

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

Шведа Олексія Юрійовича

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема: «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна

«Verity» за маршрутом Туапсе (Tuapse) – Тампа (Tampa)»

Підпис магістранта _____

Завідуючий кафедрою _____

Керівник _____

Рецензент _____

Нормоконтроль _____

м. Одеса
2025 рік

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	«Verity»;
2	Тип судна	балкер;
3	Позивний сигнал судна	MGDL2;
4	ІМО №	9229178;
5	MMSI №	538004380;
6	Рик и місце будівництва	2009. SAIKI HEAVY INDUSTRIES CO.. LTD.;
7	Клас реєстру	ABS $\frac{ }{ }$ A E Bulk Carrier BC – A [Hold №2 & 4 may be empty] $\frac{ }{ }$ AMS. $\frac{ }{ }$ ACCU. SH. SHCM. ESP. GRAB and TCM;
8	Порт приписки	Majuro;
9	Судновласник:	Astier Marine Corp.;
10	Довжина найбільша. (L):	177.85 м;
11	Довжина між перпендикулярами. (L _{⊥⊥}):	169.8 м;
12	Ширина найбільша. (B):	28.60 м;
13	Висота борту до верхньої палуби. (H):	15.00 м;

Продовження табл. 1.1

1	2	3
14	Осадка (Т) в повному вантажу:	10.869 м;
15	Водотоннажність: в повному вантажу Δ : порожнем Δ_0 :	45382.0 т; 8065.0 т;
16	Повна вантажопідйомність Δ_w :	37317.0 т;
17	Головний двигун: тип: потужність: частота обертання:	AKASAKA – MITSUBISHI 6UEC52LA; M.C.R. 7000 kw; 128 RPM;
18	Режим роботи головного двигуна:	43 – найменший; 59 – малий; 86 – середній; 102 – повний; 128 – найповніший;
19	Швидкість судна:	14.7 вузл.;
20	Гребний гвинт: кількість лопастей: діаметр: напрямок обертання:	5; 5000 мм; правого кроку;
21	Тип руля та площа його пера:	Semi Balanced Rudder of Spade type. 30.283 м ² ;
22	Тип рульової машини:	NV ABG TP O 2 BAR 90-475

Продовження табл. 1.1

1	2	3
23	Суднова радіостанція: Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району А3 та включає в себе:	УКВ радіостанція з ЦІВ: марка JRC. тип JHS – 770S; ПВ телефонна радіостанція з ЦІВ; ПВ / КВ телефонна радіостанція з ЦІВ и УБПЧ; JRC MF / HF DSC controller; Приймач НАВТЕКС Deveg 2902; Приймач РТВ або КВ ИБМ Deveg 6348; Инмарсат – 3: 1st JRC JUE85 / 2nd FURUNO FELCOM 15; Аварийний радіобуй EPIRB : марка JRC. тип JQE – 103; Переносна УКВ радіостанція марка JRC. тип JHS – 770S.
24	Валова регістрова мисткість (GRT):	24168
25	Чиста регістрова мисткість (NRT):	12205
26	Добова витрата палива: на ходу: важке паливо дизельне паливо на стоянці: дизельне паливо	27.0 т/добу; 1.0 т/добу; 0.8 т/добу;
27	Координати центру мас судна порожнем:	X = -6.41 м; Z = 10.21 м.

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна

Схематичне план бичного виду судна з розташуванням приміщень для вантажів и 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 и так дали представлені на рис. 1.4.

1.4 Навігаційне обладнання

Дани усіх технічних засобів навігації (ТЗН) судна (електронавігаційні прилади и 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	SR – 165	SAURA KEIKI
Гирокомпас	CMZ700 TYPE S	YOKOGAWA DENSHIKIKI

Продовження табл. 1.2

1	2	3
Радиолокатор	JMA – 9122–9XA X – BAND	JRC
	JMA – 9132 – SA S – BAND	JRC
Ехолот	JFE – 680	JRC
GPS	NCR – 333	JRC
GPS / LORAN	GP – 150	FURUNO
АИС	FA – 100	FURUNO

Таблиця 1.3

Точностні характеристики ТЗН на судні

Тип и марка приладу	Умови	Вимірювані на- вігаційні пара- метри	СКП одного вимірювання
1	2	3	4
CMZ700 TYPE S YOKOGAWA	судно. яке рухається	курс/пеленг	0.078
JMA – 9122–9XA X – BAND JRC	електронний визир	пеленг	0.23
	шкали до 3 миль	дистанція	0.14
	шкали більше 3 миль	дистанція	0.20
JMA – 9132 – SA S – BAND JRC	електронний визир	пеленг	0.093
	шкали до 4 миль	дистанція	0.21
	шкали більше 4 миль	дистанція	0.29

Продовження табл. 1.3

1	2	3	4
JFE – 680 JRC	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; підтримання у справному стані всіх водонепроникних закриттів (дверей, люків, горловин, ілюмінаторів); суворе дотримання інструкції по прийому і витрачання рідких вантажів, баластування судна в умовах штормової погоди і усунення вільних поверхонь рідких вантажів; регулярний контроль водонепроникності корпусу судна шляхом замирення рівнів рідини у л'яльних колодязях

и танках подвійного дна. Що на даному судні представлено у вигляді інструкцій і 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 і екіпажу в разі пошкодження. Згідно з наведеними у буклеті інструкціями. екіпаж повинен бути здатний оцінити ситуацію і визначити необхідні дії. які необхідно зробити. щоб звести до мінімуму наслідки збитку щодо безпеки людей на борту і захисту морського середовища.

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

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

Кожен член екіпажу повинен бути знайомий з розташуванням судна і необхідними діями в разі пошкодження. такого як розташування водонепроникних дверей і люків. а також непроникних для атмосферних впливів точок відкриття. трубопроводів і 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 і захищений від негоди люк доступу в трюму № 1-5 повинні бути постійно закриті під час рейсу і 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 і люки. повинні бути закриті

ти відразу ж після використання.

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

д) Вентиляційні отвори і повітроводи зазвичай відкриті.

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

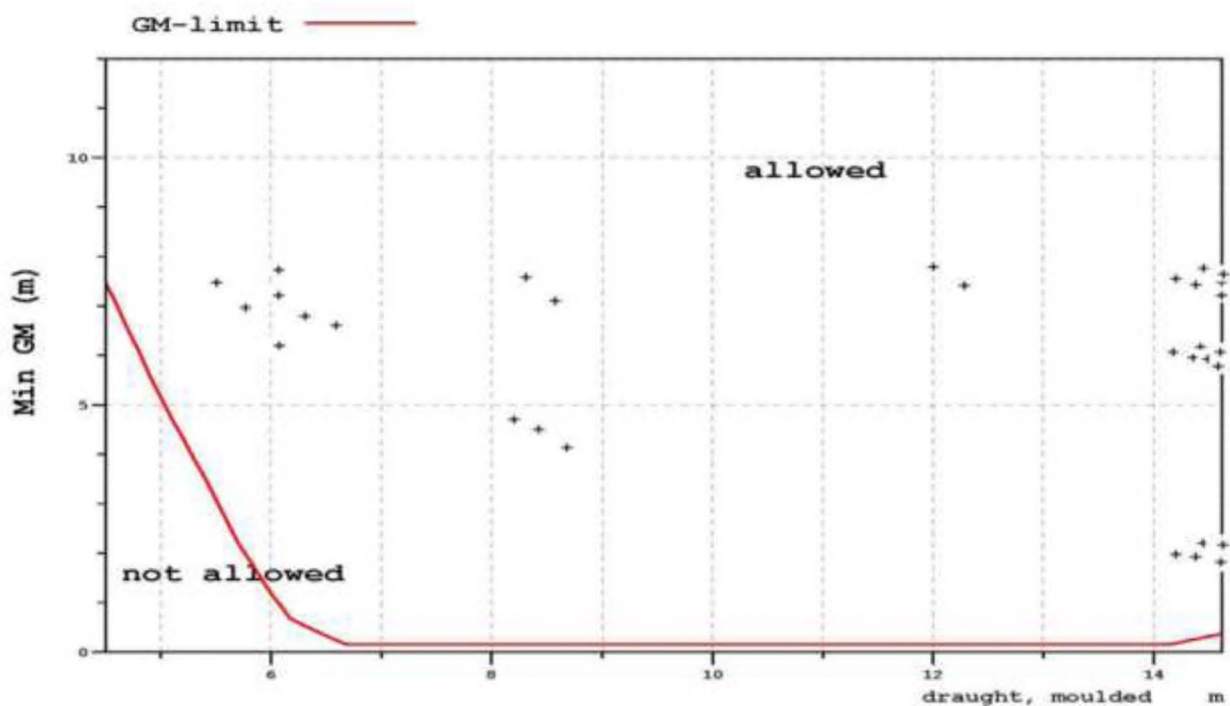


Рис. 1.5. Норма обмеження остійності для судна

Стан рівноваги після затоплення видсику.

Передбачени наступні стани остійності і їх критерії при пошкодженні корпусу в стани рівноваги після затоплення видсику:

- остаточна лінія положення ватерлінії після затоплення. в розрахунку на затопленому видсику. 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 градусив. Якщо ж ні одна частина палуби не заглиблена, кут нахилу може досягати 17 градусив;

- метацентрична висота після затоплення відсіку, має бути позитивна;
- коли будь-яка частина палуби поза передбачуваному затопленого відсіку, 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 градусив 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.

Схема осушувальної та баластної систем представлени на рис. 1.6.

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);

Сповіднення 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		
4012	North Atlantic Ocean – Southern part	Jan. 2021
The World Index of Charts at 1 : 3500000 or comparable scale		
4300	Mediterranean and Black Seas	Oct.2021
2214	Black Sea incl. Marmara Denizi and Sea of Azov	–
4302	Mediterranean Sea – Eastern Part	Oct 2018
4301	Mediterranean Sea – Western Part	Oct 2022
4104	Lisboa to Freetown	Sept 2019
4115	Arquipelago dos Acores to the Arquipelago de Cabo Verde	Oct 2021
4407	Trinidad to Mid – Atlantic Ridge	Oct 2020
4400	The West Indies	June 2020
Coastal and Large – Scale Charts		
3312	Approaching to Tuapse and Sochi Tuapse Sochi	May 2019
2233	Yalta to Tuapse	Nov. 2021
2238	Kefken Adasi to Inceburun	Feb. 2020

2230	Constanta to Kefken Adasi	Dec.2019
3930	Northern Approaches to Istanbul Bogazi (The Bosporus)	Jan. 2021
1198	Istanbul Bogazi (The Bosporus)	Apr. 2022
1158	Istanbul Bogazi Kuzeyi (Northern Bosporus)	Apr. 2021

Продовження 2.1

1	2	3
1159	Istanbul Bogazi Guneyi (Southern Bosphorus)	—
1195	Anchorage in the Southern Approaches to Istanbul Bogazi	—
2286	Southern Approaches to Istanbul Bogazi (The Bosphorus)	Mar. 2019
1005	Marmara Adasi to Istanbul Bogazi (The Bosphorus)	July 2021
1004	Canakkale Bogazi (The Dardanelles) to Marmara Adasi	July 2022
2429	Canakkale Bogazi (The Dardanelles)	Dec. 2019
1608	Approaches to Canakkale Bogazi (The Dardanelles)	Dec. 2018
1636	Plans in the Northern Aegean Sea	—
1086	Edremit Korfezi to Strimonikos Kolpos	Aug. 2019
1087	Steno Kafiya to Edremit Korfezi	—
1038	Steno Sifnou to Steno Kafiya	Nov. 2019
1031	Akra Yerakas to Nisos Kea	Oct. 2021
1030	South – West Entrance Channels to the Aegean Sea	Sept. 2021
1092	Western Approaches to the Aegean Sea	—
2124	Isola di Lampedusa to Capo Passero including Malta	—
2122	Bizerte to Capo San Marco	May 2020
2121	Cap De Fer (Ras El Hadid) to Iles Cani	May 2021
252	Cap Corbelin to Cap Takouch	June 2019
1910	Cherchell to Bejaia	
1909	Ile Plane to Cherchell	Feb. 2021
774	Motril to Cartagena Including Isla de Alboran	June 2020
773	Strait of Gibraltar to Isla de Alboran	—
3578	Eastern Approaches to the Strait of Gibraltar	June 2019

Продовження 2.1

1	2	3
142	Strait of Gibraltar	—
91	Cabo de Sao Vicente to the Strait of Gibraltar	May 2019
3132	Strait of Gibraltar to Arquipelago da Madeira	May 2021
3910	Little Bahama Bank including North West Providence Channel	Jul 2020
2866	Cape Canaveral to Key West including the Western Part of the Bahama Banks	Jan. 2018
3853	Tampa Bay to Key West	Dec. 2018
3847	Approaches to Tampa Bay	Jun. 2019
3848	Tampa Bay Saint Petersburg Tampa	Jan. 2019
Non – Navigational Charts		
D.6083	The World – Load Line Regulations – Zones. Areas and Seasonal Periods	Apr. 1999
5006	The World – Time Zone Chart	Oct. 1999
5310	The World – General Surface Current Distribution	Oct. 1999
Astronomical Charts		
5000	Azimuth Diagram – modified Weir (Lat. 0° to 65°)	Oct. 1950
Climatic Charts		
5302	World Climatic Chart – June	June 1973

Таблиця 2.2

Перелік публікацій на перехід

Номер	Назва посібника
1	2
SAILING DIRECTIONS	
24	Black Sea and Sea of Azov Pilot
48	Mediterranean Pilot Vol 4
49	Mediterranean Pilot Vol 5
45	Mediterranean Pilot Vol 1
1	Africa Pilot Vol 1
71	West Indies Pilot. Vol.2
70	West Indies Pilot. Vol.1
69A	East Coast of central America & Gulf of Mexico Pilot
ADMIRALTY LIST OF LIGHTS AND FOG SIGNALS	
78	Volume E Mediterrenian. Black and Red Seas
77	Volume D. South Europe – Atlantic Coast and Africa
82	Western Side of The North Atlantic Ocean from Maine to Cabo Orange
ADMIRALTY LIST OF RADIO SIGNALS	
281 (1)	Part 1. Maritime Radio Stations: Europe. Africa and Asia
281(2)	Part 2. Maritime Radio Stations: The Americas. Far East and Oceania
282	Volume 2 – Radio Navigational Aids. Electronic Position Fixing Systems and Radio Time Signals
283 (1)	Part 1. Maritime Safety Information Services: Europe. Africa and Asia
283(2)	Part 2. Maritime Safety Information Services: The Americas. Far East and Oceania
284	Volume 4 – List of Meteorological Observation Stations
285	Volume 5 – GMDSS
286 (3)	Part 3. Pilot Services. Vessel Traffic Services and Port Operations (Mediterranean and Africa – including Persian Gulf)

Продовження 2.2

1	2
286(5)	Part 5. Pilot Services. Vessel Traffic Services and Port Operations: Americas and Antarctica
288	Satellite Navigation Systems
ADMIRALTY TIDE TABLES	
202	Volume 2 – Europe. Mediterrenian Sea and Atlantic Ocean
ADMIRALTY DISTANCE TABLES	
350	Part 1 – Atlantic Ocean. NW Europe. Mediterranean Sea. Caribbean Sea and Gulf of Mexico
SOFTWARE	
Guide to Port Entry 2020	
Fairplay 2020	
Tide Wizard 1.5	

2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переходи

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 (ИБМ). Збором, координацією і передачею ИБМ 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 (ИБМ, Maritime Safety Information – MSI) включає навігаційні і метеорологічні попередження, метеорологічні прогнози і інші термінові повідомлення, що відносяться до безпеки. Ця ін-

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

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

Інформація по пошуку і рятуванню забезпечується владою, відповідальними за координацію рятувальних операцій в морі. – (морськими) рятувально-координаційними центрами (RCC, MRCC). відповідно до стандартів і процедур, встановлених 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 і передачу навігаційної інформації.

Розрізняють три типи навігаційних попереджень:

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

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

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

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

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

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

- навігаційні попередження;
- метеорологічні попередження і метеопрогнози;
- повідомлення про лихо в напрямі «берег – судно», інформація SAR;
- повідомлення 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

№	Радиостан- ція	Позначення и межа карти	Змист передачі	Час передачі
1	Athinai (Greece)	A. 1: 15 000 000 49°N 23°W 45°N 42°E 23°N 7°W 21°N 35°E_	A. Asurface Analysis 24 hour Surface Prognosis 48 hour Surface Prognosis	0845(06) 0857(06) 0909(06)
2	Athinai (Greece)	B. 1: 15 000 000 54°N 3°W 40°N 44°E 33°N 3°W 25°N 31°E C. 1: 15 000 000 42°N 23°W 38°N 32°E 36°N 20°W 32°N 28°E	B. 30. 36. 42. 48 hour Wave Height Prognosis (Mediterranean Sea) C. 30. 36. 42. 48 hour Wave Height Prognosis (Aegean Sea)	0921(12) 1009(12)
3	Dakar	35°N 35°W 35°N 22°E 0°N 35°W 0°N 22°E	Surface Analysis Significant Weather Prognosis	1000(06) 1600(12) 0100(18) 0700(00)
4	New Orleans	0° – 31°N 35°W – 100°W	24 hour wind forecast 24 hour surface forecast	0035(00) 1235(12) 0705(00) 1905(12)

Для прийому текстової інформації про погоду – прогноз. анализ. метеопередбачення. – зазвичай не підбирають спеціальних станцій. оскільки випуски NAVAREA и NAVTEX містять її в достатній кількості.

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

Таблиця 2.4

Райони NAVAREA. станції NAVTEX на переході

№	Ділянка переходу	Район NAVAREA	Станції NAVTEX	Координатор NAVAREA
1	Black Sea	III	Novorossiysk [A] Istanbul [D]	Spain
2	Aegean Sea	III	Izmir [I] Iraklion [H]	Spain
3	Mediterranean Sea	III	Augusta [V] Tarifa [G]	Spain
4	West Coast of Africa	II	Las Palmas [I] Nouadhibou [N]	France
5	West Indies	IV	Bermuda [B] Miami [A]	USA

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 и постами – терміналами. форми и способах подання інформації. З'ясовують деталі зв'язку з лоцманськими станціями и оператором терміналів в портах. Отримані відомості зводять в табл. 2.5.

Зв'язок на переходи

№	Станція	Спосіб зв'язку	Канали. частоти	Примітка
1	2	3	4	5
1	Tuapse Pilots and Port Vessel Traffic Service	VHF	09; 12; 16 14; 68	RP. Call sign. name of ship. IMO number. Next port of Call. E-TA/ETB
2	Istanbul Bogazi (Bosporus) Pilots Service VTS	VHF	11; 12; 13; 14 11–14; 16; 71	RP. Call sign. name of ship. IMO number. Last/Next Port of Call. Cargo; Draught
3	Canakkale Bogazi (Dardanelles) Pilots Service VTS	VHF	11; 12; 13 11; 12; 13	RP. Call sign. name of ship. IMO number. Last/Next Port of Call. Cargo; Draught
4	Strait of Gibraltar (Tarifa) VTS	VHF	16. 10	Gibraltar Strait. Reporting System Area
5	Tampa Bay Pilots and Port Navigational Broadcast System (VTS)	VHF	16. 10; 12 13	Approach. berthing. unberthing. Proceeding

2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

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

- загальна характеристика

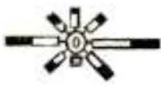
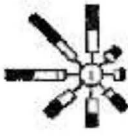
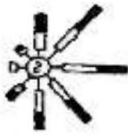
- атмосферний тиск и витри
- тропічні циклони
- хмарність и опади
- тумани и видимість
- температура и вологість.

Таблиця 2.6

Атмосферний тиск и розшифровка «роз витрив»

Характерис- тики за ділянками	Туапсе			Гибралтар			Тампа		
1	2			3			4		
Атмосфер- ний тиск. гПа	1014			1020			1016		
Витер	Роза витрив № 1			Роза витрив № 2			Роза витрив № 3		
Направлення витру	Повторюваність витру. %			Повторюваність витру. %			Повторюваність витру. %		
	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	21	—	—	—	—	—	13	—	—
NE	7	—	—	7	—	—	11	—	—
E	2	—	—	46	—	—	16	—	—
SE	2	—	—	9	—	—	19	—	—
S	7	—	—	12	—	—	25	—	—
SW	4	—	—	15	—	—	4	—	—
W	28	—	—	10	—	—	3	—	—
NW	14	—	—	0	—	—	9	—	—

Продовження табл. 2.6

1	2		3		4	
Результуючий вите	направлення. у румбах	NW	направлення. у румбах	N	направлення. у румбах	SE
	швидкість. м/с	< 3	швидкість. м/с	3-5	швидкість. м/с	3-5
Максимальна швидкість вите. м/с	спостережена	10	спостережена	34	спостережена	45
	розрахункова	—	розрахункова	—	розрахункова	—
Повторюваність штилів. %	0		1		2	
Схема «рози витрів»						

Таблиця 2.7

Видимість, водний і тепловий режими атмосфери, гідрологічні характеристики

Характеристики за ділянками	Туапсе	Гибралтар	Тампа
1	2	3	4
Температура повітря. °C	22	20	26
Температура води. °C	20	20	27
Відносна вологість. %	80	75	75
Повторюваність туманів. %	—	1	1
Видимість менше 2 миль. %	< 10	< 10	< 10
Хмарність. бали	2	5	5
Солоність води. ‰	18.0	35.0	36.5
Щільність води. кг/м ³	1.0150	1.0250	1.023

Продовження табл. 2.7

1		2	3	4
Постійні течії	назва	—	Канарська	Флоридська
	термодинамічна характеристика	тепла	холодна	тепла
	направлення	NE	SW	N
	швидкість, вузл.	1-2	0.5-1.5	1.0-1.5
	стійкість	50-75	50-75	50-75
Швидкість припливних тецій, вузл.		—	—	—
Висота хвиль, м	середня	2	< 5.0	< 5.0
	максимальна	3	5.0-10.0	5.0-10.0
Період хвиль, с		5	10	3

2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибрежному плаванні

Порт Туапсе розташований на східному узбережжі Чорного моря в 75 кілометрах на північний захід від Сочи. Туапсе є комерційним портом і розділений на 3 зони: по прийому пасажирів, обробці генеральних і балкерних вантажів і нафтеналівного терміналу. До порту відносяться 2 якорних стоянки з глибинами 13.6 метрів і 24 метри. дно покрито піском і черепашкою. місця стоянок вказані на морських навігаційних картах. Щорічно порт обробляє близько 3800000 тонн вантажу. У порту діє літня вантажна марка для судів більше 100 метрів, а для судів менше 100 метрів вводиться зимова вантажна марка з 1 грудня по 28/29 лютого.

Орієнтовний час прибуття в порт повинен докладатися за 24 години до підходу.

Зв'язок з портом здійснюється по УКВ зв'язку на 09.12, 14 і 16 каналах.

Межа порту проходить по береговий риси. а з морського боку пов'язана точками:

44°05.85' N 039°03.30' E

44°04.40' N 039°01.60' E

44°01.40' N 039°06.10' E

44°02.40' N 039°07.40' E

44°04.30' N 039°05.00' E

44°05.25' N 039°04.90' E

Вхід в порт здійснюється по вхідному каналу. довжина якого складає 400 метрів. ширину – 120 метрів. глибину – 13.5 метрів.

Лоцманська проводка в порт обов'язкова. місця прийому/здачі лоцмана вказани на морських картах або в наступних координатах 44°03.7' N 039°03.9' E.

Висота припливної хвилі складає 0.6 метрів. Щільність води – 1.015.

Основний навігаційний орієнтир в порту – маяк Кодошський (44°06' N 039°02' E).

У порту є потужні буксири. використання яких при швартових операціях обов'язково.

У порту обладнани причали для обробки наступних вантажів: мазут. дизельне паливо. газолін. штучні вантажі. феросплави. метал. генеральні вантажі. цукор. руда. вугилля. а також пасажирський термінал. На причалах встановлені порталні крани. є пересувна допоміжна техніка. На території порту розташовані площі для відкритого зберігання вантажів.

У порту можна здійснити дрібний ремонт. поповнити запаси води. палива і провізії.

Перелік документів, необхідних для оформлення на прихід (видхід):

Crew List – 7 шт.

Passenger List – 7 шт.

Stores List (deck. engine. galley) – 1 шт.

Provisions List – 3 шт.

Crew Personal Effects List – 2 шт.

Customs Declaration – 1 шт.

Cargo List – 2 шт.

Maritime Declaration of Health – 1 шт.

Bill of Lading – 4 шт.

Stowage Plan – 7 шт.

Last Port Clearance – 1 шт.

Ports of Call List – 2 шт.

Bonded Stores List – 2 шт.

Narcotics List – 1 шт.

Arms & Ammunition List – 1 шт.



Рис. 2.1. План порту Туапсе

Протока Тампа и порт Тампа. Протока Тампа (27°35' N. 82°44' W) вдаётся до западного берега пивострова Флорида; вход в загоу розташований миж

островами Анна-Марайа (27°31' N. 82°44' W) и що знаходиться в 4.5 милях до N від нього островом Маллет-Ки. Береги затоки низькі і в основному поросли мангровим лісом. Вид північного берега затоки виступає півострів Інтербей (27°51' N. 82°30' W). що розділяє вершину затоки на дві милководні бухти. західна з яких називається бухтою Олд-Тампа. а східна – бухтою Хілсборо (Hillsborough).

У затоку впадає багато річок. найбільш багатоводною з яких є річка Манаті. доступна тільки для малих судів.

Біля берегів затоки Тампа обладнаний порт Тампа (27°55' N. 82°27' W). а на березі вершини бухти Хілсборо розташовано місто Тампа (27°58' N. 82°27' W). У веденні адміністрації порту Тампа знаходяться причальні споруди. розташовані у міста Тампа. у басейні у міста Порт-Тампа. в гавані Биг-Бенд. а також причальні споруди. що знаходяться в гірлі річки Алафія.

Через усю затоку від його входу пролягає головний фарватер. який на південь від півострова Інтербей розгалужується на два фарватери. що ведуть у бухти Хілсборо і Олд-Тампа. До причалів в порту Тампа і басейні Сент-Пітерсберг великі судна можуть підходити тільки по каналах.

Проектна глибина на головному фарватері у входу в затоку 15 м. в затоці до порту Тампа і басейну Сент-Пітерсберг 13.8 м. Найменші глибини показані на картах.

В порівнянні з іншими затоками і бухтами. що вдаються до східного берега Мексиканської затоки. протока Тампа є найглибшим і найбільш зручним для стоянки судів.

Примітні пункти. При підході до затоки Тампа орієнтирами можуть служити: спостережна вежа (27°35' N. 82°46' W) лоцманської станції. Егмонт-Ки. що стоїть на острові; старий форт Де-сотий (27°37' N. 82°44' W). розташований на південному краю острова Маллет-Ки; висока цистерна для води. що знаходиться в 1.4 милях до NE від форту Де-сотого; численні будівлі готелів. великий позолочений купол океанаріуму. шпиль церкви і висока цистерна на острові Лонг-Ки; висока будівля. що піднімається на мисі Максимо (27°42'

N. 82°44' W). и численни будивли и цистерни, що знаходяться до NE вид мису уздовж пляжив, яки облямовують західний берег затоки Тампа.

Гидрометеорологічні відомості. У затоці Тампа 8 днів в році відмічається температура повітря 32 °C і вище.

Вітер з берега іноді знижує рівень води в затоці на 1.2 м і затримує настання моменту повної води до 3 годин. Затяжний вітер від SW піднімає рівень води майже на 1.2 м і прискорює настання моменту повної води до 1 години.

У сезон злив втрі виникають несподівано.

Тропічні циклони в затоці спостерігаються в червні і жовтні. Шторми втрі бувають нечасто.

Середнє річне число днів з опадами у вигляді злив, супроводжуваних грозами, найчастіше вони спостерігаються в червні-вересні в другій половині дня і увечері.

Вночі в період холодного сезону утворюється туман (3-6 днів в місяць), але він зазвичай розсіюється в уранішні години.

Середня велика величина припливу в затоці Тампа 0.7 м. У 6.7 милях до W від острова Егмонт-Кі при північному втрі спостерігається постійна течія, спрямована на S із швидкістю 0.4 вузли. У цьому районі припливна течія має обертальний характер (обертається за годинникову стрілку) і змінну швидкість. Перед входом в затоку Тампа і при виході з нього мореплавці повинні отримати місцевий прогноз погоди і вести постійне спостереження за погодою. порожнім судам треба зробити баластування.

Навігаційне обладнання. Розташовані в затоці Тампа головний фарватер, канали і фарватери, що ведуть в порти і бухти, обладнані створами знаків, що світять і не світять, захищаються світлящими буями, що не світять, і знаками. На причальних спорудах встановлені вогні. Небезпеки захищаються буями і знаками. На греблі Саншайн-Скайуей запалюються загороджувальні авіаційні вогні.

Підводні кабелі в деяких місцях прокладені через затоку Тампа і бух-

ти. що вдаються до його берегів. Затонули судна. небезпечні для плавання. лежать на підходах до затоки Тампа. в ним самому і поблизу головного фарватеру. Підводні перешкоди (рибні і устричні банки) є на підходах до затоки Тампа і в самій затоці Тампа. Звалища ґрунту і колишні звалища ґрунту розташовані на підходах до затоки Тампа. уздовж головного фарватеру і в затоці Тампа.

Лоцманська служба. Лоцманська проводка в межах затоки Тампа обов'язкова для усіх судів. Сповіщення про час прибуття в район лоцманської проводки суду повинні давати за 24 години. У першому сповіщенні потрібно повідомити довжину. ширину і найбільше осідання судна. Лоцманські катери несуть сигнал Н (Хотел) по Міжнародному зведенню сигналів.

Портові засоби і обладнання. У порту Тампа є буксири потужністю до 2560 кВт; буксири забезпечені протипожежним обладнанням. Буксири зустрічають судна у буя № 4В (27°39' N. 82°37' W).

У порту Тампа є крани вантажопідйомністю до 150 т. плавучий кран вантажопідйомністю 100 т. конвеєри. холодильні і морозильні установки. До більшості причалів підведені залізничні гілки. У порту Тампа є верфі. доки і слипи; тут можна зробити будь-який ремонт корпусу і механізмів судна. У порту Тампа можна поповнити запаси рідкого палива. води і продовольства. Рідке паливо подається баржами.

Мирні лінії (27°42' N. 82°34' W) розташовані в затоці Тампа. Чотири мирні лінії. сполучені між собою. утворюють квадрат із стороною 1 миля. Курси пробігу по південно-східній і північно-західній мирним лініям 37.7°-217.7°. а курси пробігу по північно-східній і південно-західній мирним лініям 127.7°-307.7°.

Знаки. У кутах квадрата встановлені знаки на палях. Вид знаків: білий квадрат з помаранчевою світловидбиваючою облямівкою і з чорними буквами.

Портові правила. У порту Тампа встановлені наступні правила:

у затоці Тампа і на підходах до нього допустиме осідання судна за но-

рмальних умов припливу 10.2 м;

при обмежений видимості судну не слід проходити через затоку Тампа. якщо попереду по курсу ліворуч і справа не видно буї, що захищають фарватер. Судно повинне слідувати з безпечною швидкістю;

по можливості переговори про рух судна повинні вестися через агентуючу фірму. Якщо час обмежений, то домовлятися слід на УКВ;

у звичайних умовах, коли встановлюється черговість руху між судном що виходить з порту і судном що входить в нього і коли останнє не пройшло ще підхідним буй, в першу чергу повинне слідувати судно, що виходить.

Виключеннями з цього загального правила є:

вихід і вхід судів під час припливу, коли одночасно слідувати можуть не більше двох судів входять і виходять;

якщо судно, що користується правом першочергового проходу, не може звільнити місце стоянки або увійти до затоки впродовж 30 хвилин після встановленого часу, то воно втрачає надане право;

зустріч судів і проходження судів один повз одного можливі тільки там, де це дозволяють розмір судна, ширина фарватеру і обстановка. Обидва судна повинні слідувати з безпечною швидкістю. Судно, менш схильне до дії течії і витру, повинне поступитися дорогою іншому судну.

Якщо дозволяє обстановка, то судно з малим осіданням повинне поступитися дорогою судну з великим осіданням.

Якщо одне судно підходить до причалу, а інше безпечно відшвартовано і немає можливості домовитися про місце, де маневруватиме перше судно, то інше судно повинне залишатися біля причалу.

Ніщо з викладеного тут не відмінняє встановлених правил плавання у внутрішніх водах США і не знімає відповідальності за безпеку плавання з судноводіїв.

Портом Тампа управляє портова адміністрація, яка встановлює портові правила, видає Operations Manual, Port Directory і Terminal Map

Необхідні документи на прихід/видхід:

		φ λ	нисть види- мости. мили	тери- стики	Истин- ний пеленг	Найко- ротша видстань
1	2	3	4	5	6	7
1	East Brkw	44°05.2' N; 39°04.1' E	10	Fl(2) 10s	097	005

Продовження табл. 2.8

1	2	3	4	5	6	7
2	Turkeli	41°13.9' N; 29°06.9' E	22	Fl(2) 12s	282	0.6
3	Kali Burnu	41°12.4' N; 29°06.3' E	18	Fl10s	312	0.4
4	Acar	41°09.7' N; 29°04.3' E	10	Fl5s	132	0.3
5	Incirkoy	41°07.6' N; 29°05.8' E	9	Fl(2) 10s	060	0.85
6	Kanlika	41°06.2' N; 29°04.1' E	9	Fl3s	133	0.3
7	Asian	41°04.9' N; 29°03.4' E	11	Fl(2) 10s	270	0.14
8	East Pillar	41°04.2' N; 29°03.5' E	12	Fl5s	129	0.5
9	Belerbey	41°02.6' N; 29°02.4' E	6	Fl(3) 15s	143	0.4
10	Rihtimi	41°01.7' N; 28°59.3' E	8	Fl(2) 7s	323	0.36
11	Ahirkapi	41°00.3' N; 28°59.1' E	13	Fl(3) 9s	270	0.3
12	Esilkoy	40°57.6' N; 28°50.3' E	14	Fl5s	336	3.2
13	Ambarli	40°58.1' N; 28°42.5' E	15	Fl(2) 10s	351	4.45
14	Gelibolu	40°24.6' N; 26°40.9' E	17	Fl(5) 10s	319	0.55

Продовження табл. 2.8

1	2	3	4	5	6	7
15	Karakova	40°19.2' N; 26°41.0' E	12	Fl(2) 14s	311	0.55
16	Nagra Kolesi	40°11.8' N; 26°24.0' E	13	Fl(3) 10s	152	0.5
17	Kilitbahir	40°08.7' N; 26°22.9' E	9	Fl3s	291	0.2
18	Sudulbahir	40°02.5' N; 26°11.6' E	10	Fl(2) 5s	331	0.7
19	Akra Fasa	37°57.4' N; 24°41.2' E	17	Fl15s	136	3.3
20	Tarifa	36°00.0' N; 005°36.5' W	26	Fl(3) 10s	358	2.4
21	Abaco	25°51.8' N; 77°11.8' W	23	Fl10s	351	10.5
22	Great Stirrup Cay	25°49.6' N; 77°54.1' W	22	Fl(2) 20s	217	11.5
23	Egmont Key	27°36.1' N; 82°45.6' W	12	LF1 15s	209	0.4
24	Lower Range Front	27°40.2' N; 82°36.3' W	3	Q 1s	153	0.4
25	Common Front	27°48.6' N; 82°26.9' W	3	Q 1s	152	0.1
26	Port Sutton	27°54.5' N; 82°25.7' W	2	Q 1s	050	0.2

2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1 Розрахунок ортодромії

Рейс є фактичним. При розробці плану переходу доцільно розрахувати плавання по ДБК: від точки $\varphi_H = 35^{\circ}57' \text{ N}$, $\lambda_H = 06^{\circ}14' \text{ W}$ до точки $\varphi_K = 25^{\circ}44' \text{ N}$, $\lambda_K = 76^{\circ}51' \text{ W}$.

Розраховую локсодромічний курс:

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

Обчислюють довжину локсодромії:

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

Таблиця 2.9

Розрахунок локсодромії

φ_K	$25^{\circ}44' \text{ N}$	λ_K	$76^{\circ}51' \text{ W}$	PMЧ	-716
φ_H	$35^{\circ}57' \text{ N}$	λ_H	$06^{\circ}14' \text{ W}$	K	260°
PШ	-613	PД	-4237	S	3681

Визначити довжину ортодромії:

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

$$D = 3612 \text{ миль}$$

Доцільність плавання по ортодромії рівна:

$$\Delta S = S_{\text{л}} - D = 3681 - 3612 = 69 \text{ миль}$$

Плавання по ортодромії вигідно.

Виконаємо розрахунок плавання по ортодромії:

Знаходимо λ_0 :

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\lambda_n - \lambda_k}{2} - \lambda_0\right) = \operatorname{tg} \frac{PД}{2} \times \sin 2\varphi \times \cos ecPШ \quad (2.4)$$

$$\operatorname{tg} k_0 = \frac{\sin(\lambda_n - \lambda_0)}{\operatorname{tg} \varphi_n}$$

$$\text{Обчислюю } k_0 \Rightarrow \quad (2.5)$$

Таблиця 2.10

Курси и видстані при плаванні по ортодромії

N	Широта	Довгота	Курс	Видстань
1	37° 25' N	20° 00.0' W	278	668
2	37° 29' N	30° 00.0' W	270	476
3	36° 41' N	40° 00.0' W	264	481
4	35° 01' N	50° 00.0' W	258	497
5	32° 25' N	60° 00.0' W	253	523
6	25° 44' N	76° 51.0' W	246	970

2.3.2 Складання маршрутних листів

Відповідно до рекомендацій ІМО, при плануванні рейсу необхідно скласти маршрутні листи. Маршрутний лист приведений на рис. 2.3-2.4.

2.3.3 Графічний план переходу

Результати навігаційного планування переходу оформляють у вигляді графічного плану переходу, який представлений на рис. 2.5. На графічному плані наноситься наступна інформація: курс судна (ортодромія чи локсодромія), назви портів виходу/заходу, основні течії, рози витрів.

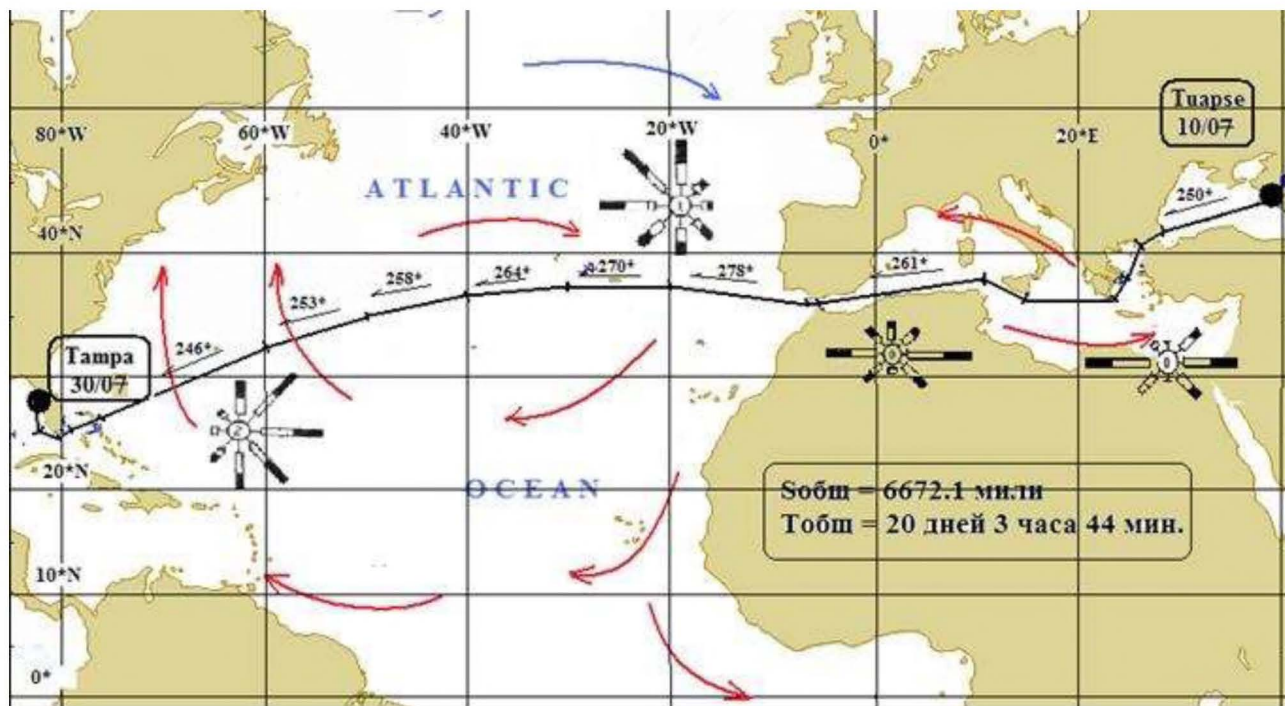


Рис. 2.5. Графичний план переходу

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

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 широті місця судна φ и схиленню Сонця δ на моменти його сходу и заходу по формули $\text{tg } A$ розрахуємо азимути Сонця (Z) при сходу и заходу. яки також внесемо до табл. 2.11.

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

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 освітлености

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
10.07	03.17	04.40	56	20.13	304	21.36	04.10	28	19.49
11.07	02.43	04.05	57	19.35	303	20.54	04.15	29	20.17
12.07	03.23	04.40	58	19.42	302	20.52	05.41	1	21.23
13.07	03.02	04.11	59	19.04	301	20.15	06.13	2	21.41
14.07	03.24	04.35	60	19.35	300	20.47	07.44	3	23.00
15.07	02.49	04.00	60	19.02	300	20.13	08.23	4	23.06
16.07	03.20	04.31	60	19.28	300	20.37	10.08	6	—
17.07	03.51	05.01	60	19.54	300	21.04	11.44	7	00.10
18.07	03.18	04.28	60	19.23	300	20.33	12.24	8	00.11
19.07	03.44	04.54	60	19.53	300	21.03	14.03	9	01.10
20.07	03.10	04.21	60	19.22	300	20.34	14.43	10	01.10
21.07	03.38	04.49	60	19.50	300	20.59	16.23	11	02.10

22.07	03.09	04.19	60	19.13	300	20.21	17.01	12	02.17
-------	-------	-------	----	-------	-----	-------	-------	----	-------

Продовження табл. 2.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
23.07	03.40	04.49	60	19.37	300	20.45	18.36	13	03.30
24.07	03.12	04.20	61	18.58	299	20.04	19.01	14	03.48
25.07	03.45	04.50	62	19.16	298	20.18	20.18	15	05.15
26.07	04.17	05.19	63	19.35	297	20.35	21.28	16	06.46
27.07	03.48	04.48	63	18.53	297	19.52	21.33	17	07.16
28.07	04.18	05.16	64	19.15	296	20.13	22.34	18	08.42
29.07	03.44	04.42	63	18.27	297	19.25	22.20	19	09.03
30.07	04.38	05.37	63	19.30	297	20.29	23.51	20	10.50

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. Регулярні коливання рівня викликаються: приливоутворюючими 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 дату порту приходу, для порту Туапсе припливи незначні, тому розрахунок робити не будемо.

Таблиця 2.12

Час настання повних і малих вод.

Для складання табл використовувалася програма TideCalc

Тампа			
30.07		30.07	
T_{Π}	h_{Π}	T_{Π}	h_{Π}
02:17	+ 0.9	13:41	+ 0.9
$T_{\text{м}}$	$h_{\text{м}}$	$T_{\text{м}}$	$h_{\text{м}}$
07:57	– 0.5	20:07	– 1.0

Графік приливів представлений на рис. 2.6.

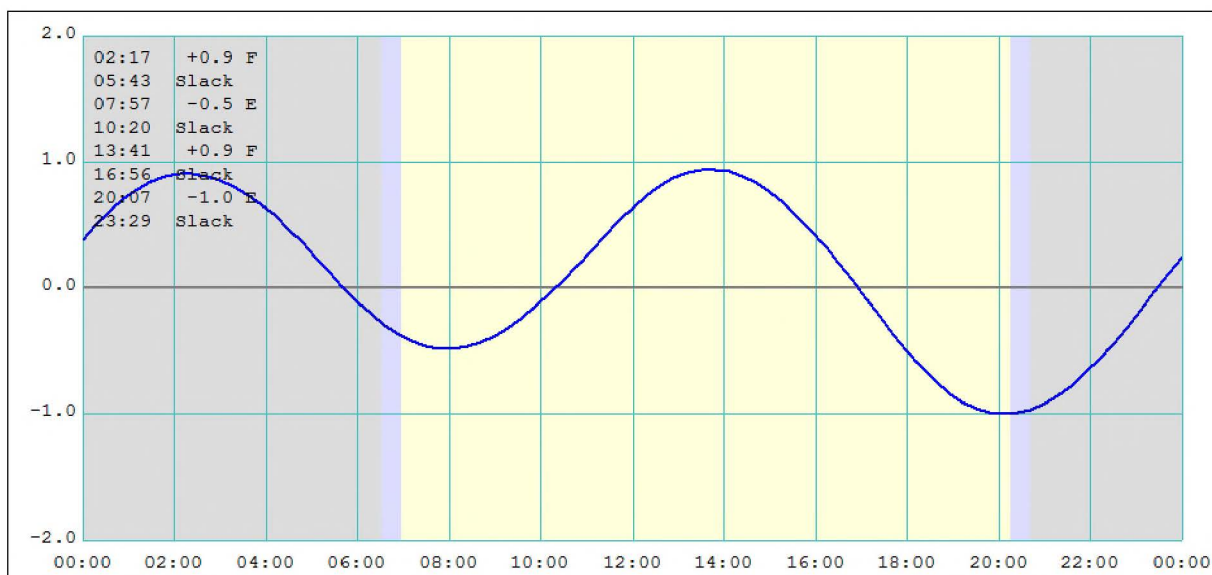


Рис. 2.6. График повної і малої води для порту Тампа

РОЗДИЛ 3

ОБРОБКА ТА РОЗМИЩЕННЯ 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 аміачної селитри регламентуються 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];

- Code of Practice for the Safe Loading and Unloading of Bulk (BLU Code) [9];

- International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.axelzone.ro/storage/ttm/_lessons/bulk_carriers/IMSBC%20CODE.pdf [10].

- International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://asp.mot.gov.il/media/com_form2/content/documents/c3/a830/f27/MSC%20406\(96\).pdf](http://asp.mot.gov.il/media/com_form2/content/documents/c3/a830/f27/MSC%20406(96).pdf)

IMDG Code. Supplement 2020 edition [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.tmgdgebze.com/wp-content/uploads/2017/12/sozlesme6.pdf> [12].

Амиачна селитра (Ammonium Nitrate) – хімічна сполука NH_4NO_3 , сіль азотної кислоти. Це гранульоване добриво, що відноситься до групи амиачно – нитратних добрив типу А. Випускається переважно у вигляді гранул, оброблених спеціальним складом, який оберігає від поглинання селитрою водяної пари.

Зовнішній вигляд – гранули білого кольору без сторонніх механічних домішок.

Обробка поверхнево – активною речовиною «Ліламин», що забезпечує хорошу сипучість і антизлежуваність продукту при зберіганні. Гранули розміром до 4 мм. Сумарна масова доля нитратного і амонійного азоту в перерахунку на суху речовину – не менше 34.4%.

Кристалічна речовина білого кольору. Температура плавлення 169.6°C , при нагріві вище цієї температури починається поступове розкладання речовини, а при температурі 210°C відбувається повне розкладання. Температура кипіння при підвищеному тиску – 235°C . Кут природного укосу 27° .

Велика частина нитрату амонія використовується або безпосередньо як хороше азотне добриво, або як напівпродукт для отримання інших добрив. Для запобігання створення вибухової речовини на основі нитрату амонія в добрива, доступні в широкому продажу, додаються компоненти, що знижують вибухонебезпеку і детонацію. Властивості чистого нитрату амонія, такі як крейда (карбонат кальцію).

Щодо транспортної класифікації згідно IMDG Code відноситься до небезпечних вантажів. Клас 5.1. Е окислювачем і пожежонебезпечна. При температурі 210°C і взаємодії із сіркою, сірчанім колчеданом, кислотами, суперфосфатом, хлорним вапном, порошкоподібними металами (особливо з цинком) розкладається з виділенням токсичних оксидів азоту і кисню. Виризняється кисень може викликати загоряння горючих матеріалів і, як наслідок, пожежа. У разі забруднення амиачної селитри органічними матеріалами (тканини, крохмаль, тирса, ганчір'я, папір, вугілля та ін.). Рідким паливом або при сильній пожежі розкладання амиачної селитри може перейти у вибух. Не-

безпека вибуху також може виникнути в результаті детонації в безпосередній близькості від зануреного речовини. За ступенем впливу на організм має 4 клас небезпеки. Вантаж – слабопилящий. допустима концентрація пилу в повітрі робочої зони 10 мг/м^3 . При зволоженні – корозійноактивна. За погодженням з перевізником може бути пред'явлена до перевезення навалом. Включена в список вантажив. перерахованих в Додатку В IMSBC Code.

Основні транспортні характеристики вантажу представлені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Об'ємно-масова характеристика вантажу

Назва вантажу	IMSBC Code			Норми вантажних робіт. т/добу	
	Група	Питомний навантажувальний об'єм. $\text{м}^3/\text{т}$	Кут природного укосу. $^\circ$	Порт навантаження	Порт вивантаження
1	2	3	4	5	6
Аміачна селитра	В	0.99	> 27	8000	6000

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

Номенклатура, властивості вантажив, 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 входять в обов'язки порту.

Приведення трюмів. в стан. що відповідає для цього вантажу розпочинається з очищення залишків вантажу. що ранише перевозиться. видалення сепаратії і прокладення матеріалів. прибирання сміття. Дали підготовка ведеться залежно від особливостей вантажу. підготовленого до перевезення.

Трюмні льяла необхідно розкривати і очищати після кожного вивантаження. оскільки в них скупчується вода. що стикає з трюмів і мистить домишки вантажів. які можуть розкладатися.

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

Особлива увага при підготовці до прийому будь-якого роду вантажу необхідно приділяти надійності водовидливної 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 задраїти їх і оглянути щільність прилягання кришок до горловини. переконавшись в правильній установці прокладень і наявності гайок.

Підготовка до перевезення генеральних вантажів включає підбір прокладення і сепаратії матеріалів. без яких судно не може вважатися готовим до вантажних операцій.

Перед початком вантажних операцій верхня палуба має бути звільнена від всяких сторонніх предметів. що перешкоджають грузовим роботам або

розміщенню вантажу на палуби; стрили. крани. лебідки мають бути перевирені і приведені в робочий стан; вантажні люки відкривають. якщо немає атмосферних опадів; верхня палуба. трюми і місця вантажних робіт мають бути добре освічені палубними і переносними вогнями (люстрами)

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. вантажопідйомності 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 коносаменту допускається тільки після прийому вантажу до перевезення. Він видається один раз для перевезення цієї партії вантажу. Вторинна видача коносаменту по одному і тому ж вантажу допустима тільки за умови повернення перевізникові ранише виданих посилачеви 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 посилачеви: 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 перевезен-

нях. 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 ряди випадків умови контракту вимагають, щоб на коносаменти був ще додатковий напис: "на борту" ("on board").

Коносамент містить наступні реквізити:

1. Найменування судна;
2. Найменування перевізника (судовласницького підприємства);
3. Порт і країна вантаження;
4. Порт і країна вивантаження;
5. Найменування відправника;
6. Найменування одержувача.

При цьому в передбачаються наступні варіанти:

конкретне найменування одержувача. В цьому випадку коносамент називається іменним. Застосовується він у тому випадку, коли товар вже проданий і відправлений за адресою одержувача;

коносамент на пред'явника. В цьому випадку графа "вантажодержувач" не містить ніяких вказівок, і вантаж видається тому, хто його пред'явить;

коносамент може бути виписаний "наказу відправника" або "наказу одержувача". В цьому випадку коносамент носить назву ордерного. У графі "найменування одержувача" має бути вказане: "to order of .", і далі найменування організації відправника або одержувача. У практиці міжнародної торгівлі переважають ордерні коносаменти, оскільки вони спрощують передачу прав на вантаж. Іменні ж коносаменти виписуються рідше, переважно на цінні вантажі.

Штурманська розписка (Mait 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 ви-

дбиваються 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 заминений коносаментом.

Таймшит – документ – відомість облику часу стоянки судна (сталийного 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 простой за час стоянки судна в порту. У ним 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 Туапсе діє літня вантажна марка, в порту Тампа – діє літня вантажна марка і обмежень опаді в портах для цього судна відсутні, тому роз-

рахункова водотоннажність відповідатиме водотоннажності по літню вантажну марку.

$$\Delta p = \Delta l$$

$$\Delta p = 45382 \text{ т}$$

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.

$$\Delta_w = 45382.0 - 8065.0 = 37317.0 \text{ т}$$

Ходовий час визначається по формули:

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

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.

$$t_x = \frac{6672}{24 \cdot 14.0} + 0.3 = 20.2 \text{ диб.}$$

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

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

$$P_m^x = 27.0 \cdot 20.2 \cdot 1.2 = 654.5 \text{ т}$$

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

$$P_v^x = 1.0 \cdot 20.2 \cdot 1.2 = 24.2 \text{ т}$$

$$P_v^x = q_v^x \cdot t_x \cdot k_{шт}; \quad (3.6)$$

$$P_v^x = 5.0 \cdot 20.2 \cdot 1.2 = 121.2 \text{ т}$$

$$P_{см}^x = q_{см}^x \cdot t_x \cdot k_{шт}; \quad (3.7)$$

$$P_{см}^x = 0.17 \cdot 20.2 \cdot 1.2 = 4.1 \text{ т}$$

$$P_{зан}^x = 654.5 + 24.2 + 4.1 + 121.2 = 804.0 \text{ т}$$

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 $P_{нал.м} = 766.9 \text{ т}$.

Дизельне паливо $P_{\text{диз}} = 154.2$ т.

Запас мастильної олиї $P_{\text{м}} = 49.0$ т.

Запас прісної води $P_{\text{в}} = 155.0$ т.

Всього запасів $P_{\text{зан}} = 1125.1$ т.

Баласт $P_{\text{б}} = 8.0$ т.

Константа $\text{const} = 237.3$ т.

Кінець рейсу: моторне паливо 220.9 т; дизельне паливо 134.7 т; мастило 45.5 т; вода 57.5 т.

Розрахувавши загальну кількість рейсових запасів, приступають до визначення чистої вантажопідйомності судна Δ_q на рейс:

$$\Delta_q = \Delta_w - P_{\text{зан}} - P_{\text{б}} - \text{const} \quad (3.8)$$

$$\Delta_q = 37317.0 - 1125.1 - 8.0 - 237.3 = 35946.6 \text{ т}$$

Оскільки вантажний план складався по реальному рейсу, та фактична кількість вантажу, прийнятого до перевезення склала 24000 т, тобто чисту вантажопідйомність не перевищує.

3.4 Складання вантажного плану

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

При перевезенні ризноридних вантажів в практики використовується принцип розподилу вагового навантаження по довжини судна пропорційно кубатури вантажних приміщень за допомогою коефіцієнта порівняння вантажомисткості кожного вантажного приміщення (K_i):

$$K_i = \frac{W_i}{W_c}, \quad (i = 1, 2, \dots, n); \quad (3.9)$$

де W_i – вантажомисткість i –го вантажного приміщення. м^3 ;

W_c – вантажомисткість судна. м^3 ;

n – кількість вантажних приміщень.

Значення розподиленої маси для i –го вантажного приміщення (Q_i) визначається як твір коефіцієнта порівняння вантажомисткості i –го вантажного приміщення на розраховану загальну масу вантажів ($Q_{\text{повн}}$):

$$Q_i = K_i \cdot Q_{\text{повн}}. \quad (3.10)$$

Розрахунок розподиленої маси вантажних приміщень проводиться в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Розподіл вагового навантаження по вантажних приміщень судна

Найменування вантажного приміщення	Вантажомисткість вантажного приміщення $W_i, \text{м}^3$	Коефіцієнт порівняння K_i	Допустиме максимальне вагове навантаження вантажного приміщення $Q_i, \text{т}$
Трюм № 1	6406.4	0.1392	3340.3
Трюм № 2	9955.6	0.2163	5190.8
Трюм № 3	9977.3	0.2168	5202.1
Трюм № 4	9977.3	0.2168	5202.1

Трюм № 5	9713.6	0.2110	5064.6
Разом	46030.1	1	24000

За результатами розподилу вантажив складається зведена табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Розміщення вантажив на судні

Найменування вантажного приміщення	Маса. т	Об'єм. м ³
Трюм 1	6345	6338.6
Трюм 2	0	0
Трюм 3	9981	9971.0
Трюм 4	0	0
Трюм 5	7674	7666.3
Разом	24000	23976

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

Рейс здійснювався з порту Туапсе в порт Тампа в липні. Протяжність переходу 6672 милю.

При складанні вантажного плану необхідно в комплексі враховувати характеристики судна, вантажу, траси і портив заходу. Характеристики експлуатаційних умов рейсу висвітлені в 2 глави.

Порт видходу: Туапсе (щільність води $\rho = 1.015 \text{ т/м}^3$)

У порту видходу діє литня вантажна марка.

Вхід в порт здійснюється по вхідному каналу, довжина якого складає 400 метрів, ширину – 120 метрів, глибину – 13.5 метрів.

Лоцманська проводка в порт обов'язкова, місця прийому/здачі лоцмана вказані на морських картах або в наступних координатах 44°03.7' N 039°03.9' E.

Висота приливної хвилі складає 0.6 метрів.

У порту є потужні буксири. використання яких при швартових операціях обов'язково.

У порту обладнани причали для обробки наступних вантажів: мазут. дизельне паливо. газолін. штучні вантажі. феросплави. метал. генеральні вантажі. цукор. руда. вугилля. а також пасажирський термінал. На причалах встановлені портальні крани. є пересувна допоміжна техніка. На території порту розташовані площі для відкритого зберігання вантажів.

У порту можна здійснити дрібний ремонт. поповнити запаси води. палива і провізії.

Порт приходу: Тампа (щільність води $\rho = 1.023 \text{ т/м}^3$)

У приходу діє літня вантажна марка.

Лоцманська служба. Лоцманська проводка в межах затоки Тампа обов'язкова для усіх судів. Сповіщення про час прибуття в район лоцманської проводки суду повинні давати за 24 години. У першому сповіщенні потрібно повідомити довжину. ширину і найбільше осідання судна. Лоцманські катери несуть сигнал Н (Хотел) по Міжнародному зведенню сигналів.

Портові засоби і обладнання. У порту Тампа є буксири потужністю до 2560 кВт; буксири забезпечені протипожежним обладнанням. Буксири зустрічають судна у буя № 4В (27°39' N. 82°37' W).

У порту Тампа є крани вантажопідйомністю до 150 т. плаваючий кран вантажопідйомністю 100 т. конвеєри. холодильні і морозильні установки. Додатково причалив підведені залізничні гілки. У порту Тампа є верфі. доки і слипи; тут можна зробити будь-який ремонт корпусу і механізмів судна. У порту Тампа можна поповнити запаси рідкого палива. води і продовольства. Рідке паливо подається баржами.

РОЗДИЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ 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	Мист – кисть. т	Маса. т	Плечи. м			Моменти. тм		
			x	y	z	M _x	M _y	M _z
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Моторне паливо</i>								
No 2 Fuel Oil Tk. (C)	408.4	379.9	37.482	0.00	0.84	14239	0	319
No 3 Fuel Oil Tk. (C)	446.1	79.0	10.280	0.00	0.16	812	0	13
No 4 Fuel Oil Tk. (C)	374.9	219.0	-16.069	0.00	0.52	-3519	0	114
No 5 Fuel Oil Tk. (C)	156.2	89.0	-47.110	0.00	0.52	-4193	0	46
Всього моторного палива		766.9				7339	0	492
<i>Дизельне паливо</i>								
No 3 Diesel Oil Tk. (P)	148.7	124.2	10.280	9.55	0.84	1277	1186	104
No 3 Diesel Oil Tk. (S)	148.7	30.0	10.280	-9.62	0.20	308	-289	6
Всього дизельного палива		154.2				1585	898	110
<i>Масило</i>								
L. O. Sump. Tank (C)	18.7	35.0	-69.442	0.00	0.66	-2430	0	23
M/E L. O. R. Tank (S)	21.0	14.0	-63.869	-3.45	0.47	-894	-48	7
Всього мастила		49.0				-3324	-48	30
<i>Вода</i>								
Fresh Water Tk. (P)	109.7	105.0	-82.238	11.84	13.52	-8635	1243	1420
D.F. Water Tk. (S)	109.7	50.0	-82.225	-11.50	12.53	-4111	-575	627
Всього води		155.0				-12746	668	2047
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:		1125.1	-6.35	1.35	2.38	-7146	1517	2679

Таблиця 4.2

Розподил запасив на прихід

Найменування цистерн	Мист-кість. т	Маса. т	Плечи. м			Моменти. тм		
			x	y	z	M_x	M_y	M_z
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Моторне паливо</i> No 2 Fuel Oil Tk. (C)	408.4	220.9	37.480	0.00	0.46	8279	0	102
Всього моторного палива		220.9				8279	0	102
<i>Дизельне паливо</i> No 3 Diesel Oil Tk. (P)	148.7	104.7	10.280	9.55	0.70	1076	1000	73
No 3 Diesel Oil Tk. (S)	148.7	30.0	10.280	-9.62	0.20	308	-289	6
Всього дизельного палива		134.7				1384	711	79
<i>Масило</i> L. O. Sump. Tank (C)	38.7	31.5	-69.440	0.00	0.62	-2187	0	20
M/E L. O. R. Tank (S)	21.0	14.0	-63.869	-3.45	0.47	-894	-48	7
Всього мастила		45.5				-3081	-48	27
<i>Вода</i> Fresh Water Tk. (P)	109.7	37.5	-82.22	11.84	12.28	-3083	444	461
D.F. Water Tk. (S)	109.7	20.0	-82.21	-11.50	11.94	-1644	-230	239
Всього води		57.5				-4727	214	700
ВСЬОГО ЗАПАСИВ:		458.6	4.04	1.91	1.98	1855	877	908

Розподил вантажив представлений в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Розподил вантажив по приміщенням

Найменування приміщення	% заповнення	Маса вантажу. т	Плечи. м			Моменти. тм			
			x	y	z	M_x	M_y	M_z	M_{nzy}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Трюм №1	99	6345	64.34	0.00	9.06	408237	0	57486	1238
---------	----	------	-------	------	------	--------	---	-------	------

Продовження табл. 4.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Трюм №3	100	9981	10.87	0.00	9.06	108493	0	90428	2182
Трюм №5	79	7674	-45.59	0.00	8.09	-349858	0	62083	13785
ВСЬОГО		24000	6.95	0.00	8.75	166872	0	209997	17204
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТИВ M_x						866588			

Розподил баласту представлений в табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Розподил баласту на видхид

Найменування цистерн	Мист- кисть. m^3	Ма- са. т	Плечи. м			Моменти. тм		
			x	y	z	M_x	M_y	M_z
1	2	3	4	5	6	7	8	9
No.1 D/B W.B.Tk. (C)	357.9	4.0	64.338	0.00	0.01	257	0	0.04
No.2 D/B W.B.Tk. (P)	136.8	2.0	37.480	12.45	0.01	75	25	0.02
No.2 D/B W.B.Tk. (S)	136.8	2.0	37.480	-12.4	0.01	75	-25	0.02
Всього баласту		8.0	50.909	0.00	0.01	407	0	0.08

На підставі виконаних розподилів вантажу запасів і баласту складемо таблицю звидних даних і розрахунку водотоннажності з вказівкою координат центру ваги судна.

Таблиця 4.5

Зведени 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
1	2	3	4	5	6	7	8
Судно порожнем	8065	-6.41	-0.08	10.21	-51697	-645	82344

Продовження табл. 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8
Константа	237.3	7.72	0.00	13.65	1832	0	3239
Суднови запаси	1125.1	-6.35	1.35	2.38	-7146	1517	2679
Вантаж	24000	6.95	0.00	8.75	166872	0	209997
Баласт	8.0	50.909	0.00	0.01	407	0	0.08
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНИСТ Ь	33435.4	3.30	0.03	8.92	110268	872	298259.1
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТИВ M_x константи					1832		

Таблиця 4.6

Зведені дані і розрахунок водотоннажності на прихід

Найменування статей навантаження	На прихід						
	Маса. т	Плечи. м			Моменти. тм		
		x	y	z	M_x	M_y	M_z
Судно порожнем	8065	-6.41	-0.08	10.21	-51697	-645	82344
Константа	237.3	7.72	0.00	13.65	1832	0	3239
Суднови запаси	458.6	4.04	1.91	1.98	1855	877	908
Вантаж	24000	6.95	0.00	8.75	166872	0	209997
Баласт	8.0	50.909	0.00	0.01	407	0	0.08
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНИСТ Ь	32768.9	3.64	0.01	9.05	119269	232	296488.1
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТИВ M_x константи					1832		

Схематично вантажний план представлений на рис. 4.1.

4.2 Розрахунки посадки и початкової остийности

Розрахунок посадки судна на видходь на прихід 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
Водотоннажність масова. т	Δ	33435.4	32768.9
Абсциса центра ваги судна. м	x_g	3.30	3.64
Водотоннажність об'ємна. м ³	$V = \Delta / \rho$	33072	31970
Густина води. т/м ³	ρ	1.011	1.025
Осадка судна. м	T	8.30	8.04
Момент диферентуючий на 1 см. тм/см	M_1	480.9	479.7
Абсциса центру величини судна. м	x_c	6.59	6.72
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії. м	x_f	2.66	3.12
Апликата поперечного метacentра. м	z_m	12.10	12.19
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0.820	0.818
Диферент судна. м	$d = \Delta (x_g - x_c) / M_1$	-2.29	-2.10
Осадка судна носом. м	$T_n = T - (L - x_f) d / L$	7.12	6.95
Осадка судна кормою. м	$T_k = T_n + d$	9.41	9.05

Для виконання розрахунків и контролю остийности судна необходимо визначити поправки на вплив вильної 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
No 2 Fuel Oil Tk. (C)	1782
No 3 Fuel Oil Tk. (C)	1947
No 4 Fuel Oil Tk. (C)	1498
No 5 Fuel Oil Tk. (C)	75
No 3 Diesel Oil Tk. (P)	65
No 3 Diesel Oil Tk. (P)	65
Fresh Water Tk. (P)	70
D.F. Water Tk. (S)	81
No.1 D/B W.B.Tk. (C)	1685
No.2 D/B W.B.Tk. (P)	72
No.2 D/B W.B.Tk. (S)	72
Сума: $\Sigma \Delta m_h$	7412

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний в табл. 4.9.

Таблиця 4.9

Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення и формули	Значення величин	
		видхид	прихид
1	2	3	4
Водотоннажність масова. т	Δ	33435.4	32768.9
Невиправлена апліката Ц.В.судна. м	z'_g	8.92	9.05

Апликата поперечного метacentру. м	z_m	12.10	12.19
Невиправлена МТЦ висота. м	$h_o = z_m - z'_g$	3.18	3.14

Продовження табл. 4.9

1	2	3	4
Поправка до МТЦ висоти. м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / \Delta$	0.22	0.23
Виправлена МТЦ висота. м	$h = h_o - \Delta h$	2.96	2.91
Виправлена апліката Ц.В. судна. м	$z_g = z'_g + \Delta h$	9.14	9.28

Перевірка остійності по допустимий метacentричний висоти виконаний в табл. 4.10.

Таблиця 4.10

Перевірка остійності по допустимий метacentричний висоти

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		видхид	прихид
Осідання судна. м	T	8.30	8.04
Виправлена МТЦ висота. м	h	2.96	2.91
Максимальна гранична апліката Ц.Т.. м	h_{min}	0.15	0.15

Оскільки $h > h_{min}$. то остійність задовольняє усім вимогам.

4.3 Розрахунок и 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 відличуються від точки К. відповідний кильовий лінії, то плечи остійності ваги необхідно розраховувати по формули:

$\Delta\theta = 0.1745 \approx 10^\circ/57.3$								
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Продовження табл. 4.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кут крену θ°	Плече форми. l_ϕ , м	$\sin \theta$	$z_g^H \cdot \sin \theta$	Плече статичної остійності $l = l_\phi - z_g^H \cdot \sin \theta$, 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	2.141	0.1736	1.611	0.530	4	2.118	3	1.589
20	4.362	0.3420	3.174	1.188	2	2.376	3	3.564
30	6.686	0.5000	4.640	2.046	4	8.184	1	2.046
40	8.267	0.6428	5.965	2.302	1	2.302	$\sum_{30}$	7.199
50	9.114	0.7660	7.109	2.005	$\sum_{40}$	14.98	$a_{0-30} =$	0.471
60	9.418	0.8660	8.037	1.381	$a_{0-40} =$	0.871	$a_{30-40} =$	0.400

За результатами розрахунків будуюмо діаграми остійності на видхид (рис. 4.2) і на прихид (рис. 4.3).

4.4 Розрахунки нормованих параметрів остійності

Рекомендовані критерії остійності неушкоджених суден Міжнародною Морською Організацією (ІМО) 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 і формули	Значення величин	
		видхид	прихид
1	2	3	4
Водотоннажність масова. т	Δ	33435.4	32768.9
Осадка судна. м	T	8.30	8.04
Виправлена МТЦ висота. м	h	2.96	2.91
Площа парусності. м ²	A_v	1960	2004
Апликата центра парусності (ЦП). м	z	7.32	7.45
Плече парусності при постійному витрі. м	$z_v = z + T/2$	11.47	11.47
Плече кренувального моменту від тиску витру. м	$l_{w1} = 0.504 A_v z_v / (g \Delta)$	0.035	0.036
Плече кренувального моменту від пориву витру. м	$l_{w2} = 1.5 l_{w1}$	0.053	0.054
Відносна площа скулових килив. %	$100 A_k / (L B)$	0.355	
Коефіцієнт	k	0.993	
Аргумент	$\sqrt{h_0} / B$	0.062	0.062
Відносна ширина	B/T	3.45	3.56
Безрозмірний множник	X_1	0.810	0.800
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0.820	0.818
Безрозмірний множник	X_2	1.000	1.000
Інерційний коефіцієнт	$c = 0.373 + 0.023B/T - 0.043L/100$	0.379	0.382
Період хитавици. с	$T_\theta = 2 c B / \sqrt{h_0}$	12.6	12.8
Коефіцієнт	s	0.0614	0.0602
Коефіцієнт	$r = 0.73 + 0.6(z_g - T)/T$	0.791	0.823

Продовження табл. 4.13

1	2	3	4
Амплітуда хитами. °	$\theta_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{r s}$	19.3	19.3
Кут заливання. °	θ_f	>60	>60
Кут входу палуби у воду. °	$\theta_d = \arctg(2(H - T)/B)$	25.1	26.0
Кут крену від постійного вітру. °	θ_o	0.52	0.52
Кут крену при хитав. назустріч вітру. °	$\theta_1 = \theta_{r \text{ IMO}} - \theta_o$	18.6	18.6
Кут 2-ої точки перетину l_{w2} з ДСО. °	θ_{w2}	>50	>50
Межа площі "b" діаграми справа. °	θ_b	50	50
Площа "a" діаграми. м·рад	a	0.175	0.174
Площа "b" діаграми. м·рад	b	1.197	1.196
Критерій погоди	$K = b / a$	6.84	6.87
Невиправлена метацентрич. висота. м	h_o	3.18	3.14
Коефіцієнт	k_θ	1.107	1.11
Розрахункове прискорення	$a_{расч} = 0.0105$ $h_o / (c^2 B) k_\theta \theta_r$	0.174	0.169
Критерій прискорення	$K^* = 0.3 / a_{расч}$	1.72	1.78
Кренящ. момент від пересипання вантажу. тм	$M_{нзy}$ (из табл.4.3)	17204	
Плече моменту. при крені 0°. м	$l_{нзy} = M_{пгy} / D$	0.515	0.525
Плече моменту. при крені. 40°. м	$l_{пг40} = 0.8 l_{пгy}$	0.412	0.420
Кут крену від пересипання вантажу. °	$\theta_{пг}$ (диагр. стат. остийн.)	9.3	9.5
Кут найбільш. різниці між l і $l_{нз.}$ °	θ_m (диагр. стат. остийн.)	40.3	40.0
Кут обмеження залишкової площі. °		40.0	40.0
Залишкова площа діаграми. м рад	A_{res} (диагр. стат. остийн.)	0.577	0.570

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

Для визначення величини площі "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

$\Delta\theta_1 = (\theta_r - \theta_o + \theta_l)/4/57.3 = 4.72^\circ$ $\Delta\theta_1^{pad} = 4.72/57.3 = 0.0823$ рад					
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - \theta_l)/4 = 12.30^\circ$ $\Delta\theta_2^{pad} = 12.30/57.3 = 0.2147$ рад					
1	2	3	4	5	6
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 1.099$	1	1.099	$b_1 = 0.000$	1	0.000
$a_2 = 0.778$	4	3.110	$b_2 = 0.655$	4	2.621
$a_3 = 0.520$	2	1.039	$b_3 = 0.1602$	2	3.204
$a_4 = 0.286$	4	1.142	$b_4 = 0.2231$	4	8.923
$a_5 = 0.000$	1	0.000	$b_5 = 1.972$	1	1.972
		$\Sigma_a = 6.391$			$\Sigma_b = 16.719$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{pad} = \frac{1}{3} 6.3391 \times 0.0823 = 1.75$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{pad} = \frac{1}{3} 16.719 \times 0.2147 = 1.197$		

Таблиця 4.15

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

$\Delta\theta_1 = (\theta_r - \theta_o + \theta_l)/4/57.3 = 4.72^\circ$ $\Delta\theta_1^{pad} = 4.72/57.3 = 0.0823$ рад					
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - \theta_l)/4 = 12.3^\circ$ $\Delta\theta_2^{pad} = 12.30/57.3 = 0.2147$ рад					
1	2	3	4	5	6
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 1.090$	1	1.090	$b_1 = 0.000$	1	0.000

Продовження табл. 4.15

1	2	3	4	5	6
$a_2 = 0.769$	4	3.074	$b_2 = 0.645$	4	2.581
$a_3 = 0.516$	2	1.032	$b_3 = 1.603$	2	3.206
$a_4 = 0.287$	4	1.148	$b_4 = 2.243$	4	8.971
$a_5 = 0.000$	1	0.000	$b_5 = 1.951$	1	1.951
		$\Sigma_a = 6.344$			$\Sigma_b = 16.709$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 6.344 \times 0.0823 = 0.174$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 16.709 \times 0.2147 = 1.196$		

4.5 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

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

Таблиця 4.16

Перевірка виконання рекомендацій ІМО

Найменування величин	Позначення	Значення величин			Викон. (YES/NO)
		нормативне	видхид	прихид	
1	2	3	4	5	6
Загальні критерії:					
Площа під ДСО до кута крену 30°. м·рад	A_{30}	≥ 0.055	0.473	0.471	YES
Площа під ДСО до кута крену 40°. м·рад	A_{40}	≥ 0.09	0.870	0.881	YES
Площа під ДСО між кутами крену 30° и 40°. м·рад	A_{30-40}	≥ 0.03	0.397	0.400	YES

Продовження табл. 4.16

1	2	3	4	5	6
Плече ДСО при куті крену 30 ° або більше. м	l_{30}	≥ 0.20	2.033	2.046	YES
Кут крену. що відповідає максимуму ДСО. °	θ_m	≥ 25	40.0	39.7	YES
Виправлена метацентрична висота. м	h	> 0.15	2.96	2.91	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	6.84	6.87	YES
Кут крену від постійного витру. °	θ_o	≤ 16.0	0.7	0.7	YES
<i>Додаткові вимоги для судів тих, що перевозять зерно:</i>					
Кут крену від пересипання вантажу. °	θ_{ng}	≤ 12.0	9.3	9.5	YES
Виправлена метацентрич. висота. м	h	≥ 0.30	2.96	2.91	YES
Залишкова площа діаграми. м рад	A_{res}	≥ 0.075	0.577	0.570	YES

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

4.6 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 вантажному 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 переризуючою SF и моменту BM. що вигинає. на видхид судна представлені в табл. 4.17.

Таблиця 4.17

Перевірка поздовжньої міцності на видхид

Перериз	SF. т	SFsea. %	Доп.SF. т	BM. тм	BMsea. %	Доп.BM. тм
10	459	—	—	2634	—	—
32	30	1	2940	8136	21	38000
50	1321	—	—	18376	31	60114
67	2679	36	7420	45079	56	81000
87	-549	—	—	62333	77	81000
102	-2764	53	-5260	42363	52	81000
120	-544	—	—	16796	21	81000
137	2235	42	5330	27736	34	81000
144	1230	24	5050	38200	52	74000
160	-906	19	-4800	40212	54	74000
172	-2495	57	-4400	23952	40	60400
186	-1141	—	—	2699	7	38523
200	519	14	3700	-1530	12	-13300

Максимальна переризуюча сила -2764 т на 102 шпангоути.

Максимальний момент. що вигинає. 62333 тм. на 87 шпангоути.

На рис. 4.5 представлена епюра міцності на видхид.

Протягом всього рейсу загальна поздовжня міцність забезпечена.

РОЗДИЛ 5

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИМУШЕНОГО ЗНИЖЕННЯ ШВИДКОСТІ ЗА УМОВАМИ ЗАЛИВАННЯ НА ЗУСТРИЧНОМУ НЕРЕГУЛЯРНОМУ ХВИЛЮВАННІ

5.1 Загальні відомості щодо заливання

Заливання палуби з'являється не лише на зустрічному хвилюванні, але і при інших його курсових кутах, коли великі маси води можуть потрапляти на палубу з боку бортих, погрожуючи виламати фальшборт і нанести ушкодження об'єктам на палубі. На попутному хвилюванні заливання може відбуватися через корму. Наприклад, при русі на попутному дуже великому хвилюванні судно може бути схильне до сильної змішаної хитами і приймати через борти і корму надто багато води на палубу, чим створюється загроза розкриття вантажних люків і різних ушкоджень. Заливання також спостерігається при русі лагом до хвилі при режимі руху, близькому до резонансної зони. Особливо сильно воно в умовах резонансу хитами.

Для оцінки поведінки судна на хвилюванні, що характеризується заливанням і забризкуванням палуб і надбудов, відсутні загальноприйняті числові вимірники. Тому для оцінки властивостей судна використовують словесні описи спостережуваних явищ, що доповнюються кінозйомкою і фотографіями найцікавіших і характерніших моментів руху судна на хвилюванні. Дуже корисними в цьому випадку являються результати спостережень випробовуваного судна, що проводяться на близький від нього відстані з борту супроводжувачого судна. Ці спостереження дозволяють визначити, чи має місце оголення країв, яка протяжність частини судна, що вийшла з води, дають можливість оцінити висоту сплесків, район підйому струменів бризок і протяжність схильних до забризкування ділянок судна. В якості характерних моментів розглядають заливку палуби хвилею, що вкотилася через борт в край або середню частину судна, утворення сплесків води над палубою при ударі хвилі в

носовий край або борт судна. перетикання води по палуби і поширення потоків струминних бризок над палубою. заливання окремих частин судна і розташованих на відкритих палубах конструкцій. пристроїв або механізмів.

При розгляді забризкування в першу чергу звертають увагу на погіршення огляду з ходової рубки. утруднення обслуговування механізмів і пристроїв. встановлених на верхній палуби і інших відкритих постах. на створення перешкод в роботі навігаційної апаратури і рухової установки (наприклад. попадання води в повітря заборни канали).

Оцінка заливання і забризкування повинна враховувати не лише зовнішні умови плавання. але і конструктивні розміри. форму корпусу судна. загальне розташування суднових приміщень. устаткування і інші особливості судна. Прикладом такої оцінки забризкування промислових судів є шкала для визначення зони обледеніння суден. Для орієнтовної оцінки заливання і забризкування середньотоннажних суден традиційної архітектури може служити шкала. представлена в табл. 5.1. У цій шкали передбачається певний зв'язок між оцінками забризкування і заливання і встановлюється відповідність із вживаною в іноземній практиці чотирибальною шкалою для якісної оцінки заливання суден яка також поміщена в табл. 5.1.

Взаємозв'язок оцінок заливання і забризкування. який носить характер кореляційного. має фізичне обґрунтування. оскільки судна. що виникають при плаванні. на хвилюванні його заливка і забризкування. будучи проявами одного процесу – взаємодії судна з хвилями які набігають. – тісно пов'язані між собою і відбуваються одночасно.

Оцінку мери заливання і забризкування доцільно доповнювати вказівкою частоти повторення даних явищ. віднесеної до 1 години плавання.

Повторюваність заливання і забризкування служить одним з критеріїв морехідності. по якому можна зіставляти різні судна. а також порівнювати експериментальні дані з теоретичними розрахунками.

Таблиця 5.1

Шкала для оцінки забризкування і заливання судна

Оцінка. бали	Характеристика заливання	Характеристика забризкування	Якісна оцінка	
			українською	англійською
0	Гребні хвиль не досягають верхньої палуби. Вода на палубу не потрапляє	Струмени і бризки на палубу не потрапляють	Суха палуба	Dry
1	Гребні хвиль піднімаються до верхньої палуби. Зрідка вода вливається на палубу ¹ .	Струмени бризок піднімаються над палубою. Рідке забризкування носової частини верхньої палуби	Забризкування	Spray
2	При зустрічі судна з хвилями утворюються помирні сплески. Хвили систематично заливають палубу ² . Вода не перетикає через хвилелом	Бризки систематично обливають верхню палубу і лобову стінку середньої надбудови	Заливання	Wet
3	При ударах хвиль утворюються високі потужні сплески, що обрушуються на носову частину палуби. Носовий край заривається в хвилю. Вода не устигає стикати з палуби	Щільні потоки бризок часто обливають носовий край і середню надбудову. Бризки поширюються над палубою до корми	Сильне заливання	Very wet

Зокрема, на підставі масового обстеження голландських торгових суден було встановлено, що збільшення повторюваності заливання палуби до 5 –

¹ Характеристики заливання і забризкування відносяться головним чином до зустрічного хвилювання (курсний кут хвили від 180° до 135°). При інших курсах оцінку у балах слід доповнювати вказівкою району судна, схильного заливання або забризкування

² Характеристика заливання залежить від швидкості судна. Удари хвиль, які супроводжуються сплесками, спостерігаються тільки при досить великій швидкості судна, тоді як при невисокій швидкості можуть спостерігатися заривання носа судна в хвилю. Тому заливання оцінюють балами 2 і 3 при спостереженні принаймні однієї з вказаних ознак.

12% (від загального числа коливань судна при хитахици) примушує судново-
дїїв знижувати швидкисть судна.

Найбільш важки умови плавання для суден створює розвинене витрове хвилювання. При послабленні витру і переродженні витрового хвилювання у брижі умови плавання полегшуються: припиняються удари хвиль, сплески над палубою при зустрічі судна з гребнями хвиль стають низькими і мало роздрибленими, бризко утворювання сильно зменшується, забризкування стає практично нічим. Тому спостереження заливання, бризко утворювання і забризкування судна роблять зазвичай тільки при плаванні на витровому хвилюванні.

При хитах судна на зустрічному штормовому хвилюванні заливання палуби може відбуватися при недостатній висоті надводного борту в носовій частині. Воно може призводити до ушкодження бака, палубного устаткування, комінгсів і конструкцій люкового закриття, палубного вантажу і ін. Великі маси води, що обрушуються на палубу, окрім руйнувань надпалубних споруд і самої палуби можуть створювати великий перегинаючий момент, який в сумі з хвилевим моментом того ж знаку може досягати небезпечного рівня.

Удари хвиль по палуби можуть привести до розкриття люків, руйнування вентиляційних труб і попадання всередину корпусу великої кількості води. Тим самим заливаєність посилюється і може викликати затоплення судна. Негативний вплив на остійність судна роблять зрив з криплень і підмочка палубного вантажу, обмерзання, а для малих суден – затримка великих мас води на палубі, особливо, коли фальшборт або палубний вантаж утрудняють стик води за борт.

Удари хвиль по палуби можуть привести до розкриття люків, руйнування вентиляційних труб і попадання всередину корпусу великої кількості води. Тим самим заливаєність посилюється і може викликати затоплення судна. Негативний вплив на остійність судна роблять зрив з криплень і підмочка палубного вантажу, обмерзання, а для малих суден – затримка великих мас води на палубі, особливо коли фальшборт або палубний вантаж утрудняють стик води за борт.

Приклад кинематики входу носового краю судна в хвилю при подовжній хитавиці показаний на рис. 5.1. При взаємодії з носом судна (особливо за наявності розвалу бортив в носі) фронт хвиль зазвичай істотно спотворюється. Існуючі розрахункові методики оцінки заливання судна, ґрунтуються на застосуванні лінійної теорії хитавиці. Проте, слід мати на увазі, вони не враховують залежність процесу подовжньої хитавиці від форми надводної частини судна, яка може внести істотну поправку, особливо при великому розвали бортив в носі.

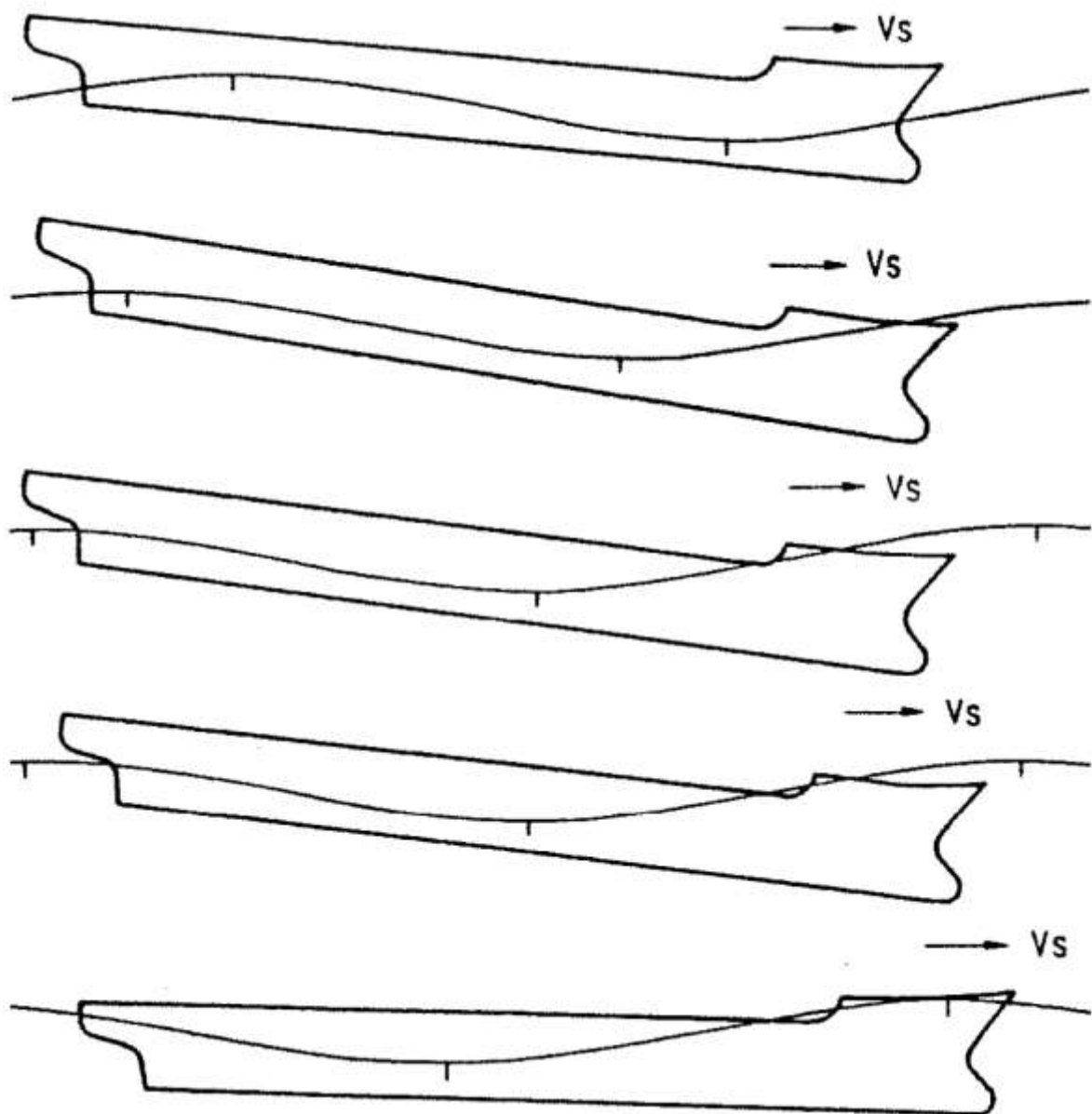


Рис. 5.1. Подовжня хитавиця судна из заливанням палуби

При оцінці заливання відносна амплітуда хвильового профілю r в поперечному перерізі судна в носі визначається різницею між абсолютною амплітудою Z_w і вертикальним переміщенням перерізу судна відносно профілю хвилі.

Підвищення хвилі над палубою:

$$h = Z_r - H_{\text{нб}}.$$

де $H_{\text{нб}}$ – висота надводного борту судна. В результаті динамічних ефектів взаємодії носа з хвилею підвищення хвилі перед ним змінюється залежно від форми носа і може бути визначене у вигляді:

$$h_{\text{max}} = k_0 h.$$

Коефіцієнт k_0 може бути визначений на основі експериментів. Наближене його значення для суден з $0.6 < \delta < 0.8$ має наступний вигляд:

$$k_0 = 1 + \frac{\delta - 0.45}{3} \left(\omega \sqrt{\frac{L}{g}} + Fr \cdot \omega^2 \frac{L}{g} \right).$$

де ω – частота хвилювання;

$Fr = \frac{v}{\sqrt{gL}}$ – число Фруда;

g – прискорення вільного падіння.

5.2 Методи визначення заливання в умовах хвилювання

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

5.2.1 Експериментальний метод

Експериментальні методи засновані на виміри піднесення хвиль відносно корпусу судна, або обробці матеріалів кіно і фото зйомок. Виміри роблять за допомогою датчиків переміщень. У разі зйомок борт судна фарбується спеціальним чином з нанесенням шкал які полегшують чисельну обробку. Експериментальні дослідження проводять на натурних об'єктах або на моделях в дослідних басейнах.

Для виміру швидкості судна під час морехідних випробувань зазвичай використовують штатні суднові лаги.

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

5.2.2 Статистичний метод

Більшість статистичних методів які використовуються на практиці можуть бути використані лише з метою між різних ступенів інтенсивності процесу заливання визначення.

Вони не враховують особливості форми корпусу, швидкісний режим руху і, таким чином, не можуть бути використані в межах дослідження що розробляється.

5.2.3 Теоретичні методи

Теоретичні методи засновані на рішенні рівнянь руху судна в умовах

хвилювання. Зазвичай для цього використовується лінійна гідродинамічна теорія хитавици.

Розглянемо дали це питання більш детально.

Суднова система координат для розрахунків хитавици наведена на рис. 5.1.

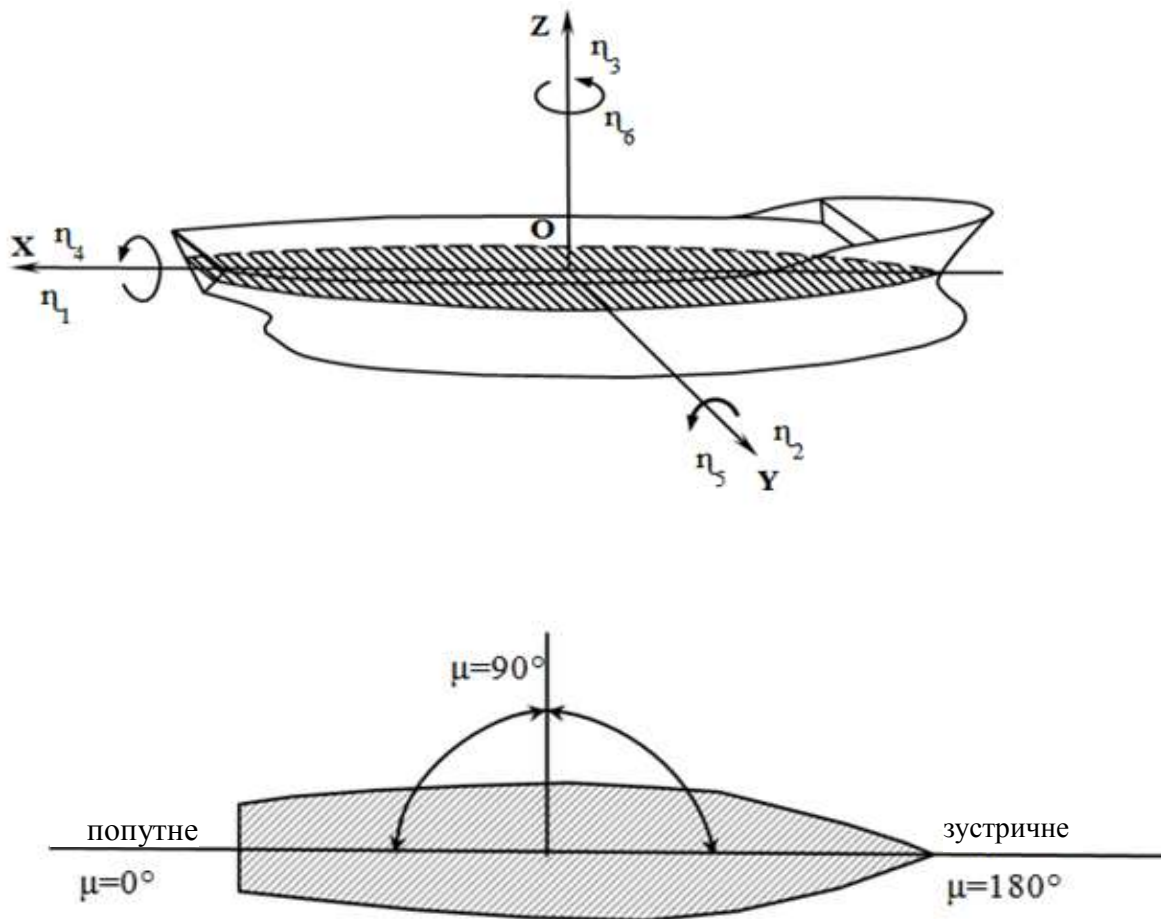


Рис. 5.1. Система координат та напрямок видлику курсового кута відносно
ХВИЛЬ

$$\sum_{k=1}^6 [(M_{jk} + A_{jk})\ddot{\eta}_k + B_{jk}\dot{\eta}_k + C_{jk}\eta_k] = F_j e^{i\omega t}; j = 1.2.3.4.5.6 \quad (5.1)$$

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;

$F_j e^{i\omega t}$ – обурюючі сили;

i – уявна одиниця.

Рішення рівнянь хитавици (5.2) мають форму:

$$\eta_j = a_j \cos(\omega_e t - \varepsilon_j), j = 1, \dots, 6. \quad (5.2)$$

де a_j – амплітуда відповідного виду хитавици;

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

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

$k = 2\pi/\lambda$ – хвильове число;

λ – довжина хвилі;

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

μ – курсовий кут судна відносно хвилювання що набігає.

Матриця узагальнених мас судна має наступний вигляд:

$$[M_{jk}] = \begin{bmatrix} M & 0 & 0 & 0 & Mz_g & 0 \\ 0 & M & 0 & -Mz_g & 0 & 0 \\ 0 & 0 & M & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -Mz_g & 0 & I_4 & 0 & -I_{46} \\ Mz_g & 0 & 0 & 0 & I_5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -I_{46} & 0 & I_6 \end{bmatrix}. \quad (5.3)$$

де M —маса судна;

I_j — момент інерції;

I_{jk} — центробіжний момент інерції.

Центробіжний момент інерції в (5.4) стає нульовим, якщо є симетрія щодо діаметральної площини і незначним в інших випадках.

Матриця приєднаних мас має вигляд:

$$[A_{jk}] = \begin{bmatrix} A_{11} & 0 & A_{13} & 0 & A_{15} & 0 \\ 0 & A_{22} & 0 & A_{24} & 0 & A_{26} \\ A_{31} & 0 & A_{33} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & A_{42} & 0 & A_{44} & 0 & A_{46} \\ A_{51} & 0 & A_{53} & 0 & A_{55} & 0 \\ 0 & A_{26} & 0 & A_{46} & 0 & A_{66} \end{bmatrix}. \quad (5.4)$$

Матриця коефіцієнтів демпфування має вигляд повністю аналогічний (5.4).

Ненульовими є такі коефіцієнти відновлюючих сил:

$$C_{33}, C_{44}, C_{55}, C_{35} = C_{53} \quad (5.5)$$

Враховуючи (5.3), (5.4) та (5.5) рівняння (5.1) розбивається на дві системи.

Перша система є системою диференціальних рівнянь позовжньої хита-вици:

$$\begin{aligned} (A_{11} + M)\ddot{\eta}_1 + B_{11}\dot{\eta}_1 + A_{13}\ddot{\eta}_3 + B_{13}\dot{\eta}_3 + (A_{15} + Mz_g)\ddot{\eta}_5 + B_{15}\dot{\eta}_5 &= F_1 e^{-i\omega_e t}; \\ A_{31}\ddot{\eta}_1 + B_{31}\dot{\eta}_1 + (A_{33} + M)\ddot{\eta}_3 + B_{33}\dot{\eta}_3 + C_{33}\eta_3 + A_{35}\ddot{\eta}_5 + B_{35}\dot{\eta}_5 + C_{35}\eta_5 &= F_3 e^{-i\omega_e t}; \\ (A_{51} + Mz_g)\ddot{\eta}_1 + B_{51}\dot{\eta}_1 + A_{53}\ddot{\eta}_3 + B_{53}\dot{\eta}_3 + (A_{55} + I_5)\ddot{\eta}_5 + B_{55}\dot{\eta}_5 + C_{55}\eta_5 &= F_5 e^{-i\omega_e t}; \end{aligned} \quad (5.6)$$

и система поперечної хитавици:

$$(A_{24} - Mz_g)\ddot{\eta}_2 + B_{24}\dot{\eta}_2 + (A_{44} + I_4)\ddot{\eta}_4 + (B_{44} + B_{44}^*)\dot{\eta}_4 + C_{44}\eta_4 + (A_{46} - I_{46})\ddot{\eta}_6 + B_{46}\dot{\eta}_6 = F_4 e^{-i\omega_e t};$$

$$(A_{22} + M)\ddot{\eta}_2 + B_{22}\dot{\eta}_2 + (A_{24} - Mz_g)\ddot{\eta}_4 + B_{24}\dot{\eta}_4 + C_{44}\eta_4 + A_{26}\ddot{\eta}_6 + B_{26}\dot{\eta}_6 = F_2 e^{-i\omega_e t};$$

(5.7)

$$A_{62}\ddot{\eta}_2 + B_{62}\dot{\eta}_2 + (A_{64} - I_{46})\ddot{\eta}_4 + B_{64}\dot{\eta}_4 + (A_{66} + I_6)\ddot{\eta}_6 + B_{66}\dot{\eta}_6 = F_6 e^{-i\omega_e t}.$$

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

$$D = \int_0^{\infty} |a_j(\omega_e)|^2 S_{\zeta}(\omega_e) d\omega_e \quad (5.8)$$

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

$$X = \eta_1 + z_0 \eta_5 - y_0 \eta_6; \quad (5.9)$$

$$Y = \eta_2 + x_0 \eta_6 - z_0 \eta_4; \quad (5.10)$$

$$Z = \eta_3 + y_0 \eta_4 - x_0 \eta_5. \quad (5.11)$$

де $x_0 \cdot y_0 \cdot z_0$ – координати точки корпусу судна яка розглядається, або точки яка жорстко зв'язана з корпусом у судовий системи координат (див. рис. 5.1).

$$\eta_j = a_j \cos(\omega_e t - \varepsilon_j), j = 1.2.3; \quad (5.12)$$

$$\eta_j = k a_j \cos(\omega_e t - \varepsilon_j), j = 4.5.6. \quad (5.13)$$

Вертикальне піднесення точки корпусу судна яка розглядається відносно профілю хвилі визначається наступної формули:

$$Z_r = Z - \zeta_w = \eta_3 + y_0 \eta_4 - x_0 \eta_5 - \zeta_w. \quad (5.14)$$

де ζ_w – рівняння збуреної вільної поверхні в умовах регулярного хвилювання.

За умов (5.13) та (5.14) розрахункові залежності для (5.16) мають наступний вигляд:

$$Z_r = Z_{ra} \cos(\omega_e t - \varepsilon_{Zr}).$$

де $Z_{ra} = \sqrt{Z_{rc}^2 + Z_{rs}^2}$ – амплітуда відносних вертикальних переміщень;

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

$$Z_{rc} = a_3 \cos \varepsilon_3 - k x_0 a_5 \cos \varepsilon_5 + k y_0 a_4 \cos \varepsilon_4 - \cos[k(x_0 \cos \mu - y_0 \sin \mu)];$$

$$Z_{rs} = a_3 \sin \varepsilon_3 - k x_0 a_5 \sin \varepsilon_5 + k y_0 a_4 \sin \varepsilon_4 + \sin[k(x_0 \cos \mu - y_0 \sin \mu)].$$

5.3 Практична методика визначення заливання в умовах хвилювання на нерегулярному хвилюванні

У поточному розділі представлений спосіб розрахунку морехідних якостей суден з використанням морехідних таблиць проф. Т. Лукакиса. Результати представлені у вигляді таблиць безрозмірних стандартів показників морехідності в залежності від співвідношень головних розмірів судна, швидкості і відносної висоти хвилі.

Діапазон припустимих значень співвідношень головних розмірів L/B , B/T і коефіцієнта загальної повноти C_B складає:

$$5.5 \leq L/B \leq 8.5$$

$$2.0 \leq B/T \leq 4.0$$

$$0.55 \leq C_B \leq 0.90$$

Залежно від співвідношень головних розмірів судна, числа Фруда і відносної значної висоти хвилі (у долях від довжини судна), за представленою нижче схемою інтерполяції, виконується визначення стандартів вертикальних переміщень відносно профілю хвилі при русі на зустрічному нерегулярному хвилюванні.

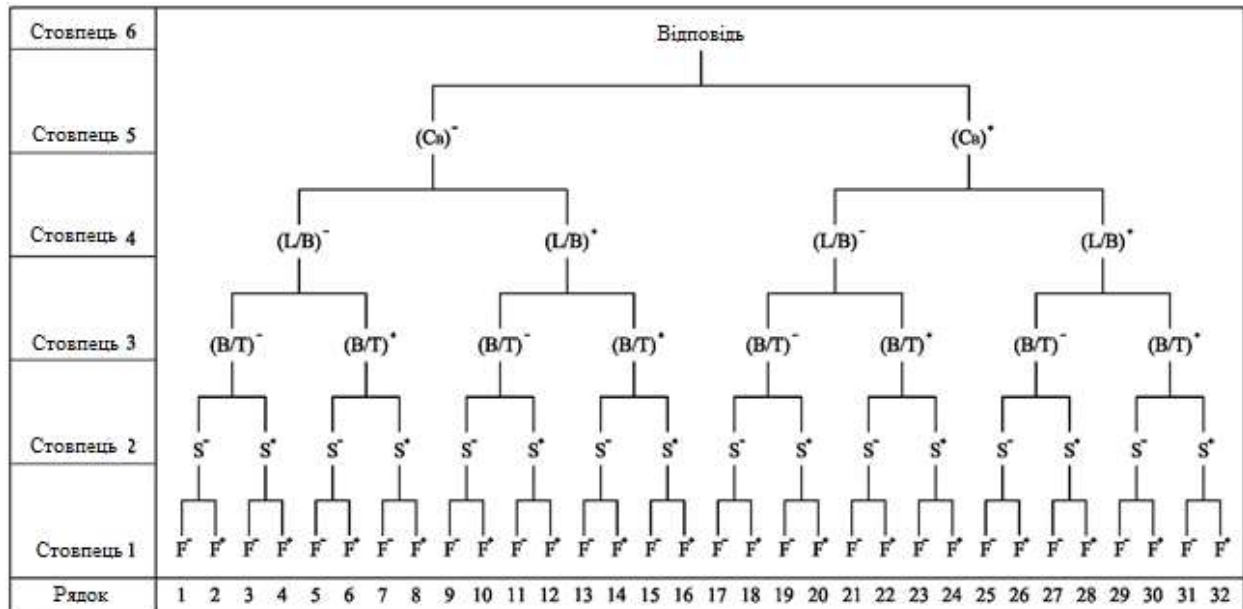


Рис. 5.2. Схема інтерполяції

(F – число Фруда; S – відносна висота хвилі)

Для судна що досліджується в стани на видхид, коли надводний борт є мінімальним а заливання найбільш імовірним, маємо: $L/B = 5.94$; $B/T = 2.63$; $C_B = 0.839$. Таким чином таблиці проф. Лукакиса можуть бути застосовані для оцінки морехідних якостей, в тому числі і заливання. Відповідні таблиці наведені нижче (табл. 5.2 і табл. 5.3).

Таблица 5.2

Морехидна таблица судна з параметрами $C_B = 0.80$; $L/B = 5.5$

PR NO %	CB=0.80 L/B=5.5 B/T=2 LCB=+2.0%										CB=0.80 L/B=5.5 B/T=3 LCB=+2.0%										CB=0.80 L/B=5.5 B/T=4 LCB=+2.0%									
	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	5	16	31	47	77	105	173	238		4	12	22	33	58	83	150	216			4	10	18	29	52	77	143	210		
	15	4	15	35	54	92	121	196	261		5	15	27	41	68	95	162	224			4	12	22	34	58	84	151	217		
	20	3	14	35	57	101	139	218	285		5	15	31	47	79	108	177	242			4	14	26	39	66	93	160	227		
	25	2	11	31	57	107	153	238	308		4	14	32	51	88	120	192	258			4	14	28	44	74	103	172	238		
	30	1	11	25	57	111	162	256	330		3	13	33	53	94	130	207	275			4	13	30	47	81	112	183	249		
	10	17	50	85	119	176	221	300	352		19	47	77	106	156	197	272	322			19	44	71	98	145	185	258	308		
BENDING MOMENT	15	15	45	83	122	186	235	320	373		16	46	78	110	163	207	288	336			17	43	72	101	150	192	267	318		
	20	10	35	82	121	196	248	341	398		14	43	77	111	169	215	296	349			15	42	72	102	154	197	274	327		
	25	7	32	75	117	199	263	365	425		12	38	75	111	175	221	308	362			13	39	71	102	157	201	281	334		
	30	5	24	59	119	203	282	393	459		9	32	73	110	180	230	321	378			12	36	68	102	160	206	288	342		
	10	49	90	137	183	262	318	408	457		63	119	173	221	294	348	429	473			71	131	187	234	308	361	439	482		
	15	47	84	137	182	266	328	428	483		61	119	176	228	311	369	458	505			70	125	195	248	329	387	472	515		
ADDED RESIST.	20	47	84	137	185	267	339	445	504		60	119	180	237	328	393	492	543			69	137	204	262	353	417	511	554		
	25	48	96	143	193	278	349	460	523		60	121	185	246	347	419	529	587			69	140	212	276	378	450	556	610		
	30	49	99	154	203	295	365	484	550		61	124	193	259	370	451	573	637			69	143	220	292	406	487	607	668		
	10	6	28	65	111	198	243	371	427		11	33	66	102	175	231	323	376			15	40	76	114	196	258	356	417		
	15	4	20	59	104	224	318	499	620		8	30	66	110	201	280	436	566			11	36	73	116	208	290	462	621		
	20	2	13	53	107	250	372	627	812		6	27	66	117	225	328	549	756			10	33	70	118	219	321	569	825		
ACCELERATIONS	25	2	10	39	96	245	408	722	949		5	22	64	120	257	382	661	899			8	30	71	127	252	376	667	949		
	30	1	7	25	85	239	443	818	1086		4	17	61	123	288	436	772	1042			7	27	72	135	285	429	766	1071		
	10	130	357	596	814	1143	1365	1706	1878		191	424	650	842	1126	1333	1628	1781			211	421	630	799	1064	1258	1534	1681		
	15	122	348	614	875	1285	1580	2005	2222		176	453	730	983	1347	1610	1985	2177			213	475	717	964	1297	1541	1890	2069		
	20	97	293	618	916	1429	1764	2292	2562		165	456	777	1074	1538	1856	2320	2558			199	504	814	1097	1511	1809	2236	2455		
	25	79	271	609	913	1510	1936	2585	2905		154	429	795	1146	1710	2083	2651	2927			192	514	866	1195	1704	2056	2571	2834		
RELATIVE VELOCITIES	30	71	254	524	949	1588	2157	2896	3281		134	383	813	1190	1858	2292	2974	3315			186	497	896	1277	1884	2292	2905	3209		
	10	65	188	333	460	686	832	1172	1202		101	238	371	489	664	798	1002	1120			116	241	360	464	627	750	942	1056		
	15	58	179	348	509	786	984	1292	1458		94	256	424	581	817	989	1249	1394			115	274	430	572	782	940	1181	1317		
	20	46	155	347	537	875	1120	1500	1707		90	256	458	648	955	1167	1494	1670			110	293	484	662	933	1128	1426	1591		
	25	37	147	337	543	938	1246	1707	1952		81	238	475	699	1079	1333	1738	1947			108	299	522	733	1072	1309	1671	1867		
	30	34	136	290	568	997	1384	1923	2217		68	216	489	732	1180	1488	1977	2234			103	287	546	794	1204	1482	1920	2147		
RELATIVE MOTIONS	10	46	128	225	320	475	583	769	881		47	107	171	237	342	432	596	705			55	99	151	205	301	385	544	652		
	15	43	130	273	403	629	778	1032	1171		53	144	243	316	490	608	804	930			55	127	205	284	410	516	703	825		
	20	32	121	297	454	748	958	1289	1471		59	164	301	431	647	800	1049	1195			59	160	271	375	550	681	906	1046		
	25	26	125	284	481	839	1128	1517	1758		55	163	343	510	799	988	1308	1482			65	142	326	464	696	864	1136	1299		
	30	23	112	240	517	916	1281	1782	2054		45	154	375	563	921	1166	1567	1785			65	185	369	545	842	1046	1383	1570		
	10	102	265	418	557	757	897	1113	1234		108	210	310	399	541	653	835	947			105	183	266	342	473	576	754	866		
RELATIVE PITCH	15	101	274	488	688	991	1187	1485	1635		113	265	409	541	728	871	1096	1224			110	220	332	433	593	721	924	1055		
	20	79	240	534	769	1194	1452	1866	2076		117	304	495	673	940	1128	1409	1568			115	268	419	558	762	918	1167	1312		
	25	63	235	522	805	1324	1706	2242	2506		114	304	555	791	1160	1392	1760	1945			121	307	500	679	953	1149	1450	1622		
	30	56	216	441	857	1436	1957	2612	2948		99	280	605	872	1349	1640	2118	2360			123	320	562	793	1153	1394	1768	1965		
	10	171	445	696	918	1230	1444	1758	1919		197	393	580	741	983	1161	1425	1567			194	360	523	645	890	1055	1306	1445		
	15	169	455	782	1093	1543	1837	2256	2457		196	462	712	936	1240	1466	1795	1965			202	415	624	806	1078	1282	1581	1742		
ACCELERATIONS	20	133	391	843	1202	1833	2195	2777	3058		197	511	822	1105	1519	1806	2212	2425			204	475	737	974	1305	1551	1912	2100		
	25	107	374	831	1241	2007	2542	3303	3654		191	504	893	1260	1813	2158	2680	2924			207	522	804	1128	1556	1854	2286	2514		
	30	94	347	703	1313	2158	2912	3827	4280		167	458	956	1365	2075	2491	3161	3485			209	535	936	1276	1818	2178	2706	2967		
	10	42	71	105	136	184	215	262	293		45	74	102	127	163	188	223	239			46	72	97	118	149	171	201	216		

Таблица 5.3

Морехидна таблица судна з параметрами $C_B = 0.80$; $L/B = 7.0$

FR NO	CB=0.80 L/B=7.0 B/T=2 LCB=+2.0%										CB=0.80 L/B=7.0 B/T=3 LCB=+2.0%										CB=0.80 L/B=7.0 B/T=4 LCB=+2.0%									
	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		
REARVIEW	10	5	16	27	40	65	90	156	222		5	11	19	29	52	77	143	210			5	10	18	27	50	74	140	208		
	15	6	20	35	51	81	109	175	239		5	14	24	36	60	85	151	218			5	11	20	30	54	79	145	211		
	20	6	20	40	60	96	127	196	260		5	17	30	43	70	97	161	228			5	13	24	35	60	86	152	218		
	25	4	17	42	64	109	143	218	283		6	18	34	50	81	109	176	241			5	15	28	41	68	94	161	226		
	30	3	16	42	66	115	157	239	306		6	18	36	55	90	121	191	256			5	17	31	46	75	103	171	236		
	10	24	57	91	122	174	217	291	341		22	49	78	105	153	192	265	314			21	45	72	97	144	182	254	304		
BENDING PITCH	15	20	57	95	131	188	233	312	363		21	51	82	111	162	204	278	329			20	46	75	102	150	190	263	314		
	20	19	55	95	133	197	248	330	384		19	51	84	116	169	213	290	341			19	46	76	105	155	196	271	322		
	25	15	46	92	117	212	261	351	404		17	50	85	118	175	220	300	353			17	45	76	107	158	201	277	329		
	30	10	37	94	135	218	273	372	432		16	47	84	120	180	229	310	364			15	45	76	108	162	205	283	336		
	10	49	94	137	176	235	278	344	380		61	110	154	191	250	291	353	387			64	114	159	197	255	297	358	391		
	15	49	92	136	176	244	291	362	401		60	113	161	203	265	310	375	410			66	120	168	209	271	315	378	412		
BENDING MOMENT	20	47	84	136	179	252	302	381	422		59	114	166	212	281	330	401	438			66	124	177	222	290	338	406	441		
	25	47	82	138	180	255	312	397	444		58	115	170	220	297	351	430	470			65	127	185	235	310	363	438	477		
	30	47	85	140	187	263	324	415	463		58	116	175	228	313	373	461	505			64	130	193	247	331	389	474	516		
	10	7	23	47	71	122	159	217	248		11	28	53	78	129	167	230	267			15	36	63	92	151	195	265	309		
	15	5	22	50	84	153	210	312	388		9	27	53	83	142	195	303	397			11	32	60	91	157	216	341	459		
	20	4	21	54	96	183	261	406	528		7	25	54	89	156	224	376	528			10	29	57	90	162	236	416	609		
ADDED RESIST.	25	3	16	51	96	207	304	502	653		6	25	57	100	187	273	454	626			9	28	60	100	185	272	480	694		
	30	2	15	48	96	231	348	598	777		5	24	60	111	218	323	536	725			7	28	64	110	208	308	545	778		
	10	210	510	771	983	1304	1525	1833	1989		264	501	724	896	1172	1367	1637	1780			265	479	688	834	1087	1265	1529	1669		
	15	203	515	859	1159	1559	1849	2253	2447		276	589	883	1125	1477	1732	2078	2253			291	568	832	1041	1370	1604	1928	2095		
	20	189	519	911	1244	1765	2124	2623	2886		264	640	1000	1318	1753	2079	2510	2726			299	643	973	1248	1651	1944	2345	2546		
	25	171	491	909	1325	1970	2378	3003	3283		245	666	1080	1457	2009	2384	2921	3187			288	694	1084	1431	1915	2274	2759	3001		
ACCELERATIONS	30	134	416	840	1362	2124	2599	3355	3738		239	663	1129	1564	2244	2681	3315	3634			276	729	1173	1578	2168	2579	3163	3454		
	10	118	284	439	572	769	909	1123	1242		146	284	411	517	685	807	994	1105			152	274	385	482	636	750	932	1042		
	15	107	299	495	680	945	1133	1412	1558		151	338	514	665	881	1046	1284	1415			162	329	482	613	815	963	1186	1314		
	20	98	290	528	743	1094	1310	1685	1875		142	372	592	792	1074	1282	1581	1742			166	376	575	750	1002	1197	1468	1618		
	25	84	262	533	793	1227	1510	1957	2175		136	387	647	887	1254	1504	1876	2073			161	411	654	875	1188	1422	1759	1939		
	30	65	230	548	819	1324	1671	2214	2498		133	381	682	967	1414	1719	2169	2401			157	433	715	975	1369	1642	2050	2266		
RELATIVE VELOCITIES	10	59	164	235	304	436	510	675	781		70	118	176	220	315	397	553	660			82	126	172	217	303	383	532	638		
	15	70	197	325	442	622	755	1086		71	154	236	318	440	548	729	848			79	139	205	269	383	480	658	777			
	20	75	214	393	562	826	1004	1277	1429		76	204	329	447	620	753	975	1111			80	175	271	366	511	635	801	974		
	25	62	196	437	648	1014	1231	1602	1787		86	246	415	568	815	990	1261	1422			84	214	354	485	677	827	1076	1227		
	30	45	183	470	698	1138	1438	1914	2161		43	261	477	683	1006	1229	1569	1755			92	258	436	597	858	1046	1342	1518		
	10	145	282	408	512	667	789	970	1077		138	221	305	382	510	612	787	896			146	223	299	371	491	588	759	865		
RELATIVE VELOCITIES	15	146	370	564	737	957	1122	1365	1497		147	269	387	487	653	780	983	1107			140	233	330	418	567	684	884	1007		
	20	154	417	676	914	1253	1491	1805	1978		159	346	519	673	876	1041	1286	1424			148	277	406	518	701	844	1073	1211		
	25	139	387	734	1063	1564	1834	2288	2481		163	417	648	853	1146	1348	1656	1826			160	344	520	678	897	1074	1343	1497		
	30	107	340	805	1141	1771	2141	2745	3045		172	457	747	1019	1409	1686	2064	2269			166	409	618	843	1136	1347	1673	1854		
	10	248	508	734	914	1185	1382	1647	1786		251	433	603	789	977	1141	1390	1525			259	421	573	711	924	1081	1323	1453		
	15	247	618	941	1227	1573	1833	2194	2364		269	512	738	923	1216	1422	1718	1875			259	461	658	826	1090	1280	1566	1720		
RELATIVE VELOCITIES	20	253	685	1090	1454	1966	2327	2778	3021		280	611	913	1178	1517	1785	2147	2328			275	532	778	983	1303	1534	1866	2042		
	25	231	634	1162	1651	2349	2747	3440	3691		275	649	1082	1415	1875	2187	2642	2869			286	618	928	1201	1567	1851	2243	2443		
	30	180	547	1257	1765	2697	3215	4055	4476		285	752	1209	1629	2219	2638	3178	3480			286	699	1080	1419	1881	2214	2683	2921		
	10	46	80	112	139	179	206	243	261		48	75	101	122	154	178	204	218			44	75	101	123	156	179	201	224		
	15	43	77</																											

Таблица 5.4

Морехидна таблица судна з параметрами $C_B = 0.85$; $L/B = 5.5$

PR NO	CB=0.85 L/B=5.5 B/T=2 LCB=+2.5%										CB=0.85 L/B=5.5 B/T=3 LCB=+2.5%										CB=0.85 L/B=5.5 B/T=4 LCB=+2.5%									
	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	5	14	29	44	74	102	170	236		4	11	20	31	55	81	147	214			4	9	17	27	50	75	141	208		
	15	4	14	32	50	87	119	192	258		4	13	25	38	65	92	159	226			3	11	21	32	56	82	148	215		
	20	2	12	32	53	96	134	213	281		4	14	28	44	75	104	173	239			4	12	24	37	64	91	158	224		
	25	2	12	28	53	102	147	232	302		3	12	30	48	84	116	188	255			4	13	26	41	71	100	168	235		
	30	1	9	21	52	105	155	249	324		2	12	30	50	90	126	203	271			3	12	28	44	78	108	180	246		
PITCH	10	15	45	78	109	164	207	283	335		16	42	70	98	145	185	258	304			16	39	65	90	136	175	247	296		
	15	13	40	77	114	176	222	304	356		14	41	71	101	152	194	270	322			14	38	66	93	141	181	255	306		
	20	9	32	77	114	185	235	326	383		13	39	70	102	158	202	281	334			13	37	65	94	144	186	262	314		
	25	6	30	69	111	190	254	351	410		11	34	69	103	164	210	293	347			11	35	64	94	147	190	268	321		
	30	4	25	53	113	195	271	381	445		8	28	68	102	169	218	307	363			10	31	62	94	150	194	275	328		
BENDING MOMENT	10	49	89	137	183	266	327	427	483		61	119	173	223	302	360	451	501			70	132	190	240	320	377	465	513		
	15	47	91	138	183	267	335	444	506		60	118	176	229	316	379	476	529			68	134	197	252	338	401	494	545		
	20	48	96	139	189	271	345	458	523		59	118	180	238	332	401	508	565			68	137	204	265	361	429	532	586		
	25	48	99	149	199	286	355	473	542		60	122	187	248	350	427	544	607			68	139	212	280	386	453	577	637		
	30	49	102	162	213	307	377	500	570		61	126	196	264	376	460	589	657			68	141	222	296	415	501	630	696		
ACROSS RESIST.	10	6	27	44	109	198	263	374	433		11	33	60	106	183	242	343	399			17	42	81	123	211	277	395	465		
	15	4	20	57	106	221	315	501	625		9	30	66	110	201	286	453	592			13	37	75	120	217	305	501	683		
	20	2	12	50	102	243	368	627	817		6	26	63	114	224	329	563	785			10	32	69	117	223	333	607	901		
	25	2	9	37	92	237	399	720	952		5	21	61	116	253	383	676	931			8	29	69	125	255	386	707	1024		
	30	1	7	23	81	231	411	813	1088		3	16	58	118	282	436	789	1076			7	26	69	133	287	439	807	1148		
STA 0	10	110	311	523	775	1019	1225	1547	1717		157	363	565	743	1008	1203	1488	1640			174	363	551	711	959	1143	1413	1559		
	15	106	302	538	778	1154	1428	1827	2031		147	390	637	868	1207	1453	1813	2001			172	407	642	854	1166	1400	1733	1911		
	20	103	251	552	817	1290	1598	2097	2357		141	392	679	950	1380	1678	2121	2352			166	433	710	969	1358	1638	2050	2265		
	25	68	239	540	817	1368	1773	2376	2681		131	364	697	1016	1540	1889	2428	2695			164	438	755	1056	1532	1863	2357	2613		
	30	61	221	456	862	1446	1975	2678	3047		114	326	716	1054	1671	2081	2729	3059			159	420	783	1129	1696	2080	2666	2966		
STA 5	10	53	158	287	407	608	746	976	1107		82	201	320	429	594	720	921	1039			94	204	313	409	563	681	871	986		
	15	49	152	298	406	698	886	1178	1339		78	217	367	510	732	893	1146	1290			94	232	373	504	702	854	1088	1225		
	20	38	131	302	472	780	1008	1371	1573		74	216	397	570	856	1057	1373	1546			91	249	421	583	839	1024	1314	1477		
	25	31	128	292	479	841	1131	1564	1801		67	200	424	617	970	1211	1599	1805			91	252	454	648	966	1190	1542	1773		
	30	29	116	250	507	898	1254	1768	2053		57	184	427	647	1060	1355	1823	2074			87	240	477	702	1086	1350	1733	1997		
STA 10	10	40	112	205	294	445	551	735	849		41	94	154	217	320	409	571	682			47	87	135	187	281	364	522	632		
	15	37	115	248	370	586	733	984	1123		47	128	220	308	458	573	769	895			46	111	185	259	383	487	672	795		
	20	27	108	268	417	696	902	1227	1408		51	144	272	397	605	753	1001	1147			51	141	244	343	513	643	865	1006		
	25	22	113	253	444	783	1065	1461	1681		46	143	312	468	746	931	1247	1422			57	159	295	426	650	814	1084	1246		
	30	20	98	215	475	855	1200	1692	1963		38	138	340	517	757	1100	1494	1711			55	163	335	502	788	985	1320	1507		
STA 15	10	92	243	390	523	723	860	1076	1198		98	193	289	376	514	624	806	920			96	169	250	324	451	553	730	843		
	15	90	247	455	648	949	1139	1440	1590		100	242	380	506	693	833	1057	1189			99	202	309	408	564	690	898	1025		
	20	68	276	497	722	1135	1395	1809	2022		105	275	458	631	894	1080	1361	1519			103	244	388	521	724	877	1125	1272		
	25	55	236	476	756	1261	1647	2170	2435		100	270	514	739	1104	1330	1699	1885			108	277	461	634	904	1097	1397	1569		
	30	49	192	397	806	1367	1871	2527	2863		85	250	559	811	1274	1566	2043	2288			109	284	517	739	1094	1329	1703	1901		
STA 20	10	152	405	642	853	1160	1366	1675	1835		174	354	530	684	915	1090	1349	1491			173	324	479	615	831	997	1241	1381		
	15	150	409	725	1024	1469	1751	2170	2366		172	417	651	864	1160	1378	1702	1872			179	373	569	744	1005	1201	1499	1660		
	20	115	350	785	1125	1738	2100	2680	2964		175	459	752	1023	1427	1706	2105	2316			179	426	672	896	1219	1456	1812	2001		
	25	93	343	757	1163	1908	2451	3189	3543		168	445	819	1167	1711	2042	2560	2803			184	467	764	1039	1455	1745	2170	2395		
	30	83	309	631	1237	2053	2785	3700	4154		145	405	879	1261	1946	2353	3025	3350			165	472	833	1176	1705	2050	2573	2810		
STA 1	10	40	67	98	126	170	199	243	264		43	69	95	118	151	175	208	224			44	67	90	110	139	160	189	202		
	15	40	64	95	127	179	216	268	293		41	68	97	125	165	193	233	252			42	64	94	117	152	177	211	228		
	20	39	59	91	127	187	227	289	320		40	66	97	127	174	207	254	277												

Таблиця 5.5

Морехидна таблиця судна з параметрами $C_B = 0.85$; $L/B = 7.0$

PH NO	CB=0.85 L/B=7.0 B/T=2 LCB=+2.5%										CB=0.85 L/B=7.0 B/T=3 LCB=+2.5%										CB=0.85 L/B=7.0 B/T=4 LCB=+2.5%									
	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	5	14	25	37	62	88	154	220		4	10	18	27	50	75	141	208			5	9	17	26	48	72	137	204		
	15	6	18	32	48	77	105	171	236		4	12	22	33	57	83	149	215			4	10	18	28	51	77	142	209		
	20	6	18	37	56	92	122	192	257		5	15	27	40	67	93	160	225			4	12	22	33	57	83	149	215		
	25	4	16	39	60	103	138	213	278		5	17	31	47	77	105	173	238			4	14	26	38	65	91	158	224		
PITCH	30	2	15	38	62	110	151	233	301		5	16	34	52	87	117	187	252			5	15	29	43	72	100	168	233		
	10	21	51	82	112	162	203	276	325		20	44	71	97	143	182	254	303			18	41	66	91	136	174	245	295		
	15	18	52	87	121	175	218	296	346		19	45	75	103	151	192	266	316			18	41	68	94	141	180	253	303		
	20	17	51	88	125	185	234	314	367		17	46	77	107	158	201	276	327			16	41	69	97	145	186	260	311		
BENDING MOMENT	25	13	42	66	129	201	248	336	398		15	45	77	109	164	208	286	338			15	41	70	99	148	190	266	317		
	30	9	34	88	127	207	261	359	417		14	42	77	111	170	216	296	349			13	40	70	99	152	194	271	323		
	10	49	94	138	179	242	288	362	404		61	111	157	197	260	306	376	414			64	116	164	205	269	314	383	420		
	15	49	92	136	177	240	299	377	420		60	113	163	207	273	322	395	434			65	121	172	215	282	330	401	439		
ADDED RESIST.	20	47	90	137	180	255	307	394	440		58	114	167	214	288	340	418	460			65	125	180	227	300	351	427	467		
	25	47	95	140	183	256	314	408	459		58	115	171	222	303	360	445	490			64	128	187	239	319	376	458	501		
	30	48	94	143	192	269	332	425	477		57	116	176	231	319	381	475	524			64	130	195	251	340	402	494	541		
	10	7	23	46	72	121	159	239	252		12	30	54	82	138	179	251	292			16	38	64	100	166	214	303	355		
ACCELERATIONS	15	5	21	48	82	150	208	312	392		9	27	54	85	147	203	322	429			13	33	63	96	167	232	381	524		
	20	4	20	51	92	178	257	405	532		7	24	52	87	156	227	393	565			10	28	57	91	168	250	459	693		
	25	3	15	48	92	201	300	504	660		6	23	55	97	187	276	475	664			9	28	59	100	190	285	524	776		
	30	2	10	45	92	224	343	602	788		5	22	58	108	218	325	557	763			7	27	62	108	213	321	589	860		
STA 0	10	196	440	675	868	1164	1373	1668	1822		223	434	638	800	1058	1243	1508	1650			223	415	591	748	986	1159	1417	1557		
	15	170	468	757	1028	1402	1665	2052	2241		231	508	775	999	1328	1569	1905	2078			242	490	733	931	1239	1462	1779	1945		
	20	166	475	807	1111	1585	1927	2397	2649		219	553	878	1172	1578	1982	2290	2510			249	554	854	1112	1489	1767	2158	2357		
	25	147	426	808	1193	1794	2169	2757	3024		208	576	951	1294	1812	2163	2677	2936			240	599	953	1275	1729	2066	2535	2774		
STA 5	10	115	362	848	1225	1930	2372	3098	3464		206	573	994	1395	2011	2439	3045	3351			234	628	1030	1491	1958	2344	2906	3190		
	15	48	242	380	501	685	818	1025	1144		122	244	360	458	616	735	919	1029			126	235	338	428	575	685	865	976		
	20	84	254	429	596	845	1018	1288	1412		124	289	408	588	791	947	1180	1311			134	281	422	544	734	877	1096	1225		
	25	83	249	461	655	975	1200	1539	1724		118	320	517	700	966	1161	1452	1612			137	322	503	666	903	1083	1354	1505		
STA 10	10	71	224	466	703	1104	1369	1792	2005		114	331	566	786	1131	1366	1725	1918			133	354	572	725	1073	1293	1622	1801		
	15	54	198	484	728	1192	1517	2037	2309		112	324	598	860	1278	1566	2000	2226			132	371	626	864	1238	1497	1892	2105		
	20	51	127	202	275	387	478	642	750		84	106	154	202	294	375	531	639			76	115	157	200	284	360	511	618		
	25	61	174	293	403	580	797	111	1036		61	134	211	289	408	511	694	814			69	123	184	245	356	451	629	749		
STA 15	10	66	188	358	515	768	941	1211	1364		66	181	299	406	576	708	926	1063			68	152	243	333	474	593	800	935		
	15	52	173	398	595	944	1158	1519	1705		77	219	375	521	760	930	1197	1358			72	193	321	440	629	778	1022	1174		
	20	39	166	427	641	1058	1352	1820	2062		81	230	433	629	941	1155	1493	1677			81	230	394	546	799	987	1275	1452		
	25	110	258	378	480	630	749	931	1039		128	206	288	361	486	586	761	871			138	210	284	352	471	566	736	844		
STA 20	10	131	340	525	691	911	1072	1314	1447		133	247	360	459	618	744	947	1072			130	217	310	395	540	656	855	980		
	15	140	341	631	863	1196	1431	1740	1917		141	317	481	631	830	991	1237	1377			135	255	378	488	665	806	1035	1174		
	20	122	347	692	1001	1496	1761	2213	2411		146	341	601	797	1087	1287	1592	1763			142	314	481	635	851	1023	1292	1448		
	25	93	310	752	1070	1681	2052	2662	2959		155	412	691	956	1341	1610	1989	2190			148	372	589	785	1076	1283	1607	1789		
STA 25	10	228	459	671	845	1100	1291	1553	1692		229	393	554	692	911	1071	1310	1454			237	387	532	662	868	1022	1262	1394		
	15	219	565	870	1140	1482	1729	2085	2260		239	461	674	852	1129	1331	1624	1782			232	419	605	784	1018	1204	1487	1642		
	20	230	626	1011	1366	1863	2220	2662	2901		245	552	836	1091	1416	1673	2032	2213			243	479	711	909	1213	1438	1768	1944		
	25	203	567	1084	1561	2293	2675	3313	3568		244	634	992	1307	1759	2062	2506	2735			251	555	847	1109	1461	1734	2123	2324		
STA 30	10	157	494	1176	1652	2556	3074	3933	4341		255	675	1108	1515	2093	2496	3030	3304			253	629	986	1305	1757	2073	2539	2778		
	15	45	74	104	129	166	192	226	243		46	71	94	114	143	164	191	204			45	68	98	106	132	150	176	188		
	20	42	73	106	138	182	212	256	276		45	73	100	124	159	184	217	233			45	70	94	115	146	167	197	211		
	25	41	70	105	138	191	228	280	306		43																			

Інтерполяція показників заливання виконувалася згідно зі схемою рис. 5.2 для табличних значень висот хвиль і швидкостей спочатку по відношенню $B/T = 2.63$. потім по коефіцієнту загальної повноти C_B .

Результати інтерполяції у вигляді безрозмірних стандартів вертикальних переміщень різних теоретичних шпангоутів відносно профілю хвилі наведені у табл. 5.6 – табл. 5.10.

Таблиця 5.6

Безрозмірні відносно вертикальні переміщення
судна з параметрами $C_B = 0.80$; $L/B = 5.5$

RELATIVE MOTIONS	SECTION	FR NO %	$C_B = 0.80 \quad L/B = 5.5 \quad B/T = 2.63 \quad LCB = +1.5\%$							
			SIGNIFICANT WAVE HEIGHT/LBP							
			0.015	0.020	0.025	0.030	0.040	0.050	0.075	0.100
	STA 1	10	43.89	72.89	103.11	130.33	170.77	197.99	237.43	255.28
		15	42.26	70.78	103.26	134.74	181.92	216.25	263.43	285.65
		20	40.26	66.67	101.78	135.63	191.18	229.14	285.06	312.02
		25	39.26	63.41	98.78	133.78	196.59	239.40	304.43	335.13
		30	38.63	60.15	94.19	133.15	200.11	250.25	322.91	232.61
	STA 2	10	42.26	68.26	94.48	117.44	151.14	173.73	204.80	219.65
		15	41.26	66.89	96.00	122.85	163.66	192.62	231.80	250.39
		20	40.26	63.78	94.89	125.37	173.55	206.88	254.43	277.39
		25	39.26	61.15	93.15	124.52	180.33	217.77	274.80	301.13
		30	38.63	58.52	89.30	124.52	184.85	229.25	293.54	324.61
	STA 3	10	40.63	63.37	85.22	104.18	131.88	150.10	174.54	185.02
		15	39.63	63.26	88.37	111.59	145.40	169.36	202.17	216.76
		20	39.26	61.15	88.26	114.48	156.92	184.62	225.17	244.13
		25	38.63	59.15	87.52	115.26	164.07	197.51	246.17	268.50
		30	38.00	56.89	84.67	115.63	169.59	209.25	264.91	292.61
	STA 4	10	39.63	58.11	76.33	91.55	113.62	127.84	145.91	153.39
		15	39.00	59.63	80.48	100.33	128.77	148.10	173.91	185.50
		20	38.63	57.89	82.00	104.85	141.03	164.36	198.28	213.87
		25	38.00	56.89	82.26	106.37	149.18	178.25	219.91	238.61
		30	37.63	55.26	80.41	108.00	155.33	190.36	239.65	263.35
	STA 20	10	36.74	50.22	65.07	79.55	103.51	120.99	148.21	162.95
		15	37.74	51.96	69.40	86.47	114.76	135.09	165.90	182.38
		20	38.37	53.59	75.25	96.06	132.42	156.97	195.22	214.92
		25	38.37	55.22	80.40	105.69	152.27	184.63	232.58	255.87
		30	39.00	55.85	81.96	108.29	171.01	214.55	275.09	304.86

Таблиця 5.7

Безрозмірні відносні вертикальні переміщення
судна з параметрами $C_B = 0.80$; $L/B = 7.0$

RELATIVE MOTIONS	SECTION	FR NO %	$C_B = 0.80 \quad L/B = 7.0 \quad B/T = 2.63 \quad LCB = +1.5\%$							
			SIGNIFICANT WAVE HEIGHT/LBP							
			0.015	0.020	0.025	0.030	0.040	0.050	0.075	0.100
STA 1	10	47.26	77.48	105.07	128.29	163.25	186.47	218.43	233.91	
	15	45.52	77.63	110.22	138.55	179.62	208.84	247.91	265.76	
	20	43.26	75.89	111.74	143.96	192.14	226.10	272.91	294.87	
	25	42.26	72.41	109.89	145.85	202.40	239.10	294.02	319.50	
	39	40.89	68.30	108.26	145.74	208.66	250.62	312.39	342.72	
STA 2	10	45.63	70.85	94.44	113.66	141.62	160.84	184.80	196.54	
	15	44.26	72.37	100.59	124.92	159.25	183.21	214.91	228.76	
	20	42.26	71.89	105.00	575.33	172.51	200.84	240.28	257.87	
	25	41.26	69.15	102.63	134.22	183.14	215.47	262.02	282.87	
	30	40.26	66.04	101.26	579.11	190.03	227.36	281.02	306.72	
STA 3	10	43.00	64.22	83.18	98.40	120.36	134.21	152.80	160.28	
	15	42.26	67.11	90.33	110.66	138.62	157.58	182.28	193.13	
	20	41.26	67.63	93.85	118.07	153.25	176.84	230.85	222.87	
	25	40.26	65.52	95.00	122.59	164.51	191.84	231.02	248.24	
	30	38.52	62.78	94.63	124.48	172.40	204.73	250.39	272.72	
STA 4	10	39.74	56.96	72.18	83.40	99.36	110.21	122.17	126.91	
	15	40.63	61.48	80.07	97.03	118.36	133.95	151.65	159.13	
	20	40.00	62.37	85.59	105.81	133.99	153.58	178.39	189.61	
	25	39.63	61.89	87.11	111.33	146.88	169.84	201.76	215.98	
	30	38.63	60.15	88.37	114.22	155.77	183.47	222.76	240.46	
STA 20	10	35.74	50.48	65.85	80.96	103.96	121.07	146.81	159.55	
	15	36.74	51.96	67.81	83.66	107.25	125.36	152.58	166.69	
	20	37.48	54.07	71.77	90.47	117.39	137.72	167.42	182.90	
	25	38.11	55.33	77.62	98.91	133.90	155.97	191.37	208.59	
	30	38.37	56.22	84.10	108.65	151.60	179.89	223.10	244.65	

Таблиця 5.8

Безрозмірні відносні вертикальні переміщення
судна з параметрами $C_B = 0.85$; $B/T = 2.63$; $L/B = 5.5$

RELATIVE MOTIONS	SECTION	FR NO %	$C_B = 0.85 \quad L/B = 5.5 \quad B/T = 2.63 \quad LCB = +1.5\%$							
			SIGNIFICANT WAVE HEIGHT/LBP							
			0.015	0.020	0.025	0.030	0.040	0.050	0.075	0.100
	STA 1	10	41.89	68.26	96.11	120.96	158.03	183.88	220.95	238.80
		15	40.63	66.52	96.26	125.74	170.18	201.51	245.95	267.17
		20	39.63	63.41	95.52	127.00	178.81	214.40	266.95	292.91
		25	39.26	60.15	93.15	125.52	184.22	225.03	286.32	315.65
		30	38.63	57.89	88.93	124.89	187.48	235.51	304.80	339.13
	STA 2	10	40.63	64.00	87.85	108.70	140.40	161.25	190.69	204.17
		15	39.63	63.26	90.00	114.85	152.55	178.88	216.32	233.54
		20	38.63	60.78	89.26	116.74	162.18	193.14	238.32	259.91
		25	38.63	58.52	87.89	116.89	168.96	204.40	257.69	282.65
		30	38.00	56.26	84.67	117.26	172.85	215.51	276.80	306.13
	STA 3	10	39.63	59.37	80.22	97.44	122.14	139.36	162.06	172.54
		15	39.00	60.26	82.74	104.22	135.66	158.25	188.06	202.28
		20	38.63	58.52	83.63	107.48	146.55	172.88	211.06	228.65
		25	37.63	56.89	82.89	108.63	153.70	185.14	231.06	252.39
		30	37.63	55.26	80.41	109.63	159.59	196.88	250.17	276.50
	STA 4	10	39.00	55.74	71.96	86.18	106.51	119.73	136.43	143.28
		15	38.63	57.00	76.48	94.33	120.40	138.36	162.80	173.02
		20	38.00	56.26	78.00	98.85	132.29	154.62	185.80	200.76
		25	37.63	55.26	78.63	101.37	140.44	167.88	207.43	225.13
		30	37.63	53.63	76.78	102.37	146.96	180.25	226.54	248.87
	STA 20	10	36.74	49.59	63.70	77.55	99.88	116.99	143.84	157.32
		15	37.74	51.59	68.03	84.10	111.76	131.09	161.90	177.75
		20	38.37	53.22	73.88	93.69	129.05	152.97	191.22	210.66
		25	39.00	54.85	78.03	103.32	148.90	181.00	228.58	251.87
		30	39.00	55.48	79.59	112.69	166.64	209.81	270.46	301.23

В якості розрахункового перетину де відповідні стандарти є най більшими обираємо теоретичний шпангоут №1. Залежність цих стандартів в розмірному вигляді від швидкості руху і висоти хвилювання наведена в табл. 5.7.

Відповідні стандарти при висоті хвиль $h_{3\%} = 1$ м наведені в табл. 5.8.

Таблиця 5.9

Безрозмирні відносні вертикальні переміщення
судна з параметрами $C_B = 0.85$; $B/T = 2.63$; $L/B = 7.0$

RELATIVE MOTIONS	SECTION	FR NO %	$C_B = 0.85 \quad L/B = 7.0 \quad B/T = 2.63 \quad LCB = +1.5\%$							
			SIGNIFICANT WAVE HEIGHT/LBP							
			0.015	0.020	0.025	0.030	0.040	0.050	0.075	0.100
STA 1	10	10	45.63	72.11	97.70	119.55	151.51	174.36	203.95	218.43
	15	15	43.89	73.00	102.22	129.18	167.51	194.36	231.43	248.91
	20	20	42.26	71.26	103.74	134.22	179.03	210.99	255.43	277.02
	25	25	40.63	68.78	102.89	136.85	189.40	223.99	276.17	300.02
	39	39	40.26	65.04	101.63	136.37	195.29	234.88	294.54	323.24
STA 2	10	10	43.00	66.48	88.07	105.29	131.51	147.47	172.32	182.43
	15	15	42.26	68.37	93.59	116.18	147.88	170.10	199.80	213.28
	20	20	41.26	67.63	96.11	121.96	160.77	187.36	223.80	241.39
	25	25	40.26	65.52	95.63	125.22	171.40	201.36	245.54	265.39
	30	30	39.26	62.78	95.63	126.74	178.29	213.25	263.91	289.24
STA 3	10	10	41.37	60.22	77.44	91.29	111.25	124.73	141.32	148.43
	15	15	40.63	63.11	84.33	102.92	128.88	146.47	169.80	179.28
	20	20	40.00	63.63	87.85	110.70	142.14	164.73	194.17	207.76
	25	25	39.63	62.52	89.00	114.59	153.77	179.73	216.91	232.76
	30	30	38.63	60.15	89.37	116.48	161.66	191.99	235.91	256.61
STA 4	10	10	38.74	54.59	67.81	78.03	93.25	102.10	113.32	117.43
	15	15	39.00	58.48	75.70	90.29	110.62	124.84	141.17	147.65
	20	20	39.00	59.37	80.59	99.07	125.51	143.47	166.54	177.13
	25	25	38.63	59.26	82.74	104.33	138.14	159.10	189.28	202.50
	30	30	38.63	57.89	83.37	107.85	147.03	172.36	209.65	226.98
STA 20	10	10	35.74	44.44	63.85	77.96	99.33	116.07	141.18	154.18
	15	15	36.74	51.59	66.44	80.92	103.62	120.73	147.58	161.69
	20	20	38.11	53.33	70.40	87.47	114.02	133.72	162.42	177.90
	25	25	38.74	53.96	75.62	95.54	130.53	152.60	187.37	203.96
	30	30	39.00	55.22	81.73	105.91	147.86	175.89	219.47	240.65

Таблиця 5.10

Безрозмірні відносні вертикальні переміщення

судна з параметрами $C_B = 0.80$; $\frac{B}{T} = 2.63$; $\frac{L}{B} = 5.94$

RELATIVE MOTIONS	SECTION	FR NO %	$C_B = 0.839$ $L/B = 5.94$ $B/T = 2.63$ $LCB = +1.5\%$							
			SIGNIFICANT WAVE HEIGHT/LBP							
			0.015	0.020	0.025	0.030	0.040	0.050	0.075	0.100
	STA 1	10	41.89	68.26	96.11	120.96	158.03	183.88	220.95	238.80
		15	40.63	66.52	96.26	125.74	170.18	201.51	245.95	267.17
		20	39.63	63.41	95.52	127.00	178.81	214.40	266.95	292.91
		25	39.26	60.15	93.15	125.52	184.22	225.03	286.32	315.65
		39	38.63	57.89	88.93	124.89	187.48	235.51	304.80	339.13
	STA 2	10	40.63	64.00	87.85	108.70	140.40	161.25	190.69	204.17
		15	39.63	63.26	90.00	114.85	152.55	178.88	216.32	233.54
		20	38.63	60.78	89.26	116.74	162.18	193.14	238.32	259.91
		25	38.63	58.52	87.89	116.89	168.96	204.40	257.69	282.65
		30	38.00	56.26	84.67	117.26	172.85	215.51	276.80	306.13
	STA 3	10	39.63	59.37	80.22	97.44	122.14	139.36	162.06	172.54
		15	39.00	60.26	82.74	104.22	135.66	158.25	188.06	202.28
		20	38.63	58.52	83.63	107.48	146.55	172.88	211.06	228.65
		25	37.63	56.89	82.89	108.63	153.70	185.14	231.06	252.39
		30	37.63	55.26	80.41	109.63	159.59	196.88	250.17	276.50
	STA 4	10	39.00	55.74	71.96	86.18	106.51	119.73	136.43	143.28
		15	38.63	57.00	76.48	94.33	120.40	138.36	162.80	173.02
		20	38.00	56.26	78.00	98.85	132.29	154.62	185.80	200.76
		25	37.63	55.26	78.63	101.37	140.44	167.88	207.43	225.13
		30	37.63	53.63	76.78	102.37	146.96	180.25	226.54	248.87
	STA 20	10	36.74	49.59	63.70	77.55	99.88	116.99	143.84	157.32
		15	37.74	51.59	68.03	84.10	111.76	131.09	161.90	177.75
		20	38.37	53.22	73.88	93.69	129.05	152.97	191.22	210.66
		25	39.00	54.85	78.03	103.32	148.90	181.00	228.58	251.87
		30	39.00	55.48	79.59	112.69	166.64	209.81	270.46	301.23

Таблиця 5.11

Безрозмірні відносні вертикальні переміщення

судна з параметрами $C_B = 0.85$; $\frac{B}{T} = 2.63$; $\frac{L}{B} = 5.94$

RELATIVE MOTIONS	SECTION	FR NO %	$C_B = 0.839$ $L/B = 5.94$ $B/T = 2.63$ $LCB = +1.5\%$							
			SIGNIFICANT WAVE HEIGHT/LBP							
			0.015	0.020	0.025	0.030	0.040	0.050	0.075	0.100
	STA 1	10	45.63	72.11	97.70	119.55	151.51	174.36	203.95	218.43
		15	43.89	73.00	102.22	129.18	167.51	194.36	231.43	248.91
		20	42.26	71.26	103.74	134.22	179.03	210.99	255.43	277.02
		25	40.63	68.78	102.89	136.85	189.40	223.99	276.17	300.02
		39	40.26	65.04	101.63	136.37	195.29	234.88	294.54	323.24
	STA 2	10	43.00	66.48	88.07	105.29	131.51	147.47	172.32	182.43
		15	42.26	68.37	93.59	116.18	147.88	170.10	199.80	213.28
		20	41.26	67.63	96.11	121.96	160.77	187.36	223.80	241.39
		25	40.26	65.52	95.63	125.22	171.40	201.36	245.54	265.39
		30	39.26	62.78	95.63	126.74	178.29	213.25	263.91	289.24
	STA 3	10	41.37	60.22	77.44	91.29	111.25	124.73	141.32	148.43
		15	40.63	63.11	84.33	102.92	128.88	146.47	169.80	179.28
		20	40.00	63.63	87.85	110.70	142.14	164.73	194.17	207.76
		25	39.63	62.52	89.00	114.59	153.77	179.73	216.91	232.76
		30	38.63	60.15	89.37	116.48	161.66	191.99	235.91	256.61
	STA 4	10	38.74	54.59	67.81	78.03	93.25	102.10	113.32	117.43
		15	39.00	58.48	75.70	90.29	110.62	124.84	141.17	147.65
		20	39.00	59.37	80.59	99.07	125.51	143.47	166.54	177.13
		25	38.63	59.26	82.74	104.33	138.14	159.10	189.28	202.50
		30	38.63	57.89	83.37	107.85	147.03	172.36	209.65	226.98
	STA 20	10	35.74	44.44	63.85	77.96	99.33	116.07	141.18	154.18
		15	36.74	51.59	66.44	80.92	103.62	120.73	147.58	161.69
		20	38.11	53.33	70.40	87.47	114.02	133.72	162.42	177.90
		25	38.74	53.96	75.62	95.54	130.53	152.60	187.37	203.96
		30	39.00	55.22	81.73	105.91	147.86	175.89	219.47	240.65

Таблиця 5.12

Безрозмірні відносні вертикальні переміщення

судна з параметрами $C_B = 0.839$; $\frac{B}{T} = 2.63$; $\frac{L}{B} = 5.94$

RELATIVE MOTIONS	SECTION	FR NO %	$C_B = 0.839$ $L/B = 5.94$ $B/T = 2.63$ $LCB = +1.5\%$							
			SIGNIFICANT WAVE HEIGHT/LBP							
			0.015	0.020	0.025	0.030	0.040	0.050	0.075	0.100
	STA 1	10	43.35	69.76	96.73	120.41	155.49	180.17	214.32	230.86
		15	41.90	69.05	98.58	127.08	169.14	198.72	240.29	260.05
		20	40.66	66.47	98.73	129.82	178.90	213.07	262.46	286.71
		25	39.79	63.52	96.95	129.94	186.24	224.62	282.36	309.55
		39	39.27	60.68	93.88	129.37	190.53	235.26	300.80	332.93
	STA 2	10	41.55	64.97	87.94	107.37	136.93	155.88	183.53	195.69
		15	40.66	65.25	91.40	115.37	150.73	175.46	209.88	225.64
		20	39.66	63.45	91.93	118.78	161.63	190.89	232.66	252.69
		25	39.27	61.25	90.91	120.14	169.91	203.21	252.95	275.92
		30	38.49	58.80	88.94	120.96	174.97	214.63	271.77	299.54
	STA 3	10	40.31	59.70	79.14	95.04	117.89	133.65	153.97	163.14
		15	39.64	61.37	83.36	103.71	133.02	153.66	180.94	193.31
		20	39.16	60.51	85.28	108.74	144.83	169.70	204.47	220.50
		25	38.41	59.09	85.27	110.95	153.73	183.03	225.54	244.73
		30	38.02	57.17	83.90	112.30	160.40	194.97	244.61	268.74
	STA 4	10	38.90	55.29	70.34	83.00	101.34	112.85	127.42	133.20
		15	38.77	57.58	76.18	92.75	116.59	133.09	154.36	163.13
		20	38.39	57.47	79.01	98.94	129.65	150.27	178.29	191.54
		25	38.02	56.82	80.23	102.52	139.54	164.46	200.35	216.30
		30	38.02	55.29	79.35	104.51	146.99	177.17	219.95	240.33
	STA 20	10	36.35	47.58	63.76	77.71	99.67	116.63	142.80	156.10
		15	37.35	51.59	67.41	82.86	108.59	127.05	156.32	171.49
		20	38.27	53.26	72.52	91.26	123.19	145.46	179.99	197.88
		25	38.90	54.50	77.09	100.29	141.74	169.92	212.51	233.19
		30	39.00	55.38	80.42	110.05	159.32	196.58	250.57	277.60

Таблиця 5.13

Стандарти вертикальних відносних переміщень
шпангоута №1 (σ_{r1} . м) в залежності від швидкості руху
и висоти хвилювання $h_{3\%}$. м

Vs. вузл	$h_{3\%}$. м							
	3.4	4.6	5.7	6.9	9.2	11.5	17.2	22.9
4.08	0.736	1.185	1.642	2.045	2.640	3.059	3.639	3.920
6.12	0.711	1.172	1.674	2.158	2.872	3.374	4.080	4.416
8.16	0.690	1.129	1.676	2.204	3.038	3.618	4.457	4.868
10.2	0.676	1.078	1.646	2.206	3.162	3.814	4.794	5.256
12.2	0.667	1.030	1.594	2.197	3.235	3.995	5.108	5.653

Таблиця 5.14

Стандарти вертикальних відносних переміщень
шпангоута №1 ($\bar{\sigma}_{r1}$. м) в залежності від стану моря швидкості руху
при висоті хвилювання $h_{3\%} = 1$ м

Vs. вузл.	Стандарти $\bar{\sigma}_{r1}$. м							
	1	2	3	4	5	6	7	8
4.08	0.214	0.258	0.287	0.297	0.288	0.267	0.212	0.171
6.12	0.207	0.256	0.292	0.314	0.313	0.294	0.237	0.193
8.16	0.201	0.246	0.293	0.321	0.331	0.316	0.259	0.212
10.2	0.197	0.235	0.287	0.321	0.345	0.333	0.279	0.229
12.2	0.194	0.225	0.278	0.319	0.353	0.349	0.297	0.247

Зміна стану моря в табл. 5.14 враховує ступень розвитку хвилювання – вид хвилювання яке розвивається до повністю розвинутого и на кінець до хвилювання яке затухає.

В послідовних розрахунках для кожної швидкості враховувалися лише максимальні стандарти оскільки ступень розвитку хвилювання наперед невідомо.

Вважаючи амплитуди процесів, пов'язаних з хитацією розподіленими за законом Релея, отримуємо наступну залежність для граничних висот хвиль.

при яких вірогідність відповідних подій рівна припустиму значенню для кожної швидкості:

$$h = \frac{F_e}{\overline{\sigma_{r1}} \sqrt{-2 \ln(p_{dw})}}$$

де F_e – ефективний надводний борт з урахуванням ходової хвили (динамічного піднесення поверхні води в носі);

$p_{dw} = 0.07$ – припустима ймовірність zalивання.

Результати представлені на рис. 5.3.

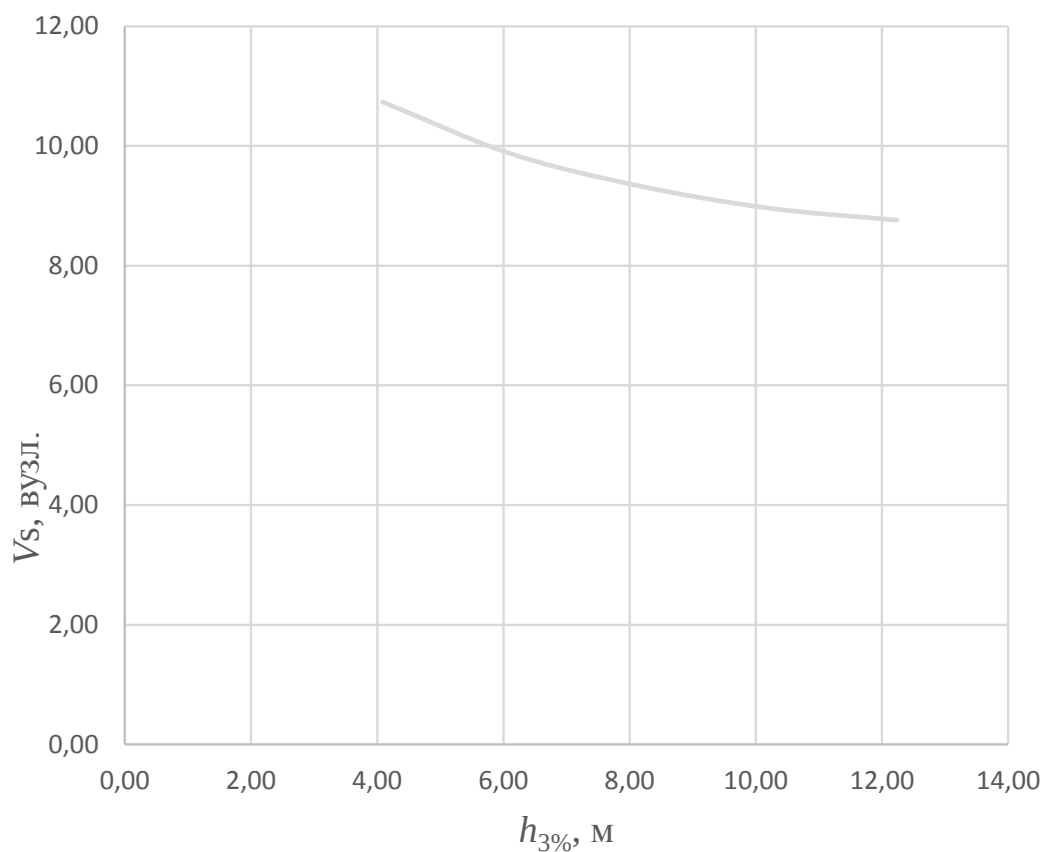


Рис. 5.3. Залежність безпечної з точки зору zalивання швидкості руху від висоти хвилювання

РОЗДИЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙС

6.1 Забезпечення економічної ефективності роботи флоту

У дослідницькій частині даний магістерський роботи «Дослідження вимушеного зниження швидкості за умовами заливання на зустрічному нерегулярному хвилюванні» видзначени основні умови та можливості організації навігаційної безпеки руху судна у рейси. Робота суден пов'язані з ризиком, тобто аварійними ситуаціями. Забезпечення зниження ризику дає планування безпечної швидкості ходу за умовами вимушеного зниження швидкості на нерегулярному хвилюванні

Важливою умовою забезпечення економічної ефективності роботи флоту і підвищення безпеки є детальне знання і облік судноводими 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 обмеженнях за розміром акваторій для маневрування, при постановці на якор, при швартових операціях в порту і відкритому морі, в каналах і фарватерах. При плаванні на нерегулярному хвилюванні судноводію доводиться враховувати реальні характеристики і запізнювання фактичного руху судна в результаті вимушеного зниження швидкості за умовами розгону гвинта на нерегулярному хвилюванні, щодо моменту подачі команди.

Розглянемо вплив гідрометеорологічних чинників, таких як нерегулярне хвилювання моря 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. вид 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 вид підвищення безпеки плавання;
- економия. що отримується за рахунок використання алгоритму вибору режиму штормовання;
- економия вид збережень перевезення вантажив;
- збільшення провизної 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 «Verity» з порту Туапсе в порт Тампа 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 «Verity»	Δ_w	тон	37313
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	1125.1

3	Видстань між портами	L	мили	6672
---	----------------------	-----	------	------

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5
4	Кількість навантаженого вантажу: аміачна селитра	ΣQm	т	24000
5	Фрахтова ставка за 1т вантажу	f	\$/т	35
6	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	т/ добу	8000
7	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	т/ добу	6000
8	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	14.0
9	Швидкість в каналах. вузостях	v	кан. вузли	7.0
10	Добова витрата палива на ходу: важке	q^e_x	тон/добу	27.0
	легке	$q^e_{ст}$	тон/добу	0.8
11	Ціна 1 тони палива: важке	C_v	\$/т	450
	легке	C_l	\$/т	580
12	Балансова вартість судна	$C_{бал}$	\$	3917865
13	Річна норма амортизації	Ha	%	10
14	Позаексплуатаційний час	T_{ze}	днб.	15
15	Чисельність екіпажу	$Ч_{ек}$	чол.	22
16	Час затримки в дорозі	$t_{зат}$	днб.	6
17	Додатковий час в портах стоянки	$t_{дод}$	год.	6
18	Заробитна платня	$R_{зн}$	\$/добу	2100
19	Витрати на технічне постачання	$R_{т.пос}$	\$/добу	300
20	Навігаційні витрати	$R_{нав}$	\$/добу	270
21	Портови збори	$R_{порт}$	\$	24520
22	Агентство суден	$R_{аг}$	\$/добу	200
23	Витрати на страхування судна	$R_{стр}$	\$/добу	250
24	Витрати на ремонт	$C_{рем}$	\$/мр.п.	500000
25	Вартість одного доковання	$C_{док}$	\$	35000

При розрахунку кількісних показників роботи судна в рейси використовуємо дані рейсового завдання [21. 22].

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

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

$$\Delta_q = 37313 - 1125.1 = 36187.9 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

$$T_{екс} = T_{\kappa} - T_{вэ}. \quad (6.2)$$

де T_{κ} – календарний період. приймаємо 365 диб;

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

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

$$t_x = 6672 / (14.0 \times 24) + 6 / 24 = 20.1 \text{ диб}$$

- стоянковий час:

$$t_{cm} = t_{cm}^3 + t_{cm}^6 = \left(\frac{Q_1}{M_{31}} \right) + \left(\frac{Q_1}{M_{61}} \right) + t_{дон} \quad (6.4)$$

$$t_{cm} = 24000 / 8000 + 24000 / 6000 + 6 / 24 = 7.3 \text{ диб.}$$

- час рейсу складе:

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

$$t_p = 20.1 + 7.3 = 27.4 \text{ диб}$$

4. Розрахуємо провизну спроможність судна:

- зроблено тонно-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 24000 \times 6672 = 160128000 \text{ тонно-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_q L = 36187.9 \times 6672 = 241445669 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

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

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = 24000 \times 35 = 840000 \text{ \$/рейс}$$

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

Постийни експлуатаційни витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

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

- витрати на заробитну плату ($R_{\text{зн}}$) 2100 \$/добу;

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

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

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 ($R_{\text{рем}}$) розраховуємо за формулою:

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

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

$t_{\text{мн}}$ – міжремонтний період 5 років.

$$R_{\text{рем}} = ((35000 + 500000) / 5) / 350 = 306 \text{ \$/добу}$$

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

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

$$R_{\text{ам}} = (3917865 \times 0.1) / 350 = 1119 \text{ \$/добу};$$

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

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

де $H_{\text{сн}}$ – норма постачання;

$$R_{\text{сн}} = (3917865 \times 0.02) / 350 = 224 \text{ \$/добу};$$

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

- навігаційні витрати. \\$/добу ($R_{\text{нав}}$) 270 \\$/добу;

- портові збори ($R_{\text{порт}}$) 24520 \\$/рейс;

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

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

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

$$R_{\text{екс}} = 2100 + 264 + 306 + 1119 + 224 + 300 + 270 + 24520 / 27.4 + \\ + 200 + 250 = 5928 \text{ \$/ добу}$$

7. Розрахуємо непрямі (адміністративно-управлінські)

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

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

$$R_{кос.} = 5928 \times 0.02 = 119 \text{ \$/добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{заг} = 5928 + 119 = 6047 \text{ \$/добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{заг.екс} = 6047 \times 27.4 = 165688 \text{ \$/рейс}$$

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

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

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

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

$$R_x^e = 1.1 \times 27.0 \times 450 = 13365 \text{ \$/ добу}$$

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

$$R_{см}^e = k_{см} \cdot q_{см} \cdot I_e \quad (6.16)$$

$$R_{см}^e = 1.1 \times 0.8 \times 580 = 510 \text{ \$/ добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

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

$$\Sigma R_{nep} = 13365 \times 20.1 + 510 \times 7.3 = 272360 \text{ \$/рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{рейс} = 165688 + 272360 = 438048 \text{ \$/рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

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

$$\Sigma \Pi_{рейс} = 840000 - 438048 = 401952 \text{ \$/рейс}$$

Прибуток судна т/х «Verity» з порту Туапсе в порт Тампа з вантажем аміачна селитра за рейс склав 401952 \$/рейс.

Якісні показники роботи судна в рейси розраховуємо за методикою [22]:

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

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

$$K_e = 350 / 365 = 0.959$$

2. Коефіцієнт завантаження судна:

$$\alpha_z = \frac{\Sigma Q}{\Sigma D_u}. \quad (6.21)$$

$$\alpha_z = 24000 / 36187.9 = 0.663$$

3. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

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

$$V_{cp} = 6672 / 20.1 = 332$$

4. Коефіцієнт ходового часу:

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

$$\varepsilon_x = 20.1 / 27.4 = 0.734$$

5. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

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

$$\mu_6 = 0.663 \times 332 \times 0.734 = 161.57$$

6. Валова прибутковість одних судоднів:

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

$$\mu = 840000 / 27.4 = 30657 \text{ \$}/\text{доба}$$

7. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейси:

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

$$S_m = 438048 / 24000 = 18.25 \text{ \$}/\text{т}$$

8. Собівартість 1 тонно-мили в рейси:

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

$$S_{m-m} = 438048 / 160128000 = 0.0027356 \text{ \$/т-м}$$

9. Собивартисть утримання судна в добу експлуатації:

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

$$S_{c-c} = 438048 / 27.4 = 15987 \text{ \$/ доб.екс}$$

10. Ривень прибутковости являє відношення доходив до витрат:

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

$$PF = 840000 / 438048 = 1.92$$

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. оцинка ефективности рейсу

Якисни показники роботи судна за експлуатаційний период розраховуемо з урахуванням розрахованого експлуатаційного период роботи судна за формулою (6.2) за методикою [22]:

1. Число рейсив за експлуатаційний период:

$$U_p = T_{екс} / t_p \quad (6.30)$$

$$U_p = 350 / 27.4 = 12.77$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний период:

$$\Sigma Q_{екс} = \Sigma Q \cdot \mathcal{U}_p \quad (6.31)$$

$$\Sigma Q_{екс} = 24000 \times 12.77 = 306480 \text{ т / рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

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

$$\Sigma Ql_{екс} = 160128000 \times 12.77 = 2044834560 \text{ т-миль / рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma F_{екс} = 840000 \times 12.77 = 10726800 \text{ \$ / рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma R_{екс} = 438048 \times 12.77 = 5593873 \text{ \$ / рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma \Pi = 401952 \times 12.77 = 5132927 \text{ \$ / рік}$$

7. Рівень прибутковості роботи судна за експлуатаційний період:

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

$$PF = 10726800 / 5593873 = 1.92$$

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	\$	840000
2	Затрати загальні	R	\$	438048
3	Прибуток	Π	\$	401952
4	Коефіцієнт ходового часу	ε_x		0.734
5	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	мили/добу	332
6	Доходність судна	μ	\$/добу	30657
7	Рівень доходності	PF		1.92
8	Собівартість перевезення 1 т вантажу	S_T	\$/т	18.25
9	Собівартість 1 т-мили	S_{T-M}	\$/т-м	0.0027356
10	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	S_{C-C}	\$/добу	15987

В результаті проведених розрахунків, наведених у табл. 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень прибутковості 1.92. прибуток 401952 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 5132927 \$. Судно «Verity» доцільно використовувати на даний лінії.

РОЗДИЛ 7

ОХОРОННИ ЗАХОДИ І ЦИВИЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ

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)

Балкер «NEMTAS 1» стоїть на якорі в районі зовнішнього рейду порту Дуала (Камерун). Отримано повідомлення про терористичний акт на території спеціалізованого перевантажувального комплексу для хімічних і наливних вантажів.

В результаті вибуху вагон з хлором зійшов з рейок і перекинувся. З пошкодженого вагону – цистерни вилилося 25 т хлору, що є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). Характер розливу – «вільно».

Метеорологічні умови на момент аварії: час доби – день, 16.00, температура повітря 20⁰, швидкість вітру 2 м/с, вітер – зустрічний, суцільна хмарність. Видстань від судна до місця аварії – 5 км. Місцевість відкрита, характер – водна поверхня.

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

Запропонувати заходи по зменшенню можливих втрат серед екіпажу та пасажирів судна.

Визначити стандартні робочі процедури щодо прийняття відповідних заходів у разі порушення захисту судна.

7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території

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

1) 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 – изотермия.

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_{91} (т) хлору в первинній хмарі:

$$Q_{91} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0 = 0.18 \cdot 1 \cdot 0.23 \cdot 1 \cdot 25 = 1 \text{ т.}$$

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

Таблиця 7.2

Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найме – нування СДОР	Щиль- ність 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)				
								– 40	– 20	0	20	40
Хлор	–	1.558	– 34.1	0.6	0.18	0.052	1.0	<u>0</u> 0.9	<u>0.3</u> 1	<u>0.6</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1.4</u> 1

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

$K_3 = 1$ – 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);

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

$Q_0 = 25$ – 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:

$$Sp = V_p/h = Q_0 / \rho/h = 25 / 1.558 / 0.05 = 321 \text{ м}^2.$$

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

$\rho = 1.558$ – щільність хлору. т/м^3 (табл. 8.2);

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

Таблиця 7.3

Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

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

Таблиця 7.4

Значення коефіцієнту K_m залежно від впливу характеру місцевості

Рельєф місцевості. вид рослинності і забудови	Вертикальна стійкість повітря		
	конвекція	ізотермія	інверсія
Водна поверхня. відкрита місцевість	1	1	1
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	—	—	—	—	—	—

Изотермия	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59
Конвекция	7	14	21	28						

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

Розраховуємо тривалисть вражаючої дії Т (год.) хлору:

$$T = h \cdot \rho / (K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{\text{ИИ}}) + 1 / (K_m \cdot v_{\text{п}}) = 0.05 \cdot 1.558 / (0.052 \cdot 1.33 \cdot 1) + 1 / (1 \cdot 12) = 1.2 \text{ год.} = 1 \text{ год. } 12 \text{ хв.}$$

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);

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

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

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

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

$$Q_{32} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{\text{ИИ}} \cdot Q_0 / (h \cdot \rho) = 0.82 \cdot 0.052 \cdot 1 \cdot 1.33 \cdot 0.23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 25 / (0.05 \cdot 1.558) = 4.19 \text{ т.}$$

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
5	0.17	0.38	0.53	1.19	1.68	2.91	3.75	5.53	8.19

Для $Q_{\Sigma 1} = 1$ т та швидкості витру $u = 2$ м/с визначаємо глибину зони зараження первинною хмарою хлору: $\Gamma_1 = 2.84$ км.

Для $Q_{\Sigma 2} = 4.19$ т та швидкості витру $u = 2$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою хлору: $\Gamma_2 = 6.45$ км.

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0.5 \cdot \Gamma'' = 6.45 + 0.5 \cdot 2.84 = 7.87 \text{ км.}$$

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

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

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

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

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{matrix} \right\} = 7.87 \text{ км.}$$

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

$$S_B = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^\circ = 3.14 \cdot 7.87^2 \cdot 90^\circ / 360^\circ = 46.6 \text{ км}^2.$$

де $\Gamma = 7.87$ – розрахункова глибина зони зараження, км;

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

Таблиця 7.7

Кутові розміри зони можливого зараження СДОР залежно від швидкості витру

Швидкість витру (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):

$$S_\Phi = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0.2} = 0.133 \cdot 7.87^2 \cdot 1^{0.2} = 8.24 \text{ км}^2.$$

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 представляє собою сектор, що має кутовий розмір $\varphi = 90^\circ$ (табл. 7.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахункової глибини зони зараження $\Gamma = 7.87$ 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):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_1} \right)^\Psi = 2,31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{5,19}{6} \right)^{0,580} = 2,12 \text{ км.}$$

де: $\lambda = 2.31$; $\Psi = 0.580$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (табл. 8.8);

$Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 1 + 4.19 = 5.19$ – 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):

$$\Gamma_{0,41} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,41}} \right)^\Psi = 2,31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{5,19}{2,4} \right)^{0,580} = 3,61 \text{ км.}$$

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):

$$\Gamma_{0,21} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,21}} \right)^\Psi = 2,31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{5,19}{1,2} \right)^{0,580} = 5,4 \text{ км.}$$

де $D_{0.2} = 0.2 \cdot D_1 = 0.2 \cdot 6 = 1.2$ – значення токсодози, що відповідає 20% летальної токсодози для хлору, мг.хв/л.

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковий глибини зони зараження $\Gamma = 7.87$ км.

б) 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:

$$t = x / (K_m \cdot v_{\text{п}}) = 5 / (1 \cdot 12) = 0.42 \text{ год.} = 25 \text{ хв.}$$

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

7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження території зовнішнього рейду порту показала, що екіпажу судна небезпека не загрожує. Відстань судна «NEMTAS 1» до місця аварії становить 5 км, глибина зони ураження 4.5 км.

Для уникнення можливих втрат серед екіпажу судна пропонуються наступні заходи:

- повідомити екіпаж про аварію в порту, попередити про небезпечні наслідки отруєння хлором, зв'язатися з аварійними службами порту для отримання оперативної інформації про розвиток аварії;
- тимчасово припинити усі роботи на відкритій палубі, забезпечити контроль за тим, щоб члени екіпажу знаходились у внутрішніх приміщеннях, поки триває вражаюча дія зараженого повітря;
- підготуватися до надання у разі потреби першої медичної допомоги постраждалим.

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

Стандартні робочі процедури встановлюють порядок дій суднового персоналу при порушенні захисту судна при всіх рівнях охорони (1. 2. 3). Розподіл відповідальності членів екіпажу за виконання дій, які повинні бути зроблені у разі порушення захисту судна, наведений в табл. 7.9 і може бути використаний в якості чек – листа. Даний перелік дій жодним чином не обмежує капітана в прийнятті інших рішень, якщо він вважатиме їх більш ефективними в конкретних умовах.

Таблиця 7.9

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

№ п/п	Дії, які повинні бути виконані	Відповідальний член екіпажу
1	2	3
1	У судновому журналі відображати всі заходи по забезпеченню безпеки до закінчення дозволу надзвичайної ситуації.	Вахтовий помічник
2	Негайно доповісти капітану і ОКС.	Вахтовий помічник
3	Оголосити загальносуднову тривогу.	Капітан
4	Задраїти і закрити на замки всі приміщення на палубах.	Вахтовий помічник
5	Створити на судні зони безпеки, визначені Планом	Офіцер з охо-

	охорони судна и дияти у відповідності з Планом.	рони судна
6	Забезпечити зорове спостереження і суворий пропуск- ний режим.	Офіцер з охो- рони судна

Продовження таблиці 7.9

1	2	3
7	Встановити зв'язок і взаємодію з Посадовою особою портового засобу. відповідальною за охорону. і портовою владою.	Офіцер з охорони судна
8	Тримати каюти членів екіпажу і ілюмінатори в каютах постійно закритими.	Вахтовий помічник
9	Забезпечити спостереження за сторонніми особами. які перебувають на борту. виключити їх вільне переміщення по судну.	Офіцер з охорони судна
10	Здійснювати постійний контроль за вантажно – розвантажуваль – ними роботами. при перерви в роботах і по їх закінченню провести ретельний огляд трюмів. палуб і закриття люків.	Офіцер з охорони судна
11	З настанням темного часу доби забезпечити освітлення палуб і бортив судна. підняти трап. перевірити відсутність з бортив і корми звисаючих кінців. виставити додаткові спостережні пости. регулярно перевіряти. як задраєни і розкриплені зсередини всі двері і люки. що ведуть у коридори надбудови	Капітан Офіцер з охорони судна