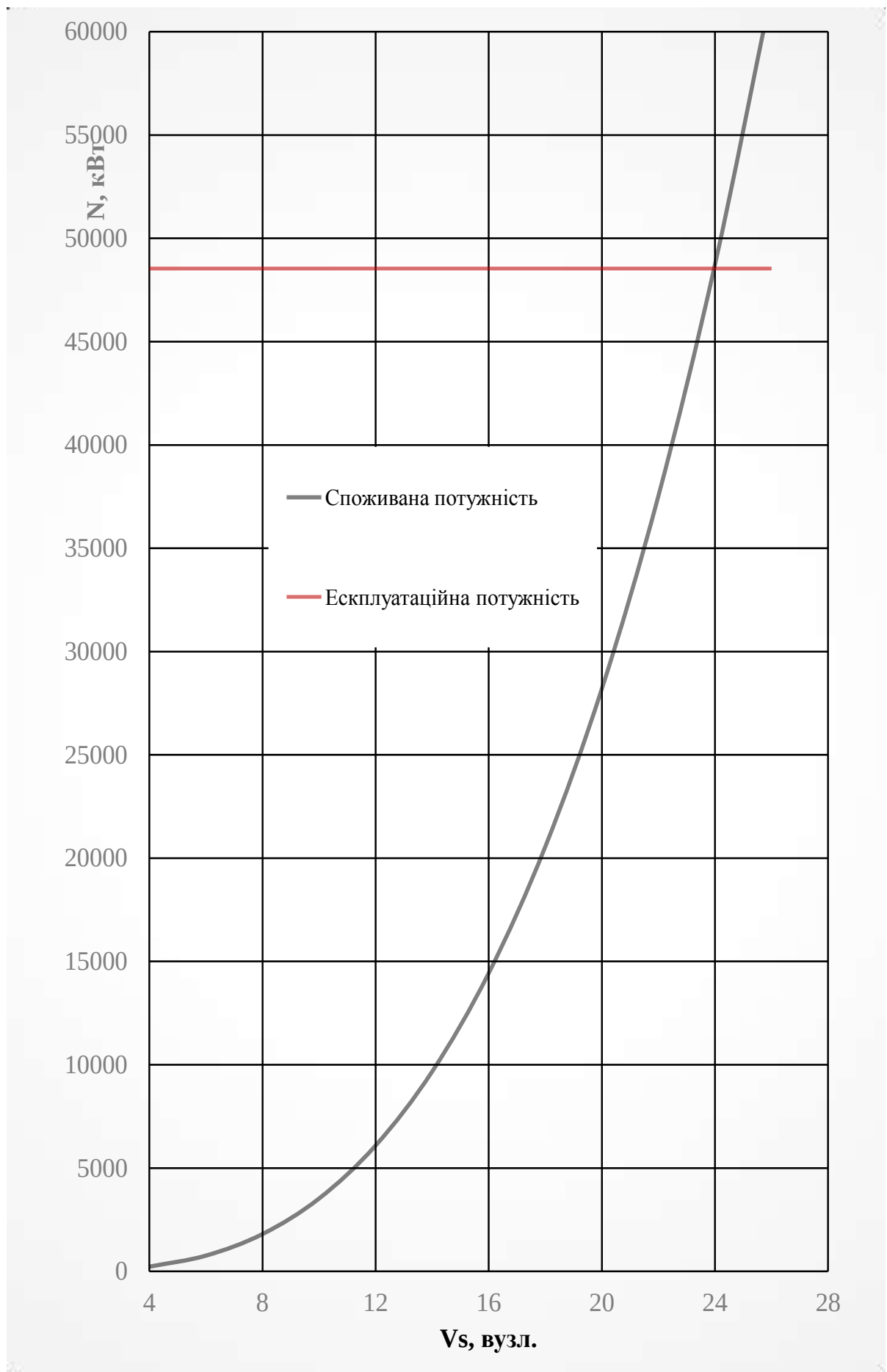


Рисунок 5.6 – Визначення резерву потужності ГД

Оскільки додаткова потужність яка потрібна для подолання середнього додаткового опору при русі на нерегулярному хвилюванні $\bar{R}_{AW}$ пропорційна квадрату висоти хвиль $h_{3\%}^2$, вона розраховувалася за формулою: $\bar{N}_{AW} = h_{3\%}^2 \cdot \bar{r}_{AW} \cdot v$. Результати відповідних розрахунків наведені в табл. 5.17. Падиння швидкості на хвилюванні представлено на рис. 5.7

Таблиця 5.17 – Залежність додаткової буксирувальної потужності судна від стану моря при $h_{3\%} = 1$ м і швидкості руху V_s , кВт

V_s , вузл.	Стан моря							
10.3	6.64	10.17	12.31	12.11	10.93	8.78	5.04	3.24
15.5	5.91	10.48	13.17	14.06	13.01	11.05	6.93	4.77
20.6	5.04	10.76	14.34	16.00	15.10	13.23	8.80	6.32
25.8	4.33	10.01	14.85	17.47	17.75	15.83	10.76	7.76

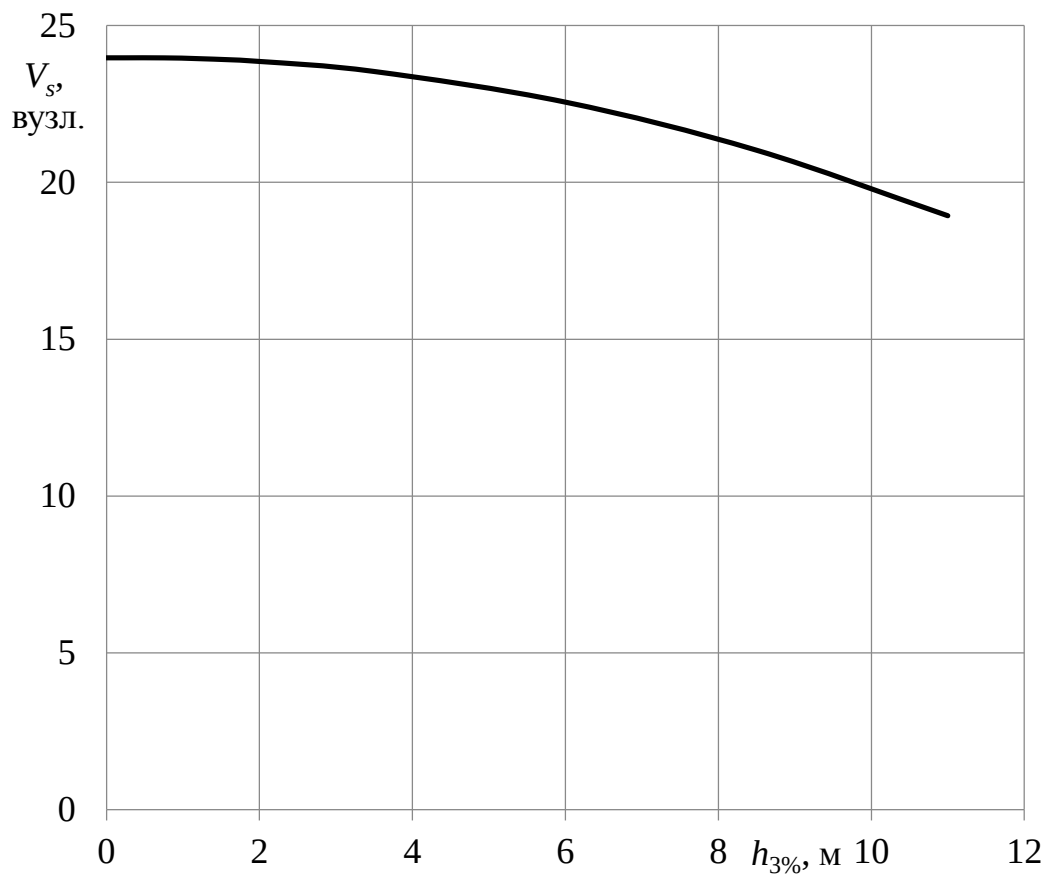


Рисунок 5.7 – Природне падиння швидкості на нерегулярному двомирному хвилюванні

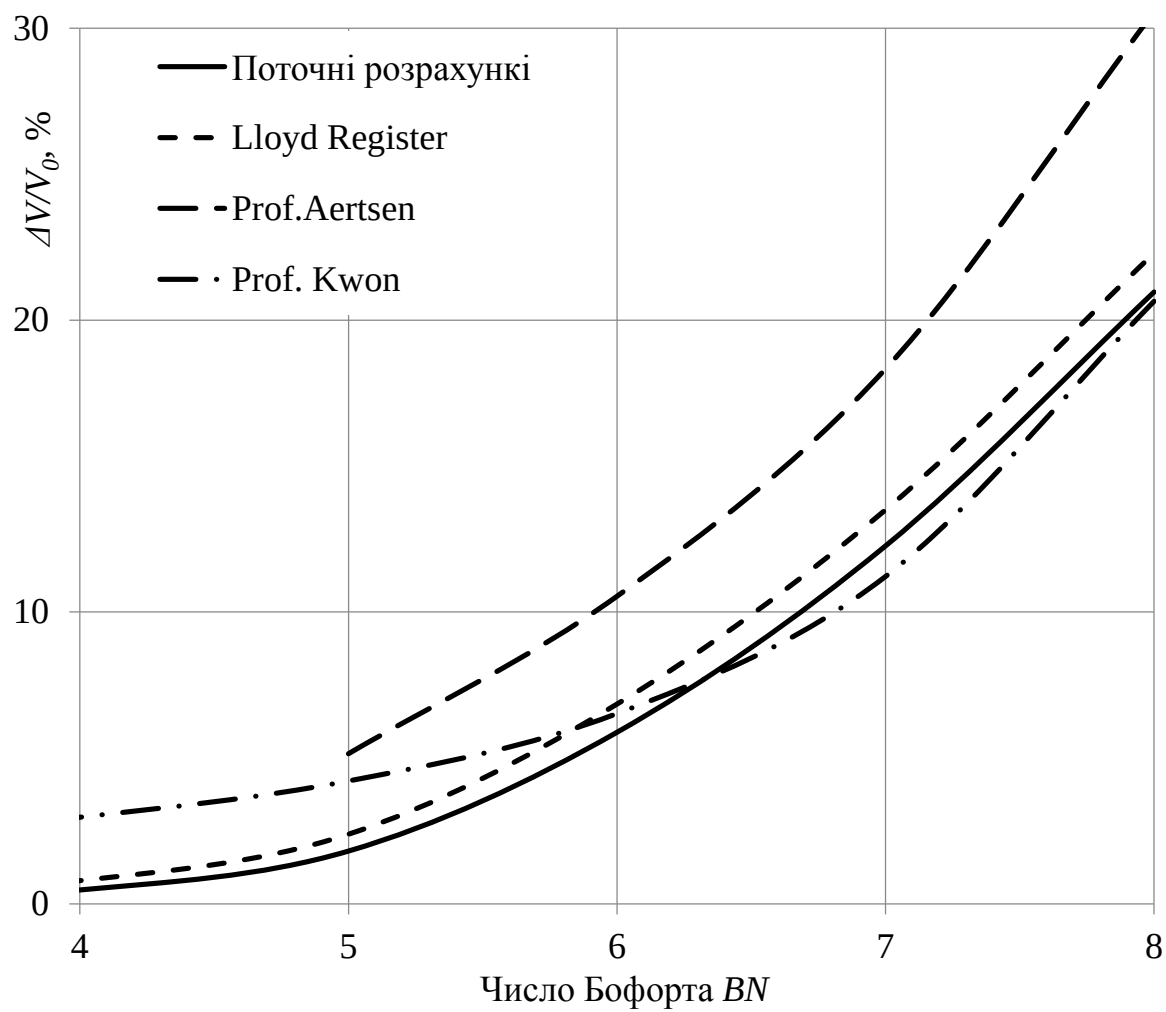


Рисунок 5.8 – Відсоткова втрата швидкості на зустрічному хвилюванні

РОЗДИЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙС

6.1 Підвищення ефективності роботи морського транспортного судна

У дослідницькій частині даний магістерський роботи «Дослідження зниження швидкості судна при русі в умовах витру і хвилювання» видзначені основні умови та можливості організації навігаційної безпеки руху судна у рейси. Робота судив пов'язані з ризиком, тобто аварійними ситуаціями.

Важливою умовою забезпечення економічної ефективності роботи флоту і підвищення безпеки є детальне знання і облік судноводіями характеристик гальмування і керованості при плануванні руху суден. Для вирішення навігаційних завдань визначальне значення має планування маневрів судна, і особливо, облік елементів гальмування і керованості при плаванні на нерегулярному хвилюванні, на обмежених за розміром акваторіях для маневрування, при постановці на якор, при швартових операціях в порту і відкритому морі, в каналах і фарватерах. При плаванні на хвилюванні судноводію доводиться враховувати реальні характеристики і запизнювання фактичного руху судна в результаті вимушеного зниження швидкості за умовами розгону гвинта на хвилюванні, щодо моменту подачі команди.

Розглянемо вплив гідрометеорологічних чинників, таких як хвилювання моря та вітер на безпеку судноплавства. Штормові погодні умови впливають на безпеку плавання. Для запобігання їх негативного впливу судноводіїв

доводиться відхилятися від шляху проходження, яке призводить до збільшення довжини шляху і, отже, ходового часу. Однак, завдяки цьому підвищується безпека плавання, збереження життя екіпажу і вантажив, від чого може бути отримано значний економічний ефект.

Виходячи з вищесказаного, загальний економічний ефект за рахунок збільшення прибутку в результаті економії, отриманої при скороченні впливу гідрометеорологічних умов, може бути розрахований за критеріями:

- загальна економия;
- економия від підвищення безпеки плавання;
- економия, що отримується за рахунок використання алгоритму вибору режиму штормовання;
- економия від збережень перевезення вантажив;
- збільшення провізної здатності судна.

6.2 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейси

Розрахунок виконаний на підставі завдання і даних, отриманих у попередніх розділах цієї дипломної роботи, взятих із суднової документації при роботі на переддипломної практики, з довідкових матеріалів кафедри М і ЕМТ НУ«ОМА», прейскурантів, тарифів та ін. Вихідні дані рейсу т/х «СМА CGM MUSSET» з Порту Кланг в Порт-Саїд зведені в табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Початкові дані для розрахунку рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Дедвейт т/х «СМА CGM MUSSET»	Δ_w	тон	79504

2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	5124.8
3	Видстань між портами	L	мили	4956

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5
4	Кількість навантаженого вантажу: контейнери	$\Sigma Q_{шт}$	шт	3474 1640 1834
5	Кількість навантаженого вантажу: контейнери	ΣQ	т	57655.6
6	Фрахтова ставка за 1 шт вантажу	f_1	\$/шт	550 750
7	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	шт/доб.	3000
8	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	шт/доб.	2700
9	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	20.0
10	Швидкість в каналах. вузостях	v	кан. вуз.	9.0
11	Добова витрата палива: на ходу: важке на стоянці: легке	q^e_x $q_{ст}$	тон/доб	99.0 14.0
12	Ціна 1 тони палива: важке / легке	Π	\$/т	420 / 580
13	Балансова вартість судна	$C_{бал}$	\$	12770000
14	Річна норма амортизації	H_a	%	10
15	Позаексплуатаційний час	$T_{зе}$	днб.	15
16	Чисельність екіпажу	$Ч_{ек}$	чол.	22
17	Час затримки в дорозі	$t_{зат}$	доб.	1
18	Додатковий час в портах стоянки	$t_{дод}$	год.	3
19	Заробитна платня	$R_{зн}$	\$/доб	3100
20	Витрати на технічне постачання	$R_{т.пос}$	\$/доб	500
21	Навігаційні витрати	$R_{нав}$	\$/доб	300

22	Портови збори	$R_{порт}$	\$	69500
23	Агентування суден	$R_{аз}$	\$/доб	300

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5
24	Витрати на страхування судна	$R_{стр}$	\$/доб	420
25	Витрати на ремонт	$C_{рем}$	\$/мр.п.	1500000
26	Вартість одного доковання	$C_{док}$	\$	115000

При розрахунку кількісних показників роботи судна в рейси використовуємо дані рейсового завдання [18. 19].

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

$$\Delta_q = \Delta_w - G_{зан}. \quad (6.1)$$

$$\Delta_q = 79504 - 5124.8 = 74379.2 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

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

де T_k – календарний період, приймаємо 365 диб;

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

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

$$t_x = 4956 / (20.0 \times 24) + 1 = 11.3 \text{ диб}$$

- стоянковий час:

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

$$t_{cm} = 3474 / 3000 + 3474 / 2700 + 3/24 = 2.6 \text{ диб.}$$

- час рейсу складе:

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

$$t_p = 11.3 + 2.6 = 13.9 \text{ диб}$$

4. Розрахуємо провизну спроможність судна:

- зроблено шт-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 3474 \times 4956 = 17217144 \text{ шт-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma \Delta_{\text{ч}} L = 74379.2 \times 4956 = 368623315 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = \Sigma Q_{\text{ум}} f. \quad (6.6)$$

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = 1640 \times 550 + 1834 \times 750 = 2277500 \text{ $/рейс}$$

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

Постийні експлуатаційні витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

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

- витрати на заробитну плату ($R_{\text{зн}}$) 3100 \$/добу;

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

$$R_{\text{хар}} = \text{Ч}_{\text{ек}} \cdot n_{\text{хар}} \quad (6.8)$$

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

$$R_{\text{хар}} = 22 \times 12 = 264 \text{ $/добу;}$$

- 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.

$$R_{рем} = ((115000 + 1500000) / 5) / 350 = 923 \text{ \$/добу}$$

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

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

$$R_{ам} = (12770000 \times 0.1) / 350 = 3649 \text{ \$/добу};$$

- 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;

$$R_{сн} = (12770000 \times 0.02) / 350 = 730 \text{ \$/добу};$$

- витрати на технічне постачання ($R_{т.пос.}$) 500 \$/добу;

- навігаційні витрати. \$/добу ($R_{нав}$) 300 \$/добу;

- портови збори ($R_{порт}$) 69500 \$/рейс;

- витрати з агентування ($R_{аг}$) 300 \$/добу;

- витрати на страхування ($R_{стр}$) 420 \$/добу.

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

$$R_{екс} = 3100 + 264 + 923 + 3649 + 730 + 500 + 300 + 69500 / 16.7 + \\ + 300 + 420 = 14348 \text{ \$/ добу}$$

7. Розрахуємо непрями (адміністративно-управлінські)

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

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

$$R_{кос.} = 14348 \times 0.02 = 287 \text{ \$/добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{заг} = 14348 + 287 = 14635 \text{ \$/добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{заг.екс} = 14635 \times 13.9 = 203427 \text{ \$/рейс}$$

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

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

$$R_x^e = k_{см} \cdot q_x \cdot Ц_e \quad (6.15)$$

де $k_{см}$ – коефіцієнт, що враховує витрати на мастильні, обтиральні матеріали, в залежності від двигуна = 1.05-1.15.

$$R_x^e = 1.1 \times 99.0 \times 420 = 45738 \text{ \$/ добу}$$

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

$$R_{cm}^n = k_{cm} \cdot q_{cm} \cdot U_{cl} \quad (6.16)$$

$$R_{cm}^n = 1.1 \times 14.0 \times 580 = 8932 \text{ \$ / добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

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

$$\Sigma R_{nep} = 45738 \times 11.3 + 8932 \times 2.6 = 540063 \text{ \$ /рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{рейс} = 203427 + 540063 = 743489 \text{ \$ /рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

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

$$\Sigma \Pi_{рейс} = 2277500 - 743489 = 1534011 \text{ \$ /рейс}$$

Прибуток судна т/х «СМА CGM MUSSET» з Порту Кланг в Порт-Саїд з вантажем контейнерів за рейс склав 1534011 \$/рейс.

Якісні показники роботи судна в рейси розраховуємо за методикою [19]:

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:

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

$$V_{cp} = 4956 / 11.3 = 439$$

3. Коефіцієнт ходового часу:

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

$$\varepsilon_x = 11.3 / 13.9 = 0.813$$

4. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

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

$$\mu_6 = 0.775 \times 439 \times 0.813 = 276.17$$

5. Валова прибутковість одних судно-днів:

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

$$\mu = 2277500 / 13.9 = 163849 \text{ \$/доба}$$

6. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейси:

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

$$S_{ум} = 743489 / 3474 = 214.02 \text{ \$/шт}$$

7. Собівартість 1 тонно-мили в рейси:

$$S_{ум-м} = \Sigma R_{рейс.} / \Sigma Q_{умл}. \quad (6.26)$$

$$S_{шт-м} = 743489 / 17217144 = 0.0431831 \text{ \$/шт-м}$$

8. Собивартисть утримання судна в добу експлуатації:

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

$$S_{с-д} = 743489 / 13.9 = 53488 \text{ \$/доба.екс}$$

10. Ривень дохидности являє видношення доходив до витрат:

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

$$PF = 2277500 / 743489 = 3.06$$

При $PF > 1$ рейс прибутковий. Ривень дохидности (target yield) – показник розрахунку ефективности виконаного рейсу заснований на анализе килькисних та якисних показників роботи судна в рейси.

6.3 Прогнозування роботи судна. оцінка ефективности рейсу

Якисни показники роботи судна за експлуатаційний період розраховуємо з урахуванням розрахованого експлуатаційного період роботи судна за формулою (6.2) за методикою [19]:

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$Ч_p = T_{екс} / t_p \quad (6.29)$$

$$Ч_p = 350 / 13.9 = 25.18$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

$$\Sigma Q_{экс} = \Sigma Q_{шт} Ч_p \quad (6.30)$$

$$\Sigma Q_{екс} = 3474 \times 25.18 = 87475 \text{ шт / рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

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

$$\Sigma Ql_{екс} = 17217144 \times 25.18 = 433525209 \text{ шт-миль / рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma F_{екс} = 2277500 \times 25.18 = 57347122 \text{ \$ / рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma R_{екс} = 743489 \times 25.18 = 18720949 \text{ \$ / рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma \Pi = 1534011 \times 25.18 = 38626174 \text{ \$ / рік}$$

7. Рівень доходності роботи судна за експлуатаційний період:

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

$$PF = 57347122 / 18720949 = 3.06$$

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

Таблиця 6.2 – Кількісні і якісні показники виконаного рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Валовий дохід	F	\$	2277500
2	Затрати загальні	R	\$	743489
3	Прибуток	Π	\$	1534011
4	Коефіцієнт ходового часу	ε_x		0.813
5	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	мили/доб	439
6	Дохідність судна	μ	\$/ доб	163849
7	Рівень дохідності	PF		3.06
8	Собівартість перевезення 1 шт вантажу	$S_{шт}$	\$/шт	214.02
9	Собівартість 1 шт-мили	$S_{шт-м}$	\$/шт-м	0.0431831
10	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	$S_{c-д}$	\$/доб.	53488

В результаті проведених розрахунків, наведених у табл. 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень дохідності 3.06. прибуток 1534011 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 38626174 \$. Судно «CMA CGM MUSSET» доцільно використовувати на даний ліній.

РОЗДИЛ 7

ОХОРОННИ ЗАХОДИ И ЦИВИЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНИ

7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкти морського транспорту

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

Круїзне судно «Birka Paradise» стоїть у пасажирського причалу №1 порту Токио (Японія). Отримано повідомлення про інцидент із зрідженням газом т на території спеціалізованого перевантажувального комплексу для хімічних і наливних вантажів: внаслідок терористичного акту пошкоджена запирна акумулятура вагону-цистерни, що призвело до розливу сильнодіючої отруйної речовини (СДОР) – зрідженого хлору.

Кількість розлитого СДОР - 0.25 т СДОР. характер розливу - «вільно». Можлива причина залізничної аварії - терористичний акт. На території порту оголошена терористична загроза.

Метеорологічні умови на момент виникнення надзвичайної ситуації: час 13.00. температура повітря 20⁰. швидкість вітру 2 м/с. вітер зустрічний. суцільна хмарність.

Відстань від судна до місця аварії - 1 км. Місцевість відкрита. характер – водна поверхня.

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

Запропонувати заходи щодо зменшення можливих втрат серед екіпажу судна.

Визначити стандартні робочі процедури по залишенню судна у разі отримання повідомлення про загрозу терористичного акту.

7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території

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

1) Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря

За заданими метеорологічними умовами (час доби - день, швидкість вітру 2 м/с, суцільна хмарність) визначаємо по табл. 7.1 ступень вертикальної стійкості повітря - ізотермия.

Таблиця 7.1 – Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

Швидкість вітру, м/с	Час доби					
	день			ніч		
	Наявність хмарності					
	відсутня	середня	суцільна	відсутня	середня	суцільна
0.5	конвекція	конвекція	ізотермія	інверсія	інверсія	ізотермія
0.6-2.0	конвекція	конвекція	ізотермія	інверсія	інверсія	ізотермія
2.1 – 4.0	конвекція	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія
> 4.0	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія

2) Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі

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

Розраховуємо еквівалентну кількість Q_{31} (т) хлору в первинній хмарі:

$$Q_{31} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0 = 0.18 \cdot 1 \cdot 0.23 \cdot 1 \cdot 0.25 = 0.01 \text{ т.}$$

де $K_1=0.18$ —коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (табл. 7.2);

$K_3 = 1$ – коефіцієнт (табл. 7.2);

$K_5 = 0.23$ – коефіцієнт, який враховує ступень вертикальної стійкості повітря для ізотермії (п. 3.2. Методики прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах морського транспорту);

Таблиця 7.2 – Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найменування СДОР	Щільність СДОР. т/ м ³		температура кипіння, °С	Порогова токсодоза, мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів					
	Газ	Ридина			К ₁	К ₂	К ₃	К ₇ для температури повітря (°С)		
								0	20	40
Хлор	-	1.558	-34.1	0.6	0.18	0.052	1.0	<u>0.6</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1.4</u> 1

Примітка. У табл. 7.2 наведені значення K_7 у чисельнику - K_7^I (для первинної хмари), у знаменнику - K_7^{II} (для вторинної хмари).

$K_7^I = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення первинної хмари (табл. 7.2);

$Q_0 = 0.25$ – кількість хлору, що розлився при аварії, т.

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

Площа розливу S_p (м²) хлору дорівнює:

$$S_p = \frac{V_p}{h} = \frac{Q_0 / \rho}{h} = \frac{0.25 / 1.558}{0.05} = 3.2 \text{ м}^2.$$

де V_p – об'єм хлору. що розлився. м^3 ;

$Q_0 = 0.25$ – килькість хлору. що розлився при аварії. т.

$\rho = 1.558$ – щільність хлору. т/м^3 (табл. 7.2);

$h = 0.05$ – товщина шару хлору (для характеру розливу – «вильно»). м.

Тривалисть вражаючої дії СДОР визначається часом. що потрібний на його випаровування з площі розливу. и часом. протягом якого триває спад його концентрації до безпечного рівня після видходу хмари зараженого повітря вид заданої точки.

Розраховуємо тривалисть вражаючої дії T (год.) хлору:

$$T = \frac{h \cdot \rho}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{\text{III}}} + \frac{1}{K_m \cdot v_{\text{п}}} = \frac{0.05 \cdot 1.558}{0.052 \cdot 1.33 \cdot 1} + \frac{1}{1 \cdot 12} = 1.21 \text{ год.} = 1 \text{ год.} 13 \text{ хв.}$$

де $K_2 = 0.052$ – коефіцієнт. що залежить від фізико-хімічних властивостей хлору (табл. 7.2);

$K_4 = 1.33$ – коефіцієнт. що враховує швидкість вітру (табл. 7.3);

$K_7^{\text{III}} = 1$ – коефіцієнт. що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення вторинної хмари (табл. 7.2);

Таблиця 7.3 – Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

Швидкість вітру (u). м/с	$1 \leq$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K_4	1	1.33	1.67	2.0	2.34	2.67	3.0	3.34	3.67	4.0

$K_m = 1$ – коефіцієнт. що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари хлору (табл. 7.4);

$v_{\text{п}} = 12$ – швидкість перенесення переднього фронту зараженого повітря. км/год. (табл. 7.5).

Таблиця 7.4 – Значення коефіцієнту K_m залежно від впливу характеру місцевості

Рельєф місцевості. вид рослинності і забудови	Вертикальна стійкість повітря		
	конвекція	ізотермія	інверсія
Водна поверхня. відкрита місцевість	1	1	1
Миська (промислова) забудова	0.2	0.2	0.3
Територія порту	0.2	0.2	0.3

Таблиця 7.5 – Швидкість (км/год.) перенесення v_n переднього фронту хмари зараженого повітря залежно від швидкості вітру

Ступень вертикальної стійкості повітря	Швидкість вітру (u). м/с									
	$1 \leq$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Інверсія	5	10	16	21	-	-	-	-	-	-
Ізотермія	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59
Конвекція	7	14	21	28	-	-	-	-	-	

Розраховуємо еквівалентну кількість хлору Q_{32} (т) у вторинний хмари:

$$Q_{32} = \frac{Q_0 \cdot (1-K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{III}}{h \cdot \rho} = \frac{0.82 \cdot 0.052 \cdot 1 \cdot 1.33 \cdot 0.23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.25}{0.05 \cdot 1.558} = 0.04 \text{ т.}$$

де $K_6 = N^{0.8} = 1^{0.8} = 1$ – коефіцієнт, що залежить від часу N , що пройшов з моменту початку аварії; за умовами завдання $N = 1$ год.

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 табл. 7.6.

Таблиця 7.6 – Глибина (км) зони зараження

Швид- кість ви- тру. м/с	Еквівалентна кількість СДОР. т								
	0.01	0.05	0.1	0.5	1	3	5	10	20
1 і менше	0.38	0.85	1.25	3.16	4.75	9.18	12.53	19.20	29.56
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

Для $Q_{s1} = 0.01$ т та швидкості витру $u = 2$ м/с визначаємо глибину зони зараження первинною хмарою хлору: $\Gamma_1 = 0.26$ км. Для $Q_{s2} = 0.04$ т та швидкості витру $u = 2$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою хлору: $\Gamma_1 = 0.5$ км.

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0.5 \cdot \Gamma'' = 0.5 + 0.5 \cdot 0.26 = 0.63 \text{ км.}$$

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

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

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

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

$$\Gamma = \min \begin{cases} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{cases} = 0.63 \text{ км.}$$

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

$$S_b = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^0 = 3.14 \cdot 0.63^2 \cdot 90^0 / 360^0 = 0.31 \text{ км}^2.$$

де $\Gamma = 3.1$ - розрахункова глибина зони зараження, км;

$\varphi = 90^0$ - кутовий розмір зони зараження, град (табл. 7.7).

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

Швидкість вітру (u), м/с	≤ 0.5	0.6 - 1	1.1 - 2	> 2
φ , град	360	180	90	45

Визначаємо площу зони фактичного зараження S_{ϕ} (км²):

$$S_{\phi} = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0.2} = 0.133 \cdot 0.63^2 \cdot 1^{0.2} = 0.05 \text{ км}^2.$$

де $K_8 = 0.133$ – коефіцієнт, що залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря – ізотермії (п. 3.4. Методики прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах морського транспорту).

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

Територія можливого хімічного зараження умовно представляє собою коло, що має кутовий розмір $\varphi = 90^0$ (табл. 7.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковий глибини зони зараження $\Gamma = 0.63$ км. Вершина сектору співпадає з джерелом зараження - місцем розливу хлору.

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

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ_1 (км):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_1}\right)^\Psi = 2.31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{0.05}{6}\right)^{0.580} = 0.14 \text{ км.}$$

де $\lambda = 3.73$; $\Psi = 0.606$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (табл. 7.8);

$Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0.01 + 0.04 = 0.05$ – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару, т;

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

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

Коефіцієнти	Швидкість вітру (u), м/с							
	1 і менше	2	3	4	5	6	7	10
λ	3.73	2.31	1.80	1.52	1.34	1.20	1.11	0.92
ψ	0.606	0.580	0.563	0.551	0.542	0.537	0.531	0.515

Розраховуємо глибину зони важких уражень $\Gamma_{0.41}$ (км):

$$\Gamma_{0.41} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0.41}}\right)^\Psi = 2.31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{0.05}{2.4}\right)^{0.580} = 0.24 \text{ км.}$$

де $D_{0.41} = 0.4 \cdot D_1 = 0.4 \cdot 6 = 2.4$ – значення токсодози, що відповідає 40% летальної токсодози для хлору, мг.хв/л.

Розраховуємо глибину зони уражень середньої важкості $\Gamma_{0.21}$ (км):

$$\Gamma_{0.21} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0.21}}\right)^\Psi = 2.31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{0.05}{1.2}\right)^{0.580} = 0.37 \text{ км.}$$

де $D_{0.2t} = 0.2 \cdot D_t = 0.2 \cdot 6 = 1.2$ - значення токсодози, що відповідає 20% летальної токсодози для хлору, мг.хв/л.

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковий глибини зони зараження $\Gamma = 0.63$ км.

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

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

$$t = x / (K_m \cdot v_n) = 1 / (1 \cdot 12) = 0.083 \text{ год.} = 5 \text{ хв.}$$

де x – відстань від джерела зараження до заданого об'єкту, км.

7.1.3 Висновки и рекомендовани заходи для зменшення людських втрат

Проведена оцінка масштаби хімічного зараження території порту показала, що судно «Birka Paradise» знаходиться на безпечній відстані від місця аварії. Сила вітру у 2 м/с забезпечує збереження вражаючих концентрацій на глибини - до 0.63 км.

Для зменшення можливих втрат серед екіпажу судна пропонуються наступні заходи:

- враховуючи, що час дії вражаючих концентрацій хмари становить 1 год. 13 хв., доцільно на цей період бути подали від місця аварії;
- після уточнення інформації про аварію необхідно знятися з якоря та вийти на безпечну відстань;
- підтримувати зв'язок з аварійними службами порту для отримання оперативної інформації про розвиток аварії;
- підготуватися до надання першої медичної допомоги постраждалим.

7.1.4 Стандартні робочі процедури по залишенню судна у разі отримання повідомлення про загрозу терористичного акту

При отриманні повідомлення про загрозу терористичного акту капітаном може бути прийнято рішення про залишення судна.

Капітан може прийняти рішення про залишення судна тими членами екіпажу, які не зайняті в аварійних партіях і роботах по рятуванню судна.

В залежності від знаходження судна його залишення може здійснюватися або безпосередньо на причал або на інший плавзасиб. або з використанням судових колективних засобів рятування.

Капітан має повноваження на прийняття будь-яких рішень, що спрямовані на порятунок судна, пасажирів та екіпажу, збереження вантажу, запобігання забруднення навколишнього середовища. Наведений нижче перелік дій жодним чином не обмежує капітана в прийнятті інших рішень, якщо він вважатиме їх більш ефективними в конкретних умовах.

Процедура може бути використана в якості чек-листа при проведенні навчань і тренувань екіпажу судна (табл. 7.9).

Таблиця 7.9 – Дії судового екіпажу у разі необхідності залишення судна

Дії, які повинні бути прийняті	Відповідальний член екіпажу
1	2
Оголосити "Шлюпкову тривогу".	Вахтовий помічник
Надіслати повідомлення компанії і звернутися за допомогою до суден і берегових станцій у відповідності з "Планом дій в аварійних ситуаціях".	Капітан

Діяти у відповідності з процедурою зв'язку ГМЗЛБ.	Вахтовий помічник
---	-------------------

Продовження табл. 7.9

1	2
Підготувати до спуску рятувальні засоби з урахуванням реальних можливостей спуску.	Старший помічник
Провести додаткове постачання рятувальних засобів ковдрами, ліками, одяжною, піротехнікою, такими УКХ радіостанціями.	Старший помічник
Перевірити наявність всіх людей на судні і організувати пошук зниклих.	Старший помічник Старший механік
Захопити карти, судновий, машинний і радіо журнали, по можливості - документи і цінності.	Вахтовий помічник Вахтовий механік
Діяти згідно з Розкладом по тривогах і Керівництвом по залишенню судна.	Члени екіпажу і пасажери
Визначити, які механізми залишити працюючими після залишення судна.	Старший механік Старший помічник
Надати допомогу людям, піднятим з води, і нужденним, підтримувати зв'язок між шлюпками з допомогою переносної радіостанції, вийти від борту судна.	Командир шлюпки