

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

Руднєва Владислава Руслановича

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема: «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна

«Gas Explorer» за маршрутом Кабінда (Cabinda) – Намібе (Namibe)»

Підпис магістранта _____

Завідуючий кафедрою _____

Керівник _____

Рецензент _____

Нормоконтроль _____

м. Одеса
2025 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра: «Теорії та устрою судна»

Спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Завідуючий кафедрою

" 27 " 05 2025 р

З А В Д А Н Н Я

по дипломній роботі магістранта

Руднева Владислава Руслановича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Gas Explorer» за маршрутом Кабінда (Cabinda) – Намібе (Namibe)» затверджена наказом по академії від " ____ " _____ 20____ р.
№ _____
2. Строк здачі курсантом закінченої роботи ____ " 28 " листопада 2025 року
3. Вхідні дані до роботи:
 1. Ворохобін І.І. та інші. Методичні вказівки до виконання магістерської роботи.
 2. m/v «Gas Explorer» Trim and Stability Booklet, Ship manual, Informational booklet for Damage control.
 3. Nautical publication.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):
 - Розділ 1. Характеристики судна.
 - Розділ 2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу.
 - Розділ 3. Обробка та розміщення вантажів.
 - Розділ 4. Оцінка морехідних якостей судна.
 - Розділ 5. Дослідження зміни вертикальних прискорень по довжині судна на нерегулярному хвилюванні
5. Перелік графічного матеріалу:
 1. Wheelhouse poster.
 2. Графічний план переходу.
 3. Вантажний план судна.
 4. Діаграма статичної остійності на відхід.
 5. Діаграма статичної остійності на прихід.

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

Розділ (визначається кафедрою)	ПІБ консультанта	Підпис і дата
1. Характеристики судна		
2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу		
3. Обробка та розміщення вантажів		
4. Оцінка морехідних якостей судна		
5. Дослідження зміни вертикальних прискорень по довжині судна на нерегулярному хвилюванні		
6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі (кафедра “Менеджменту і економіки морського транспорту”)		
7. Охоронні заходи та цивільна оборона на судні (кафедра “Судноводіння”)		

7. Календарний план дипломної роботи магістранта

№ п/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ. Характеристики судна.	серпень	виконав
2	Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу.	вересень	виконав
3	Обробка та розміщення вантажів.	вересень	виконав
4	Оцінка морехідних якостей судна.	жовтень	виконав
5	Дослідження зміни вертикальних прискорень по довжині судна на нерегулярному хвилюванні.	жовтень	виконав
6	Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі.	жовтень	виконав
7	Охоронні заходи та цивільна оборона на судні. Висновки.	листопад	виконав

8. Дата видачі завдання 27.05.2025

Керівник _____

Завдання до виконання прийняв _____



РОЗДИЛ 1
ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

В табл. 1.1 приведені основні відомості про судно.

Таблиця 1.1

Основні відомості про судно

1	Назва судна	«Gas Explorer»;
2	Тип судна	Tanker LPG Carrier;
3	Позивний сигнал судна	9HDJ7;
4	ІМО №	9506150;
5	MMSI №	354588000;
6	Рик и місце будівництва	серпень 2010. Японія;
7	Клас реєстру	BUREAU VERITAS I + HULL + MACH (liquefied Gas carrier – Max. Pressure 18.0 kg/cm ² ;
8	Порт приписки	Panama;
9	Судновласник:	Liquid Petroleum Gaz Shipping Co. S.A.;
10	Довжина найбільша. (L):	95.95 м;
11	Довжина між перпендикулярами. (L _{⊥⊥}):	88.10 м;
12	Ширина найбільша. (B):	16.00 м;
13	Висота борту до верхньої палуби. (H):	7.130 м;

Продовження табл. 1.1

1	2	3
14	Осадка (Т) в повному вантажу: порожнем:	5.113 м; 2.410 м;
15	Водотоннажність: в повному вантажу Δ : порожнем Δ_0 :	5546.71 т; 2228.59 т;
16	Повна вантажопідйомність Δ_w :	3318.26 т;
17	Головний двигун: тип: потужність: частота обертання:	1×T/Charged 2 – stroke direct reversing Akasaka – Mitsubishi 5UEC33LS IIV; M.C.R. 3670 b.h.p; 210.0 RPM;
18	Режим роботи головного двигуна:	80 – найменший; 95 – малий; 130 – середній; 145 – повний; 210 – найповніший;
19	Швидкість судна:	12.5 вузл.;
20	Гребний гвинт: кількість лопастей: діаметр: напрямок обертання:	4; 3200 мм; правого кроку;
21	Тип руля та площа його пера:	Semi Balanced Rudder of Spade type. 19 м ² ;
22	Тип рульової машини:	HS42MV

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 Deveg 3817 VHF DSC; ПВ телефонна радіостанція з ЦІВ; ПВ / КВ телефонна радіостанція з ЦІВ и УБПЧ; Deveg 3105 MF / HF DSC controller; Приймач НАВТЕКС Deveg 2902; ИБМ Deveg 6348; Инмарсат – 3 Deveg 3220 В Inmarsat – 3 transp.; Аварийний радіобуй Deveg 3545; CAPT Deveg 5900 EMERGENCY RADAR TRANSPORTER; УКВ радіостанція Deveg 6701
24	Валова регістрова мисткість (GT):	3392
25	Чиста регістрова мисткість (NT):	1018
26	Добова витрата палива: на ходу: важке паливо дизельне паливо на стоянці: дизельне паливо	10.0 т/добу; 0.6 т/добу; 2.34 т/добу;
27	Координати центру мас судна порожнем:	X = 6.09 м; Z = 5.80 м.

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна

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

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

Вантажна шкала представлена на рис. 1.3.

1.3 Маневрені характеристики

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

Дани про гальмівний шлях – stopping characteristics – приведені на рис. 1.5 у вигляді лінійних графіків. складених для стану судна у вантажу і у баласті. згідно рекомендації ІМО.

1.4 Навігаційне обладнання

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

Таблиця 1.2

Технічні засоби навігації

Прилад. система	Тип	Марка
1	2	3
Магнітний компас	S11	TOKIMEC
Гірокомпас	TG 6000	TOKIMEC

Продовження табл. 1.2

1	2	3
Авторульовий	PR 2000	TOKIMEC
Радиолокатор	JMA – 7252 – 9	JRC
	JMA – 7252 – 6	JRC
Ехолот	JFE 570S	JRC
ECDIS	JAN 701	JRC
NAVTEX	NCR 300A	JRC
GPS	JLR 6800	JRC
GPS / LORAN	NWZ 4550	JRC
АИС	AG NAUTICAST	JRC

Таблиця 1.3

Точностні характеристики ТЗН на судні

Тип и марка приладу	Умови	Вимірювані навігаційні параметри	СКП одного вимірювання
1	2	3	4
ГК TOKIMEC. TG 6000	судно. яке рухається	курс/пеленг	0.078
JMA – 7252 – 9 JRC	електронний визир	пеленг	0.23
	шкали до 3 миль	дистанція	0.14
	шкали більше 3 миль	дистанція	0.20
JMA – 7252 – 6 JRC	електронний визир	пеленг	0.093
	шкали до 4 миль	дистанція	0.21
	шкали більше	дистанція	0.29

	4 миль		
--	--------	--	--

Продовження табл. 1.3

1	2	3	4
Ехолот JRS. 570S	глибини до 2 м	глибина	0.001
	глибини 10 м	глибина	0.05
	глибини більше 20 м	глибина	0.12

1.5 Забезпечення непотоплюваності

На судні є «Інформація про аварійну посадку і остійність», яка зберігається на мосту в аварійний папці. Також на мосту, на переборці є аварійний план (Damage control plan).

Корпус судна є герметичним, за винятком кришок трюмів і горловини ланцюгового ящика.

Кришки міцно прилягають до комінгса, за рахунок тиску контейнерів розташованих на них, вони мають захисну гуму, але все це не забезпечує повної герметичності. Вода, що потрапила в трюм, може бути легко відкачана осушувальною системою. Всі інші закриття в корпусі судна герметичні.

Горловина ланцюгового ящика, через особливості роботи контейнеровоза (часті заходи в порти) не бетонуються, а просто обмотуються захисним кожухом.

Уздовж обох бортів головної палуби є система водовидливних шпигатів (16 шт.). Які забезпечують відлив води за борт.

На судні є Аварійна Інформація по остійності і аварійні плани передбачені СУБ Компанії.

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

РОЗДИЛ 2

АНАЛІЗ. ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВИГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

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

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

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

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

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

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

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

Планування переходу и його виконання включає чотири послідовни фази:

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

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

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

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

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

Маршрутні и лоцманські довідкові карти;

Лоції (Pilot Books. Sailing Directions);

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

Таблиці приливів (Tide Tables);

Сповідження мореплавцям (Notices to Mariners);

Інформація про радіосигнали (Radio Signal Information);

Радіонавігаційні и місцеві попередження (Radio and Local Warnings);

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

Планування переходу складається з трьох етапів:

трансокеанський перехід и відкрити морські води;

прибережні води и узкості;

ділянки лоцманської проводки.

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

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

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

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

2.2 Оцінка запланованого переходу

Приведемо конкретну інформацію, що відноситься до опрацьовуваного переходу, що відповідає етапу "Passage Plan Appraisal". Для цього проведемо підбір навігаційних і допоміжних карт, посібників і публікацій на заданий перехід по Каталогі Адміралтейських карт і публікацій (Catalogue of

Admiralty Charts and Publications) щорічно видаваних Гидрографією Великобританії.

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

Таблиця 2.1

Перелик карт на перехид

№ карти	Назва карти	Дата випуску
1	2	3
Navigational Charts		
The World General Charts of the Oceans		
4021	South Atlantic OceanEastern Part	23.01.13
The World Index of Charts at 1 : 3 500 000 or comparable scale		
4203	Ascension Island and Luanda to Walvis Bay	02.01.18
Routening Charts and Plans		
3285	Angola Oil Terminals and Pointe – Noire Congo	22.09.18
3206	Baie de Loango to Rio Lucunga	15.01.20
604	Cap Lopez to Luanda	03.03.20
627	Luanda to Baia dos Tigres	07.11.16
1197	Plans on the West Coast of Africa	09.05.18
Non – Navigational Charts		
D.6083	The Word – Load Line Regulations – Zones. Areas and Seasonal Periods	Apr. 1999
5006	The World – Time Zone Chart	Mar. 2008
5310	The World – General Surface Current Distribution	–
Astronomical Charts		
5000	Azimuth Diagram – modified Weir (Lat. 0° to 65°)	Oct. 1950
Climatic Charts		

5302	World Climatic Chart	June 1973
------	----------------------	-----------

Таблица 2.2

Перелик публикаций на переход

NP No	TITLE
1	2
Admiralty List of Radio Signals	
281(1)	Part 1. Maritime Radio Stations: Europe. Africa and Asia (Excluding Far East)
Radio Aids to Navigation. Satellite Navigation Systems. Legal Time. Radio Time Signals and Electronic Position Fixing Systems	
283(1)	Part 1. Maritime Safety Information Services: Europe. Africa and Asia (Excluding Far East)
284	Meteorological Observation Stations
285	Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS)
286(3)	Part 3. Pilot Services. Vessel Traffic Services and Port Operations : Mediterranean and Africa (including Persian Gulf)
288	Satellite Navigation Systems
Admiralty Sailing Directions(ASD)	
2	Africa Pilot. Vol.2
Admiralty Tide Tables (ATT)	
202	Europe (excluding UK and Ireland). Mediterranean Sea and Atlantic Ocean
Miscellaneous Tidal Publications	
120	Admiralty Manual of Tides
List of Lights and Fog Signals	

77	Eastern Atlantic Ocean. Western Indian Ocean and Arabian Sea
Distance Table	
350(1)	Admiralty Distance Tables. Atlantic Ocean – 1st Edition. 1976
Astronomical Publications	
314	The Nautical Almanac 2022

Продовження табл. 2.2

1	2
303	Sight Reduction Forms
323	Star Finder and Identifier
Miscellaneous Publications	
100	The Mariners Handbook
136	Ocean Passages for the World
131	Catalogue of Admiralty Charts and Publications – 2009
133A	Chart Correction Log and Folio index – Second Edition 1999
294	How to Correct your Charts the Admiralty Way
735	IALA Maritime Buoyage System. Edition 5. 1994
5011	Symbols and Abbreviations used on Admiralty Charts. Edition 2. 1998
	Weekly Edition of Admiralty Notices to Mariners
	Annual Summary of Admiralty Notices to Mariners
	International Regulations for Collision prevention at Sea 1972 (COLREG – 72)
Software	
	Fairplay 2020 – World Shipping Encyclopedia
	Ports Guide 2020

2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

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

ривництві ІМО International SfetyNET Manual.

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

У ГМССБ інформація по безпеці включає:

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

Збір 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 Organizattion).

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

Інформація по пошуку і рятуванню забезпечується владою, відповідальними за координацію рятувальних операцій в морі. – (морськими) рятувально-координаційними центрами (RCC, MRCC), відповідно до стандартів і процедур, встановлених Міжнародний морський організації (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	Cape Naval	FSXX 1:20 000 000 0° 30°W; 0° 60°E 60°S 30°W; 60°S 60°E	Surface Analysis	0730(12) 1100(00)

Для прийому текстової інформації про погоду – прогноз, аналіз, метеопопередження, – зазвичай не підбирають спеціальних станцій, оскільки випуски NAVAREA і NAVTEX містять її в достатній кількості.

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

Таблиця 2.4

Райони NAVAREA, станції NAVTEX на переході

№	Дилянка переходу	Район NAVAREA	Станції NAVTEX	Координатор NAVAREA
1	2	3	4	5
1	Південна Африка	II VII	Douala [D] Walvis Bay [B]	France South Africa

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

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

Таблиця 2.5

Зв'язок на переходи

№	Станція	Спосіб зв'язку	Канали. частоти	Примітка
1	2	3	4	5
1	Cabinda Port	VHF	09; 12; 08; 16	Approach Cargo Operations Ch16 H24
2	Baia de Namibe Pilots & Port	VHF	08; 29; 16	Approach. berthing. unberthing. Cargo Operations Ch16 H24

2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

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

- загальна характеристика;
- атмосферний тиск і вітри;
- тропічні циклони;
- хмарність і опади;
- тумани і видимість;

- температура и вологисть.

Таблиця 2.6

Атмосферний тиск и розшифровка «роз витрив»

Характеристики за ділянками	Кабинда			Намибе		
1	2			3		
Атмосферний тиск. гПа	1012			1012		
Витер	Роза витрив № 1			Роза витрив № 2		
Направлення ви- тру	Повторюваність втру. %			Повторюваність втру. %		
	су-мар- на	11-15 м/с	>16 м/с	су-мар- на	11-15 м/с	>16 м/с
1	2			3		
N	1	—	—	0	—	—
NE	0	—	—	0	—	—
E	1	—	—	0	—	—
SE	7	—	—	0	—	—
S	14	—	—	22	—	—
SW	26	—	—	6	—	—
W	15	—	—	33	—	—
NW	4		—	1	—	—
Результуючий ви- тер	направлення. у румбах		S	направлення. у румбах		S
	швидкість. м/с		3-5	швидкість. м/с		3-5
Максимальна швид- кість втру. м/с	спостережена		20	спостережена		20
	розрахункова		—	розрахункова		—

Продовження табл. 2.6

1	2	3
Повторюваність штилив. %	6	6
Схема «рози вітрів»		

Таблиця 2.7

Видимість, водний і тепловий режими атмосфери, гідрологічні характеристики

Характеристики за ділянками		Кабинда	Намибе
1		2	3
Температура повітря. °C		26	26
Температура води. °C		28	28
Відносна вологість. %		70	75
Повторюваність туманів. %		> 8	> 8
Видимість менше 2 миль. %		< 10	< 10
Хмарність. бали		> 8	> 8
Солоність води. ‰		30.0	30.0
Щільність води. г/см ³		1.02100	1.02100
Постійні течії	назва	Бенгальська	Бенгальська
	термодинамічна характеристика	холодна	холодна
	напрявлення	NW	NW
	швидкість. вузл.	0.5-1.0	0.5-1.0
	стійкість	25-50	25-50

Продовження табл. 2.7

1		2	3
Швидкість припливних течий. вузл.		—	—
Висота хвиль. м	середня	1.0-1.5	1.0-1.5
	максимальна	< 5	< 5
Период хвиль. с		4	4

2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибрежному плаванні

Бухта Кабинда (Cabinda) вдається до берега безпосередньо на схід від мису Тафе, що знаходиться в 13 милях до S від мису Малембо. Берег вершини бухти утворений пищаним пляжем, за яким розташовані невисокі кручі і порослі травною пагорби, розділені глибокими довжинами.

У 2 милях до О від мису Тафе у бухту впадає річка Лукала (Lucala). У 5 кбт. до ОСО від її гирла на березі бухти встановлений монумент. На східному березі бухти розташовані декілька селищ. Глибини у бухти близько 15 м. Бухта Кабинда придатна для якорної стоянки малих судів.

Мис (Tafe) (шир. 5°33' S, довг. 12°11' О) обмежує бухту Кабинда із заходу. Він низький і порис кущами. Мис Тафе облямований підводними скелями, на яких утворюються буруни.

На 5 кбт. до W від мису тягнеться милина з глибинами не більше 5 м.

Маяк Кабинда (Cabinda) встановлений на мисі Тафе.

Небезпеки. Нижче описуються банки і затонули судна, розташовані перед входом у бухту Кабинда і в самій бухті.

Банка з найменшою глибиною 4.6 м лежить в 2 милях до N від мису Тафе.

Банка Беле (Bele) скеляста з найменшою глибиною 2.5 м розташована в 1.8 миль до NNO вид мису Тафе.

Затонули судна. У 2.1 миль до NW вид мису Тафе знаходиться затонуле судно, що представляє небезпеку для плавання. Інше затонуле судно лежить в 1.2 миль до NW вид того ж мису.

Банка з глибиною 4.9 м знаходиться в 1.2 миль до WNW вид мису Тафе.

Банка з глибиною 4 м розташована в 1.3 миль до W вид мису Тафе.

Банка з глибиною 1.8 м лежить в 1.8 миль до ONO вид мису Тафе.

Пирс виступає вид берега бухти Кабинда в 6 кбт. до Про вид мису Тафе.

Знак, що свитить, встановлений на вказаному вище пирси.

Створ знаків Симуламбуко (Simulambuco), що свитять, встановлених в 2.3 миль до О вид мису Тафе, веде у бухту Кабинда.

Знак Кабинда (Cabind'a) встановлений в 1.6 миль до SO вид мису Тафе.

Мисто Кабинда (Cabinda) розташоване до О вид мису Тафе. Вин частково закритий деревами. У мисти височіє триповерхова вежа з годинником. Поблизу миста знаходиться лікарня і декілька факторій.

Тут можна зробити дрібний ремонт судна.

Якірні місця. Судна можуть ставати на якор в 2.4 миль до WNW вид мису Тафе, де глибина 15.2 м. ґрунт – мул. Залежно від опаді судна можна ставати на якор ближче до берега. Мали судна можуть стояти на якорі під захистом мису Тафе. Необхідні документи на прихід/видхід:

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

Бухта Мосамедиш (Mossamedes) вдається до берега в 11.5 милях до SSW вид мису Жиганти між мисом Жираул і що знаходиться в 7 милях до SSW вид нього мисом Анунсьясан. До її берегів вдається декілька невеликих бухт. Північний і південний береги бухти Мосамедиш високи, обривисті; кручі південного берега утворені пишаниками жовтого кольору. Східний берег, а також ділянка берега, прилегла до мису Анунсьясан, низькі і пишані. На березі за бухтою розташовані гори, які при сонячному освітленні мають яскравий білий світ; вони є хорошими орієнтирами на підході до бухти і при її упізнанні.

При підході до бухти Мосамедиш примітні окремі будови в мисті Мосамедиш. Вдень при підході до бухти з N добре видно трубу (шир. $15^{\circ}12' S$, довг. $12^{\circ}06' O$), що стоїть на південному березі бухти біля китобийної бази Прая-Амелія. Крім того, хорошими орієнтирами для входу у бухту служать маяк Жираул і знак Норонья, що світить.

Глибини у бухти великі, в середній частині вони складають 200–400 м у напрямку до берега глибини поступово зменшуються. На південній стороні входу у бухту розташована милина Амелія. У бухті є багато риби.

Дві окремі портові області, одна для генеральних вантажів і одна газозовозів і танкерів (Порт Saco). Минимальна глибина в підходах до Mossamedes 10.6m.

Необхідні документи на прихід/видхід:

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

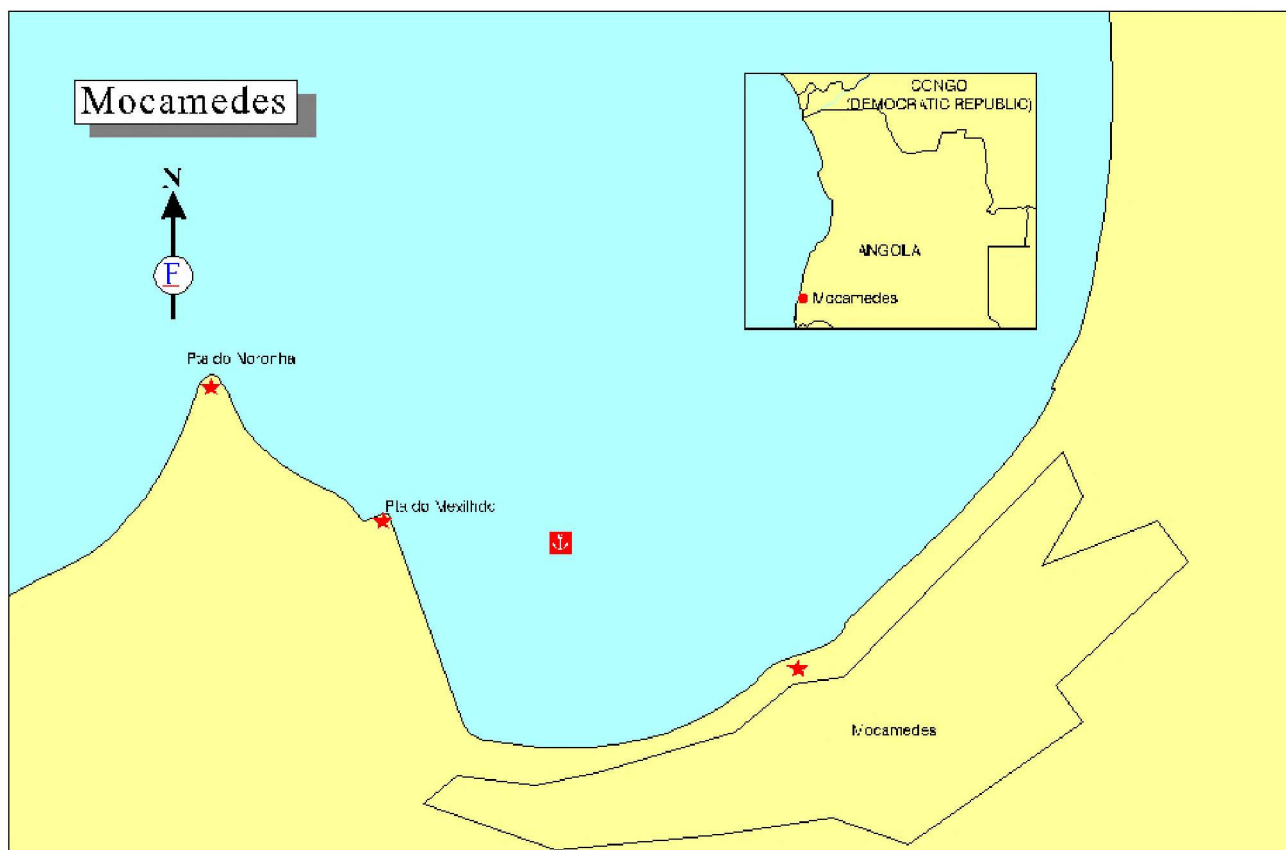


Рис. 2.1. План порту Намибе (Мосамедиш)

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

Таблиця 2.8

Засоби навігаційного обладнання

№	Назва	Координати φ (N); λ (E)	Даль- ність види- мости. мили	Харак- тери- стики	Траверз	
					Істинний пеленг	Найко- ротша видстань
1	2	3	4	5	6	7
1	Ponta do Tafe	5°32.9' S 12°10.9' E	20	Iso 2s	227°	0.86'

Продовження табл. 2.8

1	2	3	4	5	6	7
2	Ponta do Giraul	15°07.9' S 12°07.1' E	18	Fl(2) 8s	090°	0.85'
3	Ponta Noronha	15°11.1' S 12°07.9' E	7	Fl(2) 10s	215°	0.6'

2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1 Розрахунок ортодромії

Рейс є фактичним. У моєму переході немає плавання по ДБК. тому наведемо приклад розрахунку плавання по ДБК: вид точки $\varphi_n = 00^\circ 00' \text{ N}$. $\lambda_n = 47^\circ 22' \text{ W}$ до точки $\varphi_k = 49^\circ 17' \text{ N}$. $\lambda_k = 6^\circ 00' \text{ W}$.

Розраховую локсодромічний курс:

$$\operatorname{tg} k_{\text{л}} = \frac{PД}{PMЧ}$$

Обчислюють довжину локсодромії:

$$S_{\text{л}} = PШ \times \sec k_{\text{л}}$$

Таблиця 2.9

Розрахунок локсодромії

φ_k	49°17' N	λ_k	06°00' W	PMЧ	3398
φ_n	00°00' N	λ_n	47°22' W	K	43°
PШ	2957	PД	3202	S	4049

Визначити довжину ортодромії:

$$\cos D = \sin \varphi_1 \times \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \times \cos \varphi_2 \times \cos PД$$

$$D = 4017 \text{ мили}$$

Доцільність плавання по ортодромії рівна:

$$\Delta S = S_n - D = 4049 - 4017 = 32 \text{ мили}$$

Плавання по ортодромії не вигідно.

Виконаємо розрахунок плавання по ортодромії:

Знаходимо λ_0 :

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

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

Обчислюваний $k_0 \Rightarrow$

Таблиця 2.10

Курси и відстані при плаванні по ортодромії

N	Широта	Довгота	Курс	Відстань
1	10°40' N	40°00.0' W	35	768
2	23°29' N	30°00.0' W	37	958
3	33°43' N	20°00.0' W	41	808
4	41°20' N	10°00.0' W	46	660
5	46°49' N	00°00.0' W	53	542
6	49°17' N	06°00.0' E	58	281

2.3.2 Складання маршрутних листів

Відповідно до рекомендацій ІМО. при плануванні рейсу необхідно скласти маршрутні листи. Маршрутний лист приведений на рис. 2.2.

2.3.3 Графічний план переходу

Результати навігаційного планування переходу оформляють у вигляді графічного плану переходу, який представлений на рис. 2.3. На графічному плані наноситься наступна інформація: курс судна (ортодромія чи локсодромія), назви портів відходу/заходу, основні течії, рози витрів.

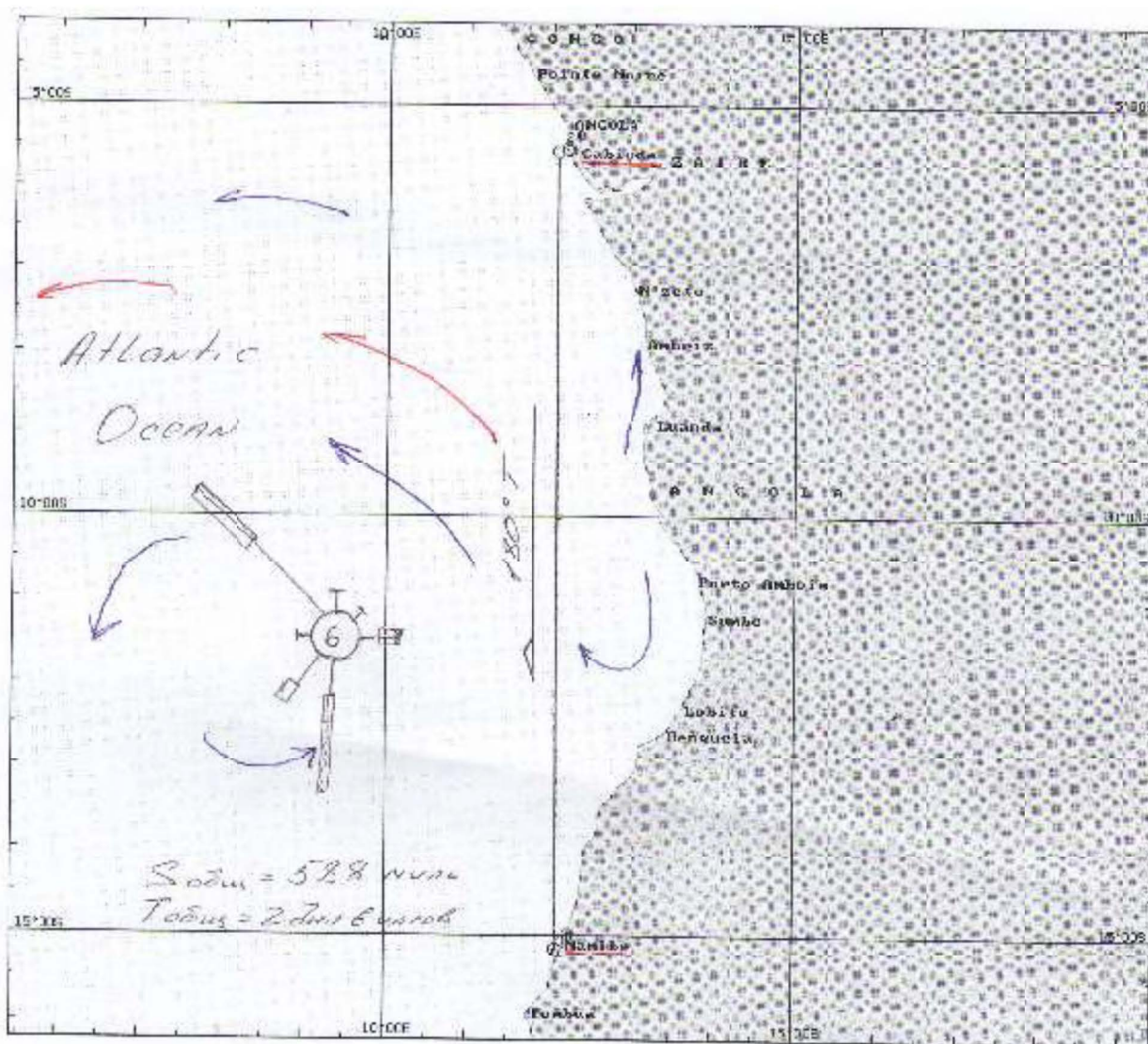


Рис. 2.3. Графічний план переходу

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

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

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 освітленості

Дата	Початок навигац. сутинкив	Сонце				Кінець навигац. сутинкив	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
15.03	05.31	06.17	103	18.32	257	19.22	13.34	8	00.37
16.03	05.27	06.14	103	18.39	257	19.26	14.47	9	01.32
17.03	05.23	06.10	103	18.42	257	19.30	15.57	10	02.25

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

Таблиця 2.12

Час настання повних і малих вод

Для складання таблиці використовувалася програма TideCalc

Кабинда				Мосамедиш			
15.03		15.03		17.03		17.03	
T_{Π}	h_{Π}	T_{Π}	h_{Π}	T_{Π}	h_{Π}	T_{Π}	h_{Π}
04:32	1.8	17:02	1.8	05:15	1.7	17:44	1.7
T_M	h_M	T_M	h_M	T_M	h_M	T_M	h_M
10:43	0.5	22:58	0.7	11:22	0.6	23:37	0.7

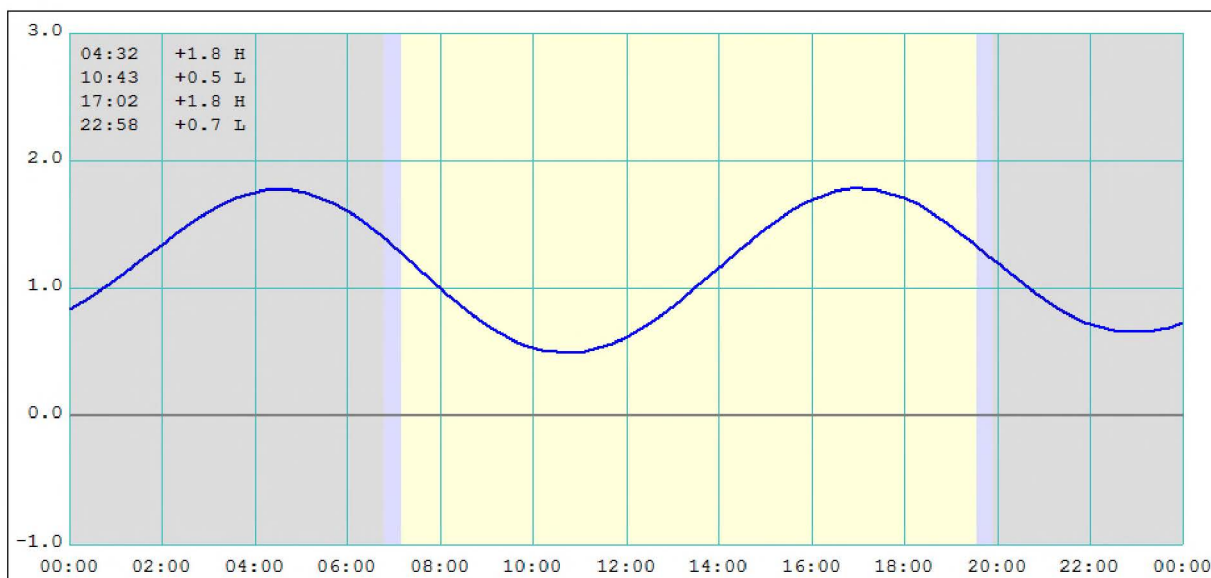


Рис. 2.4. Графік повної і малої води для бухти Кабинда

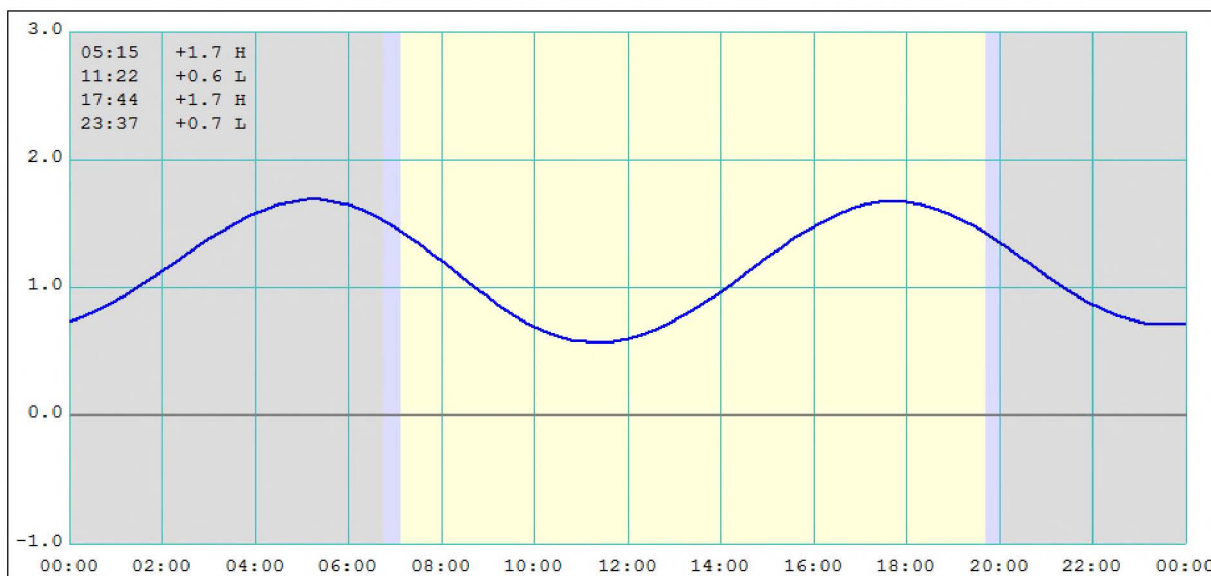


Рис. 2.5. Графік повної і малої води для бухти Мосамедиш

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 наливних вантажив морем 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];
- International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code) [9];
- International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk (IBC Code) [13];
- International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (IGC Code) [11];
- International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals (ISGOTT) [12].

У цьому рейси перевозили газ – бутан. Його характеристики відображені на рис. 3.1, 3.2 і 3.3.

Таблиця 3.1

Об'ємно-масові характеристики вантажив

Найменування вантажу	Питомий навантаж. об'єм при 20°C м ³ /т.	Маса партії вантажу. т	Обсяг партії вантажу. м ³	Валови норми вантажних робит. т/добу	
				навантаження	вивантаження
бутан	0.580	1942.4	3430	2500	2400

Параметри вантажу вибрані з суднових вантажних документів, таких як Shipping order. Cargo specifications. Setificate of quality. Survey report та ін.

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

Щоб час стоянки в порту був мінімальним, необхідно підготувати судно до вантажних операцій до приходу судна в порт. Тому до приходу судна в порт необхідно отримати наступну інформацію:

- найменування і кількість вантажу по кожному коносаменту;
- тиск і температуру вантажу у приймальних фланців;
- розмири приєднувальних фланців і їх тип;
- наявність і необхідність газовидвідної магістралі і максимальну її продуктивність;
- максимальна швидкість вантаження (вивантаження);
- особливі вимоги терміналу до судна при проведенні вантажних операцій.

До приходу в порт має бути перевірена, із записом результатів в судновий журнал, справність наступних суднових систем і механізмів:

системи аварійного закриття клапанів;
системи пожежогасіння;
системи вентиляції компресорного і електромотора виддильних;
системи виявлення витoku газу і аварійної сигналізації;
трубопроводи вантажної системи з точки зору відсутності нещільності.
надійності кріплення;
механичного устаткування вантажної системи;
приладів контролю і автоматики;
зовнішнього освітлення;
стаціонарних і переносних засобів зв'язку. вживаних при вантажних операціях;

вмикачів сигналізації граничного рівня заповнення вантажних танків.

При одночасному перевезенні двох різних сортів зріджених газів. вантажних. холодильних. продувальних системи мають бути роз'єднані. Знімні ділянки трубопроводів. сполучаючи ці системи. мають бути демонтовані. а фланці заглушені. Усі приймальні фланці. не використовувати для підключення вантажних шлангів мають бути заглушені. Запобіжні клапани танків перед початком вантажних операцій встановлюються на тиск спрацьовування. визначуваний правилами діючими в порту. Тиск спрацьовування не повинен перевищувати величини. вказаної в документах заводу-будівельника. Перевіряється наявність захисного одягу і готовність дихальних апаратів. Робиться інструктаж екіпажу про властивості вантажу і запобіжні заходи при роботі з ним.

Після закінчення швартовки:

судно має бути належним чином заземлене або мають бути встановлені ізолюючі фланці;

шланговка (отшланговка) виконується силами і засобами і під відповідальність терміналу у присутності представника судової адміністрації;

с морської сторони судна мають бути спущені з носа і корми аварійні буксирні канати;

спільно з представником терміналу робляться необхідні перевірки і заповнюються перевірочні листи (check list) підготовки судна до вантажних операцій.

Вантаження необхідно починати з малою інтенсивністю, що забезпечить:

- рівномірне охолодження вантажної системи;
- запобігання гідравличним ударами;
- правильний вступ вантажу і відсутність протікань;
- запобігання утворенню статичної електрики.

Вантаження з відведенням пари на берег забезпечує більш високу швидкість вантаження. Якщо пари на берег не здаються, то використовується установка повторного зріджування газу. Вантаження робиться по ридинній суднової магістралі в нижню частину танка. При збільшенні тиску в танках необхідно зменшити швидкість вантаження. Досягши розрахункового рівня заповнення танка необхідно закрити вантажний клапан на танку. Клапан закривати необхідно поступово, щоб уникнути гідравличного удару.

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

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

Договір морського перевезення вантажу повинен полягати у письмовій формі.

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

При перевезеннях по чартеру для розміщення вантажу надається судно цілком або його певна частина. Цю форму договори застосовують при перевезеннях масових вантажів, постачання яких здійснюються пароплавними партиями, наливних, навалювальних і лисових.

У чартери детально обумовлюють зміст договору і взаємні зобов'язання сторін: найменування і техніко– експлуатаційні характеристики судна, рид вантажу, його транспортні особливості і кількість, порти вантаження і вивантаження, терміни готовності судна під вантаження, фрахт, порядок розрахунку сталійного часу і т. д. Умови чартеру погоджують фрахтувальник і перевізник, при цьому вони є обов'язковими тільки для партнерів і тільки на період цієї угоди. На практиці для оформлення договору використовують типові проформи чартерів.

В якості договору морського перевезення при відправках рисопартиїних генеральних вантажів в лінійному судноплаванні використовують *коносамент*. На відміну від чартеру умови лінійного коносамента розробляє судноплавна компанія (конференція) односторонньо, без узгодження з вантажовласниками, і вони є єдиними для усіх посилачів і діють впродовж тривалого часу.

Важливою особливістю перевезень по коносаменту є те, що лінійні компанії, як правило, приймають вантаж до перевезення завчасно до підходу судна (забезпечують його зберігання на своїх складах, роблять комплектацію судових партій і підготовку вантажних документів). Вантаження–вивантаження оплачується судновласником і організовується на причалах ліній.

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

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

У иноземному прави вказується, що для видачі коносаменту потрібно, передусім, фактичне вручення вантажу перевізникові, передача йому фізичного володіння вантажем і контроль над ним.

Видача коносаменту допускається тільки після прийому вантажу до перевезення. Він видається один раз для перевезення цієї партії вантажу. Другина видача коносаменту по одному і тому ж вантажу допустима тільки за умови повернення перевізникові раніше виданих посилачеві екземплярів. Недотримання цього правила призводить до майнової відповідальності перевізника. Коносамент виписується на кожну окрему партію вантажу, прийнятого на судно. Застосовуються два види коносаментів залежно від часу їх видачі посилачеві: для вантажу, прийнятого до перевезення (received for shipment), і для вантажу, прийнятого на борт (on board або shipped on board). Перший вид практикується за базисної умови ФАС і при лінійних перевезеннях, коли вантаж приймається на склад для подальшої його відправки на черговому судні за розкладом. В результаті, вантажовідправник дістає можливість мати на руках товаророзпорядчий документ і розпоряджатися їм на власний розсуд. Бортовий коносамент видається на занурений, на борт товар. У 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 видправника" або "наказу одержувача". В цьому випадку коносамент носить назву ордерного. У графі "найменування одержувача" має бути вказане: "to order of.". і дали найменування організації видправника або одержувача. У практиці міжнародної торгівлі переважають ордери коносаменти, оскільки вони спрощують передачу прав на вантаж. Іменни ж коносаменти виписуються рідше, переважно на цинні 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 відбиваються результати перевірки, що проводиться контролерами судновласника при прийомі товару для вантаження або під час вантаження. Це не товаророзпорядчий документ. На прохання видправника він може бути замінений коносаментом.

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

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

закінчення вантажних робіт; тривалість і причини перерв в роботі; норма вантажних робіт по чартеру.

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

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

Повна розрахункова водотоннажність судна (Δ_p), яке служить початковою величиною при визначенні його чистої вантажопідйомності (Δ_q) 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 Кабинда діє тропічна вантажна марка, в порту Намибе – діє тропічна вантажна марка і обмежень осідання в портах для цього судна відсутні.

Повна водотоннажність для тропічної вантажної марки (з вантажної шкали)

$$\Delta_p = \Delta_m \quad (3.1)$$

$$\Delta_m = 5678.13 \text{ т}$$

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

$$\Delta_w = \Delta_p - \Delta_o. \quad (3.2)$$

де Δ_o – водотоннажність судна порожньому, т.

$$\Delta_w = 5678.13 - 2228.59 = 3449.54 \text{ т}$$

Ходовий час визначається по формули:

$$t_x = \frac{L}{24 \cdot V} + t_{zn} \quad (3.3)$$

де L – протяжність траси переходу. мили;

V – планова технічна швидкість. вузл..

t_{zn} – час затримок судна в дорозі (враховується час на проходження вузько-стей та каналів). диб.

558

$$t_x = \frac{558}{24 \cdot 11.0} + 0.1 = 2.2 \text{ доби.}$$

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 цьому порту можливе їх отримання).

Кількість ходових запасів складає суму:

$$P^x_z = P^x_m + P^x_d + P^x_{cm} + P^x_v; \quad (3.4)$$

де: P^x_m , P^x_d , P^x_{cm} , P^x_v – відповідно кількість моторного і дизельного палива, мастильної олії, води і інші запаси, необхідні на перехід від порту вантаження до порту вивантаження з урахуванням коефіцієнта штормового запасу k_{um} , згідно інструкції судновласника.

Детальніше:

$$P^x_m = q^x_m \cdot t_x \cdot k_{um}; \quad (3.5)$$

$$P^x_m = 10.0 \cdot 2.2 \cdot 1.2 = 26.4 \text{ т}$$

$$P^x_d = q^x_d \cdot t_x \cdot k_{um}; \quad (3.6)$$

$$P_{\partial}^x = 0.3 \cdot 2.2 \cdot 1.2 = 0.8 \text{ т}$$

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

$$P_{см}^x = 0.04 \cdot 2.2 \cdot 1.2 = 0.11 \text{ т}$$

$$P_{\epsilon}^x = q_{\epsilon}^x \cdot t_x \cdot k_{ум}; \quad (3.8)$$

$$P_{\epsilon}^x = 0.78 \cdot 2.2 \cdot 1.2 = 2.06 \text{ т}$$

$$P_3^x = 26.4 + 0.8 + 0.11 + 2.06 = 29.37 \text{ т}$$

де: $q_{м}^x$, $q_{д}^x$, $q_{см}^x$, $q_{в}^x$ – добова норма витрати моторного и дизельного палива, мастильних матеріалів и 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 $P_{м}^x = 189.72 \text{ т}$

Дизельне паливо $P_{\partial}^x = 56.3 \text{ т.}$

Запас мастильної олії $P_{см}^x = 12.02 \text{ т.}$

Запас прісної води $P_{\epsilon}^x = 80.44 \text{ т.}$

Сума запасів на перехід склала $P_3 = 333.48 \text{ т.}$

Провізія, постачання, екіпаж $P_{np} = 55.22 \text{ т.}$

Сума баласту $P_{\delta} = 701.2 \text{ т.}$

На кінець рейс залишиться: моторного палива 169.6 т. дизельного палива 54.8 т. мастильної олії 11.82 т. води 76.60 т.

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

$$\Delta_u = \Delta_w - (P_{зан} + P_{np} + P_{\delta}); \quad (3.9)$$

$$\Delta_u = 3449.54 - 338.48 - 701.2 - 55.22 = 2354.64 \text{ т}$$

Значення чистої вантажопідйомності судна визначає максимальну кількість вантажу, яку судно може прийняти до перевезення на цей рейс. Фактична ж кількість вантажу, що приймається, залежить від вантажомисткості W і питомий вантажомисткості W судна, а також від питомого навантажувального об'єму вантажу u .

Розрахуємо об'єм вантажних приміщень з урахуванням 98% запасу порожнеч.

$$V = W \cdot 0.98 \quad (3.10)$$

$$V = 3585.74 \cdot 0.98 = 3514.026 \text{ м}^3$$

У рейси прийнятий вантаж бутан у кількості 1942.4 т і об'ємом 3430 м³.

3.4 Складання вантажного плану

Комплектація вантажив по судових приміщеннях супроводжується багатовариантністю рішень і повинна враховувати усі чинники раціонального завантаження, збереження вантажу, безпеки судна.

За результатами розподілу вантажив складається табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Розміщення вантажив на судні

Найменування приміщень	Мист- кість. м ³	Q. т	V. м ³
NO. 1 С. Т. (С)	1721.68	971.2	1715
NO. 2 С. Т. (С)	1722.06	971.2	1715
ВСЬОГО ВАНТАЖУ:		1942.4	3430

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

Рейс здійснювався з порту Кабинда в Намібе в березні. Протяжність переходу 588 миль.

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

Порт відходу: Кабинда (щільність води $\rho = 1.0210 \text{ т/м}^3$).

У Намібе діє тропічна вантажна марка.

Тут можна зробити дрібний ремонт судна.

Необхідні документи на прихід/відхід:

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

Порт приходу: Намібе (щільність води $\rho = 1.0210 \text{ т/м}^3$).

У Намібе діє тропічна вантажна марка.

Бухта Мосамедиш (Mossamedes) вдається до берега в 11.5 миль до SSW вид мису Жиганти між мисом Жираул і що знаходиться в 7 милях до SSW вид нього мисом Анунсьясан.

Дві окремі портови області. одна для генеральних вантажив і однагазовозив і танкерив (Порт Saco). Минимальна глибина в підходах до Mossamedes 10.6m.

Необхідні документи на прихід/відхід:

1. Crew List – 4 шт.
2. Vaccination List – 1 шт.
3. Cargo Manifests – 5 шт.
4. Stowage Plans – 2 шт.

5. Passenger List – 4 шт.
6. Dangerous goods List – 2 шт.
7. Store List – 2 шт.

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. 3 F.O.T. (P)	66.96	66.96	6.35	6.45	0.54	425	432	36
NO. 3 F.O.T. (S)	66.96	66.96	6.35	-6.45	0.54	425	-432	36
NO. 4 F.O.T. (P)	27.90	27.90	18.90	7.2	0.56	527	201	16
NO. 4 F.O.T. (S)	27.90	27.90	18.90	-7.32	0.56	527	-204	16
Всього моторного палива		189.72				1904	-3	104
<i>Дизельне паливо</i>								
NO. 1 D.O.T. (P)	39.60	28.87	24.86	7.48	0.62	718	216	18
NO. 1 D.O.T. (S)	37.62	27.43	24.70	-7.48	0.61	678	-205	17
Всього дизельного палива		56.3				1396	11	335
<i>Масло</i>								
L. O. STOR T. (C)	10.34	5.56	29.94	0.0	0.60	166	0	3
L. O. SUMP. T. (C)	8.89	6.46	33.25	0.0	0.63	215	0	4
Всього мастила		12.02				381	0	7
<i>Вода</i>								
F. W. T. (C)	89.34	44.67	40.88	0.0	5.83	1826	0	260
A. P. T. (C)	71.54	35.77	45.33	0.0	6.19	1621	0	221

Всього води	80.44				3447	0	481
РАЗОМ ЗАПАСИВ:	338.48	21.06	0.02	1.85	7128	7	627

Таблиця 4.2

Розподіл запасів на прихід

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. 3 F.O.T. (P)	66.96	56.90	6.35	6.45	0.54	361	367	31
NO. 3 F.O.T. (S)	66.96	56.90	6.35	-6.45	0.54	361	-367	31
NO. 4 F.O.T. (P)	27.90	27.90	18.90	7.2	0.56	527	201	16
NO. 4 F.O.T. (S)	27.90	27.90	18.90	-7.32	0.56	527	-204	16
Всього моторного палива		169.6				1776	-3	94
<i>Дизельне паливо</i>								
NO. 1 D.O.T. (P)	39.60	27.80	24.86	7.48	0.62	691	208	17
NO. 1 D.O.T. (S)	37.62	27.00	24.70	-7.48	0.61	667	-202	16
Всього дизельного палива		54.8				1358	6	33
<i>Масило</i>								
L. O. STOR T. (C)	10.34	5.46	29.94	0.0	0.60	163	0	3
L. O. SUMP. T. (C)	8.89	6.36	33.25	0.0	0.63	211	0	4
Всього мастила		11.82				374	0	7
<i>Вода</i>								
F. W. T. (C)	89.34	44.67	40.88	0.0	5.83	1826	0	260
A. P. T. (C)	71.54	35.77	45.33	0.0	6.19	1621	0	221
Всього води		76.60				3447	0	-481
РАЗОМ ЗАПАСИВ:		316.66	21.96	0.01	1.94	6955	3	615

Розміщення баласту на видхід наведено в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Розміщення баласту на видхид

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
F. P. T. (C)	137.32	137.32	-41.41	0.0	3.54	-5686	0	486
No1 W. B. T. (P)	180.75	180.75	-34.87	7.32	4.01	-6303	1323	725
No. 1 W. B. T. S)	180.75	180.75	-34.87	-7.35	4.01	-6303	-1329	725
No. 5 W. B. T.(P)	110.19	110.19	12.69	6.88	1.47	1398	758	162
No. 5 W. B. T. S)	110.19	110.19	12.69	-6.88	1.47	1398	-758	162
ВСЬОГО БАЛАСТУ:		701.2	22.10	-0.01	3.22	-15496	-5	2260

Розподіл вантажив представлений в табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Розподіл вантажив по приміщенням

Найменування приміщення	Мист- кисть 98%. м ³	V. м ³	m. т	Плечи. м			Моменти. тм		
				x	y	z	M_x	M_y	M_z
NO. 1 С. Т. (C)	1721.68	1715	971.2	-18.15	0.0	6.26	-17627	0	6080
NO. 2 С. Т. (C)	1722.06	1715	971.2	9.85	0.0	6.26	9566	0	6080
ВСЬОГО ВАНТАЖУ		3430	1942.4	-4.15		6.26	-8061	0	12160
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТИВ M_x							27193		

На підставі виконаних розподілів вантажу. баласту і запасів складемо таблицю звидних даних і розрахунку водотоннажності з вказівкою координат центру тяжіння 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
Судно порожнем	2228.59	6.09	0.0	5.80	13570	0	12925
Константа	55.22	32.77	0.0	4.69	1810	0	259
Суднови запаси	338.48	21.06	0.02	1.85	7128	7	627
Вантаж	1942.4	-4.15	0.0	6.26	-8061	0	12160
Баласт	701.2	22.10	-0.01	3.22	-15496	-5	2260
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНИСТЬ	5265.89	-0.20	0.00	5.36	-1049	2	28231
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТИВ M_x константи					1810		

Таблиця 4.6

Зведени дані і розрахунок водотоннажності на прихид

Найменування статей навантаження	На прихид						
	Маса. т	Плечи. м			Моменти. тм		
		x	y	z	M_x	M_y	M_z
Судно порожнем	2228.59	6.09	0.0	5.80	13570	0	12925
Константа	55.22	32.77	0.0	4.69	1810	0	259
Суднови запаси	316.66	21.96	0.01	1.94	6955	3	615
Вантаж	1942.4	-4.15	0.0	6.26	-8061	0	12160
Баласт	701.2	22.10	-0.01	3.22	-15496	-5	2260
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНИСТЬ	5244.07	-0.23	0.00	5.38	-1222	-2	28219
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТИВ M_x константи					1810		

Схематично вантажний план представлений на рис. 4.1.

4.2 Розрахунки посадки и початкової остийности

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

Таблиця 4.7

Розрахунок посадки судна на видхид и на прихид

Найменування величин	Позначення и формули	Значення величин	
		Видхид	Прихид
Водотоннажність масова. т	Δ	5265.89	5244.07
Абсциса центра ваги судна. м	x_g	-0.20	-0.23
Водотоннажність об'ємна. м ³	$V = \Delta / \rho$	5137	5116
Густина води. т/м ³	ρ	1.025	1.025
Осадка судна. м	T	4.88	4.85
Момент диферентуючий на 1 см. тм/см	M_l	67.32	66.94
Абсциса центру величини судна. м	x_c	-1.03	-1.05
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії. м	x_f	1.25	1.2
Апликата поперечного метacentра. м	z_m	6.75	6.75
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0.747	0.746
Диферент судна. м	$d = \Delta (x_g - x_c) / M_l$	0.65	0.64
Осадка судна носом. м	$T_n = T - (L - x_f) d / L$	4.56	4.54
Осадка судна кормою. м	$T_k = T_n + d$	5.21	5.18

Для виконання розрахунків и контролю остийности судна необхідно визначити поправки на вплив вільної поверхні рідких вантажів (запасів) до метацентричної висоти и плечей статичної остийности. Поправочні моменти Δm_h вибираються з таблиці даних по судових цистернах, приведеної в Інформації.

Таблиця 4.8

Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h , тм
1	2
NO. 3 F.O.T. (P)	70
NO. 3 F.O.T. (S)	70
NO. 4 F.O.T. (P)	79
NO. 4 F.O.T. (S)	79
NO. 1 D.O.T. (P)	104
NO. 1 D.O.T. (S)	102
L. O. STOR T. (C)	39
L. O. SUMP. T. (C)	21
F. W. T. (C)	323
A. P. T. (C)	229
NO. 1 C. T. (C)	92
NO. 2 C. T. (C)	90
Сума: $\Sigma \Delta m_h$	1298

Розрахунок параметрів початкової остийности виконаний в табл. 4.9.

Таблиця 4.9

Розрахунок параметрів початкової остийности

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		видхид	прихид
1	2	3	4
Водотоннажність масова. т	Δ	5265.89	5244.07
Невиправлена апліката Ц.В.судна. м	z'_g	5.36	5.38

Продовження табл. 4.9

1	2	3	4
Апликата поперечного метацентру. м	z_m	6.75	6.75
Невиправлена МТЦ висота. м	$h_o = z_m - z'_g$	1.39	1.37
Поправка до МТЦ висоти. м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / \Delta$	0.25	0.25
Виправлена МТЦ висота. м	$h = h_o - \Delta h$	1.14	1.12
Виправлена апліката Ц.В. судна. м	$z_g = z'_g + \Delta h$	5.61	5.63

4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації

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

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

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

Таблиця 4.10

Перевірка остійності по критичному підвищенню ЦВ судна

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		видхид	прихид
1	2	3	4
Водотоннажність масова. т	Δ	5265.89	5244.07
Апликата Ц.В. судна. м	z'_g	5.36	5.38

Продовження табл. 4.10

1	2	3	4
Поправка до аплікати Ц.В. судна. м	$\Delta z_g = \Sigma \Delta m_h / \Delta$	0.25	0.25
Виправлена апліката Ц.В. судна. м	$z_g = z'_g + \Delta z_g$	5.61	5.63
Максимальна гранична апліката Ц.В.. м	z_g^{max}	6.37	6.37

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

4.4 Розрахунок и побудова діаграм остійности

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

Плечи остійности 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 остійности ваги необхідно розраховувати по формули:

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

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

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

Розрахунок плечей діаграми статичної остійности виконується в табличній формі.

Таблиця 4.11

Розрахунок плечей статичної остійности на відхид

Водотоннажність Δ . т	5265.9
Апліката центра ваги судна z_{g0} . м	5.36
Апліката умовного центра мас z_m . м (поліус – точка «О»)	0.00
Виправлена апліката центра ваги судна. $z_g = z_{g0} + \Delta h$. м	5.61
$\Delta \theta = 0.1745 \approx 10^\circ / 57.3$	

Продовження табл. 4.11

Кут крену θ°	Плече форми. l_ϕ , м	$\sin \theta$	$z_g^H \cdot \sin \theta$	Плече статичної остийности $l = l_\phi - z_g^H \cdot \sin \theta$, 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	1.188	0.1736	0.974	0.214	4	0.855	3	0.642
20	2.375	0.3420	1.919	0.456	2	0.913	3	1.369
30	3.397	0.5000	2.805	0.592	4	2.368	1	0.592
40	4.267	0.6428	3.606	0.661	1	0.661	$\sum_{30}$	2.602
50	4.828	0.7660	4.298	0.530	$\sum_{40}$	4.797	$a_{0-30} =$	0.170
60	5.138	0.8660	4.858	0.280	$a_{0-40} =$	0.279	$a_{30-40} =$	0.109

Таблиця 4.12

Розрахунок плечей статичної остийности на прихід

Водотоннажність Δ . т							5244.1	
Апликата центра ваги судна z_{g0} . м							5.36	
Апликата умовного центра мас z_m . м (полюс – точка «O»)							0.00	
Виправлена апликата центра ваги судна. $z_g = z_{g0} + \Delta h$. м							5.63	
$\Delta\theta = 0.1745 \approx 10^\circ/57.3$								
Кут крену θ°	Плече форми. l_ϕ . м	$\sin \theta$	$z_g^H \cdot \sin \theta$	Плече статичної остийности $l = l_\phi - z_g^H \cdot \sin \theta$. м	Множ- ник	Добу- ток	Множ- ник	Добуток
0	0.000	0.0000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000
10	1.188	0.1736	0.978	0.210	4	0.841	3	0.631
20	2.378	0.3420	1.926	0.452	2	0.905	3	1.357
30	3.402	0.5000	2.815	0.587	4	2.348	1	0.587
40	4.272	0.6428	3.619	0.653	1	0.653	$\sum_{30}$	2.575
50	4.832	0.7660	4.313	0.519	$\sum_{40}$	4.747	$a_{0-30} =$	0.169
60	5.141	0.8660	4.876	0.265	$a_{0-40} =$	0.276	$a_{30-40} =$	0.108

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

4.5 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 від дії постійного вітру 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	
		видхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	Δ	5265.89	5244.07
Осадка судна, м	T	4.88	4.85
Виправлена МТЦ висота, м	h	1.14	1.12
Площа парусності, м ²	A_v	671.9	673.6
Апликата центра парусності (ЦП), м	z	4.37	4.38
Плече парусності при постійному вітрі, м	$z_v = z + T/2$	6.81	6.81
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	$l_{wl} = 0.504 A_v z_v / (g \Delta)$	0.045	0.045

Продовження табл. 4.13

1	2	3	4
Плече кренувального моменту від пориву витру. м	$l_{w2} = 1.5 l_{w1}$	0.068	0.068
Відносна площа скулових килив. %	$100 A_{\kappa} / (L B)$	1.182	
Коефіцієнт	k	0.969	
Аргумент	$\sqrt{h_0} / B$	0.074	0.073
Відносна ширина	B/T	3.28	3.3
Безрозмірний множник	X_1	0.844	0.840
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0.747	0.746
Безрозмірний множник	X_2	1.000	1.000
Інерційний коефіцієнт	$c=0.373+0.023B/T-0.043L/100$	0.411	0.411
Період хитаючи. с	$T_{\theta} = 2 c B / \sqrt{h_0}$	11.2	11.2
Коефіцієнт	s	0.0706	0.0706
Коефіцієнт	$r = 0.73 + 0.6(z_g - T)/T$	0.820	0.826
Амплітуда хитаючи. °	$\theta_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{rs}$	21.4	21.4
Кут входу палуби у воду. °	$\theta_d = \arctg(2(H - T)/B)$	15.5	15.7
Кут крену від постійного витру. °	θ_o	3.0	3.0
Кут крену при хитав. назустріч витру. °	$\theta_l = \theta_{r_{IMO}} - \theta_o$	18.4	18.4
Межа площі "b" діаграми справа. °	θ_b	50	50
Плече динам. остийн. при θ_b . м·рад	d_b	0.384	0.379
Площа "a" діаграми. м·рад	a	0.088	0.086
Площа "b" діаграми. м·рад	b	0.353	0.326
Критерій погоди	$K = b / a$	4.02	3.77

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

Для визначення величини площ "a" и "b" доцільно використовувати правило Симпсона. Для цього площі "a" и "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 $\Delta\theta_1$ и $\Delta\theta_2$ у радіанах.

Таблиця 4.14

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

$\Delta\theta_1 = (\theta_r - \theta_o + \theta_l)/4/57.3 = 5.63^\circ$ $\Delta\theta_1^{рад} = 5.63/57.3 = 0.0982$ рад					
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - \theta_l)/4 = 11.48^\circ$ $\Delta\theta_2^{рад} = 11.48/57.3 = 0.2004$ рад					
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0.492$	1	0.492	$b_1 = 0.000$	1	0.000
$a_2 = 0.356$	4	1.424	$b_2 = 0.290$	4	1.160
$a_3 = 0.208$	2	0.417	$b_3 = 0.496$	2	0.993
$a_4 = 0.088$	4	0.354	$b_4 = 0.581$	4	2.324
$a_5 = 0.000$	1	0.000	$b_5 = 0.810$	1	0.810
		$\Sigma_a = 2.686$			$\Sigma_b = 5.287$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{рад} = \frac{1}{3} 2,686 \times 0,0982 = 0,088$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{рад} = \frac{1}{3} 5,287 \times 0,2004 = 0,353$		

Таблиця 4.15

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

$\Delta\theta_1 = (\theta_r - \theta_o + \theta_l)/4/57.3 = 5.63^\circ$ $\Delta\theta_1^{рад} = 5.63/57.3 = 0.0983$ рад					
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - \theta_l)/4 = 11.46^\circ$ $\Delta\theta_2^{рад} = 11.46/57.3 = 0.2000$ рад					
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
1	2	3	4	5	6
$a_1 = 0.486$	1	0.486	$b_1 = 0.000$	1	0.000
$a_2 = 0.350$	4	1.399	$b_2 = 0.288$	4	1.153
$a_3 = 0.203$	2	0.406	$b_3 = 0.492$	2	0.985

Продовження табл. 4.15

1	2	3	4	5	6
$a_4=0.086$	4	0.344	$b_4=0.574$	4	2.295
$a_5=0.000$	1	0.000	$b_5=0.452$	1	0.452
		$\Sigma_a = 2.635$			$\Sigma_b = 4.885$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 2,635 \times 0,0983 = 0,086$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 4,885 \times 0,2000 = 0,326$		

4.6 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	0.170	0.169	YES
Площа під ДСО до кута крену 40°. м·рад	A_{40}	≥ 0.09	0.279	0.276	YES
Площа під ДСО між кутами крену 30° и 40°. м·рад	A_{30-40}	≥ 0.03	0.109	0.108	YES
Плече ДСО при кути крену 30 ° або більше. м	l_{30}	≥ 0.20	0.592	0.578	YES

Продовження табл. 4.16

1	2	3	4	5	6
Кут крену. що відповідає максимуму ДСО. °	θ_m	≥ 25	39.1	38.9	YES
Виправлена метацентрична висота. м	h	> 0.15	1.14	1.12	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	4.02	3.77	YES
Кут крену від постійного вітру. °	θ_o	≤ 12.4	3.0	3.0	YES

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

4.7 Контроль загальної поздовжньої міцності судна

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

Для кожного з вибраних перерізів необхідно по прийнятому вантажному плану розрахувати перерізуючу силу і момент, що вигинає, і 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 судною програмою перерізуючою SF і моменту BM, що вигинає, на вихід судна представлені в табл. 4.17.

Таблиця 4.17

Перевірка поздовжньої міцності на вихід

Переріз	SF, т	SFsea, %	Доп.SF, т	BM, тм	BMsea, %	Доп.BM, тм
1	2	3	4	5	6	7
30	151	18	836	3500	48.9	7154

Продовження табл. 4.17

1	2	3	4	5	6	7
40	13	1.2	1051	3432	37.2	9223
53	90	6.7	1355	5507	47.5	11600
70	23	1.7	1355	7151	61.6	11600
87	-103	8.3	-1240	5788	54.5	10619
100	-213	27.5	-773	2686	35.9	7472
110	-309	52.4	-590	1446	28.6	5050
120	-88	25.2	-347	302	10.2	2975

Максимальна переризуюча сила -309 т на 110 шпангоути.

Максимальний момент 5788 тм. що вигинає. на 54.5 шпангоути.

На рис. 4.4 представлений графік моменту. що вигинає. и переризуючих сил на видхид.

На протязи всього рейсу загальна поздовжня мицність забезпечена.

РОЗДИЛ 5

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ВЕРТИКАЛЬНИХ ПРИСКОРЕНЬ ПО ДОВЖИНІ СУДНА НА ЗУСТРИЧНОМУ НЕРЕГУЛЯРНОМУ ХВИЛЮВАННІ

5.1 Загальні відомості щодо прискорень які обумовлені хитавицею

Зсув вантажу становить загрозу не тільки в якості економічних втрат та екологічної загрози при перевезенні небезпечних вантажів. Не слід забувати про небезпеку значного погіршення остійності судна і пошкоджень корпусу судна. Причиною цього можуть стати погані погодні умови та сильна хитавиця.

Безпосередній причиною зсуву вантажу є саме прискорення які обумовлені хитавицею судна на реальному морському хвилюванні.

Дослідження зміни вертикальних прискорень по довжині судна дає можливість розуміти, наскільки безпечно перевозити вантаж в певні погодні умови, а також необхідність використання додаткового матеріалу для кріплення.

Перед чисельною оцінкою цих самих прискорень необхідно добре зрозуміти основні поняття в теорії хитавици та історію її дослідження.

Початок вивченню хитавици було покладено в середині XVIII сторіччя роботами Л. Ейлера, П. Бугера, Д. Бернуллі. Приймаючи в якості математичної моделі судна яке коливається на тихій воді, звичайний математичний маятник, Ейлер і Бугер отримали формули для періодів вільних коливань. Теорія бортової хитавици на хвилюванні була вперше запропонована Д. Бернуллі. І хоча вона ґрунтувалася на неправильному припущенні про характер хвильового руху рідини, в ній був зроблений досить важливий висновок про різке збільшення амплітуди хитавици при резонансі, тобто при рівності періоду хвилі і періоду вільних коливань судна.

Ближчою до сучасних поглядів була теорія бортової хитавици судна. розташованого лагом до хвиль синусоїдального профілю яка була створена в 1861 році В. Фрудом. У цій теорії поперечні розміри судна вважалися дуже малими порівняно з довжиною і висотою хвилі. З цього припущення випливало, що центр ваги судна рухається по круговій траєкторії як частка рідини, що знаходиться на схвильованій поверхні.

Способи врахування впливу сумірності поперечних розмірів судна і розмірів хвилі розробляли Е. Бертон і Б. Сен-Відень. Запропоновані ними поправочні коефіцієнти уточнювали чисельні результати теорії Фруда, однак не призводили до її принципового вдосконалення і не давали можливості застосувати її до розрахунку бортової хитавици на косому хвилюванні і тим більше до розрахунку кильової хитавици .

Принципово нова теорія хитавици, вільна від допущення Фруда щодо малих розмірів судна, була створена в кінці минулого століття О. М. Криловим. Ґрунтуючись на гіпотезі про те, що на кожну точку змоченої поверхні судна діє такий саме тиск, яке мало б місце у відповідній точці простору, зайнятого вільно поширювальними хвилями. О.М. Крилов в 1895 р створив лінійну теорію кильової хитавици, а в 1897 р узагальнив її на всі шість видів хитавици судна на косому регулярному хвилюванні.

Теорія О.М. Крилова отримала загальне визнання і широке поширення. видіграла визначну роль в подальшому досліджуванні хитавици судна. Подальший розвиток теорії хитавици йшло за трьома основними напрямками:

- облік обурень, що вносяться наявністю і хитавицею судна в поле тисків навколишнього середовища;
- облік амплитуд хитавици і нелінійного характеру залежності сил які демпфують коливання від їх швидкості;
- облік нерегулярності (хаотичного характеру) реального морського хвилювання

Перші роботи, присвячені дослідженню нерегулярної хитавици методами теорії випадкових процесів, з'явилися в 1953 р в СРСР (А. І.

Вознесенський. А. П. Воробьов. А. А. Свешников и С. С. Ривкин. А. Н. Туписев) и США (М. Сен-Дени и У. Пирсон).

Найбільш плідним виявилось запропоноване в роботах А. И. Вознесенського и Г. А. Фирсова. А. Н. Туписева. Сен-Дени и Пирсона застосування спектрального підходу. згідно з яким нерегулярне хвилювання и хитавиця як складни коливальни рухи представляються у вигляди суми простих гармонійних коливань різних частот та амплитуд. При цьому в рамках лінійної теорії хитавици судно розглядається як лінійна динамічна система. яка перетворює вхідний процес хвилювання у вихідний процеси хитавици.

Отже. теория хитавици вивчає коливальни рухи судна. які воно здійснює як тверде тіло при плаванні на поверхні води. Як всяке вільне тіло. яке плаває. судно має шість ступенів свободи и може здійснювати стільки ж видів руху – три поступальних уздовж взаємно перпендикулярних осей и три обертальних щодо тих же осей. З цих рухів будь-які зміщення и обертання в горизонтальній площині не призводять до появи відновлюваних сил. и по відношенню до них судно знаходиться в нейтральному стані рівноваги. Відносно ж вертикальних переміщень и обертань відносно горизонтальних осей рівновага судна стійка. Тому на тихій воді судно може здійснювати три види коливань:

1. вертикально – поступальні коливання уздовж вертикальної осі;
2. кильові – обертальні коливання навколо поперечної осі.
3. бортові – обертальні коливання навколо поздовжньої осі.

При плаванні на хвилюванні завдяки появи періодично діючих сил в загальному випадку судно може мати шість видів коливань – три основних. зазначених вище. и три додаткових:

1. поздовжньо–поступальну – коливання уздовж поздовжньої осі;
2. поперечно–поступальну – коливання уздовж поперечної осі;
3. ристання – обертальні коливання навколо вертикальної осі.

В окремих випадках судно може здійснювати не всі види хитавици. а лише деякі з них. Сукупності видів хитавици. що викликають рух тільки в

повздовжній площини (наприклад, вертикальної і кильової) або тільки в поперечній площини (вертикальної і бортовий). називаються відповідно повздовжньою і поперечною хитавицею.

Хитавиця характеризується наступними основними параметрами

1. амплітуда хитавици – найбільше відхилення (лінійне або кутове) від положення рівноваги;
2. розмах – відстань між крайніми відхиленнями(подвоєна амплітуда);
3. період хитавици - час в секундах одного повного коливання;
4. частота в герцах – число коливань за 1 с;
5. кругова (кутова) частота – число коливань за 2π секунд.

Практичний інтерес вивчення хитавици судна пов'язаний з урахуванням цілого ряду шкідливих наслідків, спричинених нею, і прийняттям заходів, що запобігають або знижують їх. Наслідки, які може викликати хитавиця, різноманітні за своїм характером і ступенем небезпеки. Найголовніші з них полягають у наступному:

1. перекидання судна при переході параметрів хитавици за деяку межу, що визначає стійкість коливань близько прямого положення судна;
2. перелом корпусу судна, викликаний надмирними додатковими навантаженнями при хитавици;
3. заливання палуби при занурення корпусу під поверхню;
4. зміщення сипучих і недостатньо закріплених вантажів внаслідок нахилення і сил інерції;
5. деформація корпусу від ударів о воду при продольній хитавици (явище слемінг);
6. втрата швидкості ходу через зростання опору і погіршення роботи рушія;
7. фізіологічний вплив на екіпаж і пасажирів.

Зи сказаного вище впливає, що хитавиця судна впливає на його найголовніші морехідні якості і тому є вузловою проблемою при вивченні поведінки судна в морі.

Вважається, що існує 2 типи хитавици :

1. Регулярна – характеризується формою хвилі у вигляді гармонічної функції $\sin$ або $\cos$.
2. Нерегулярна – хаотичні піднесення, які моделюються як сума гармонік з випадковими фазами.

Якщо характеристики всіх хвиль повністю однакові, то хитавиця регулярна, в іншому випадку – нерегулярна. Регулярної хитавици в природі не існує і це всього навіть одна з можливих математичних моделей реального морського хвилювання. З існуючих видів хвилювань найбільш близьким до регулярного хвилювання є мертва брижа, яка представляє собою вільні коливання поверхні моря під час абсолютної відсутності вітру.

В теперішній час нерегулярне морське хвилювання можна описати за допомогою теорії вирогідності. Використовують основні характеристики вирогідності:

1. середнє значення величини вирогідності;
2. дисперсія – відхилення випадкової величини від середнього значення;
3. коефіцієнт асиметрії – показує наскільки фактичний закон розподілу відрізняється від закону Гауса;
4. коефіцієнт ексцесу – показує наскільки максимум фактичного закону розподілу відрізняється від максимуму закону Гауса.

Обробка численних записів хвилювання в різних морях показує, що нерегулярне хвилювання є нормальним, або гаусовим, процесом, тобто що сукупність ординат волнограм розподілена за нормальним законом з нулевим середнім значенням, якщо координати вимірюються від рівня спокійної води.

Нормальний закон розподілення має вигляд:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi D_x}} e^{-\frac{x^2}{2D_x}} \quad (5.1)$$

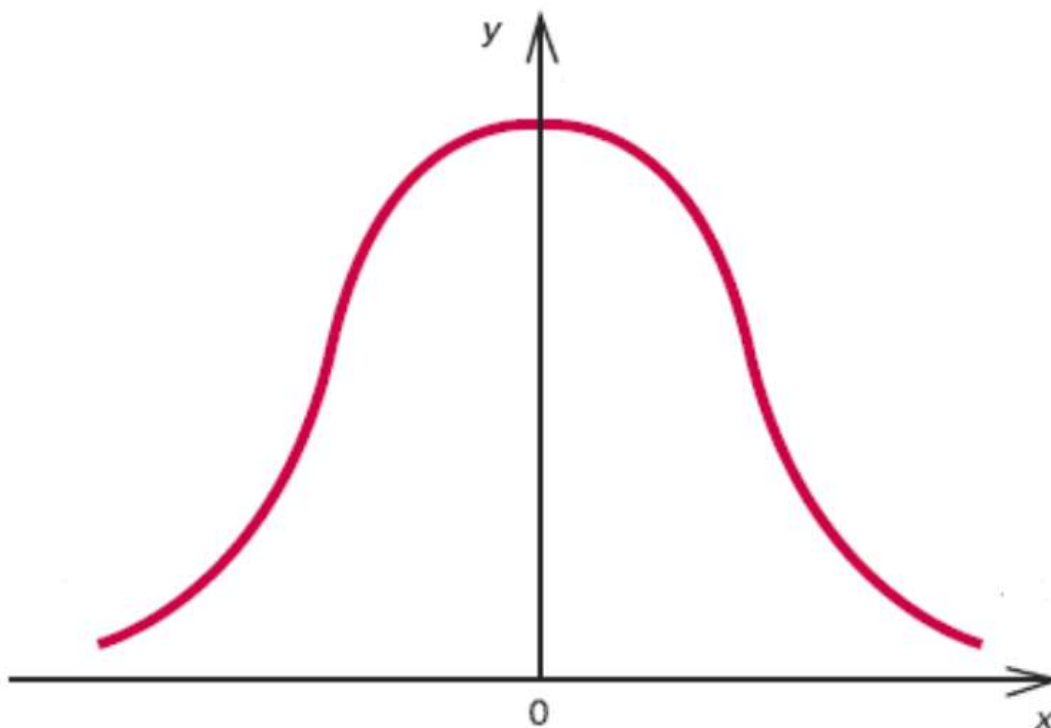


Рис. 5.1. Нормальний закон розподілення

У теорії випадкових функцій показується, що якщо піднесення підкоряється закону Гауса, то амплітуда – закону Релея.

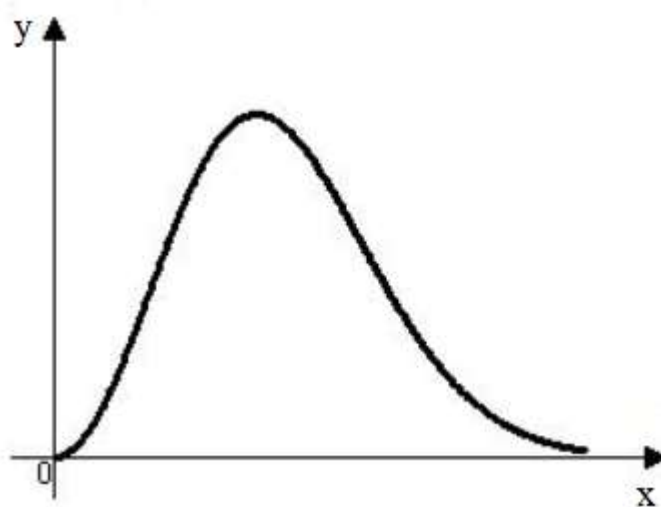


Рис. 5.2. Закон розподілення Релея

Закон розподилення Релея має наступний вигляд:

$$f(x) = \frac{x}{D_x} e^{\frac{-x^2}{2D_x}} \quad (5.2)$$

Розглянути вище характеристики нерегулярного хвилювання. розраховани певними методами математичної статистики. не дають можливості отримати характеристики процесу хитаючи судна. Для цієї мети використовується спектральне подання нерегулярного хвилювання. Відповідно до цього подання нерегулярне хвилювання розглядається як результат накладення необмеженого числа простих гармонійних хвиль з випадковими амплітудами і фазами. частоти яких заповнюють повністю чисельну піввісь $(0, \infty)$. Спектр хвилювання характеризує розподилення енергії хвильового процесу за частотами гармоник. Енергія морського хвилювання пропорційна квадрату амплітуди.

Згідно теореми Винера-Хінчина:

$$S_{out}(\omega) = |H(\omega)|^2 S_{in}(\omega) \quad (5.3)$$

де $S_{out}(\omega)$ – спектр вихідного процесу

$S_{in}(\omega)$ – спектр входного процесу

$H(\omega)$ – передавальна функція

$$D = \int_0^{\infty} S(\omega) d\omega \quad (5.4)$$

5.2 Методи визначення вертикальних прискорень в умовах хвилювання

Для судна рухається з постійною швидкістю V і довільним кутом руху відносно зустрічних хвиль розглядається шість компонентів руху. Координатна система та позитивні напрямки наводяться на рис. 5.3.

Після знаходження передавальної функції ми вже можемо знайти дисперсію:

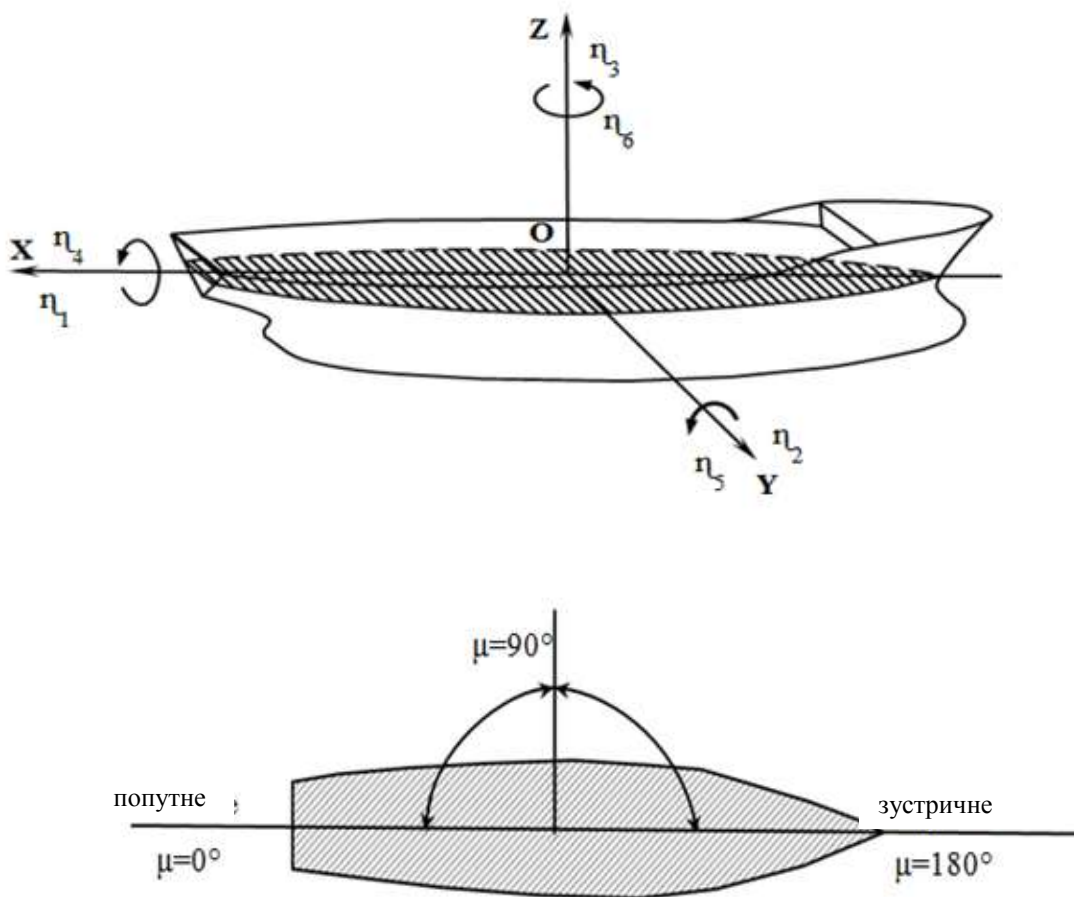


Рис 5.3 – Система координат та напрямки хвиль

Розрахунок хитавици судна на нерегулярному хвилюванні
Сили, які діють на судну під час хитавици:

1. сила інерції (пропорціональне прискоренню);
2. сила демпфирування (сила протидії);

3. відновлювальні сили;

4. обурюючі сили;

Рівняння хитавици судна на нерегулярному хвилюванні складається з шести лінійних диференційних рівнянь другого порядку. Ці рівняння для судна симетричного відносно діаметральної площини розподіляються на 2 системи, які складаються з трьох диференційних рівнянь, що зводиться до системи шести лінійних алгебраїчних рівнянь.

Рівняння хитавици:

$$\sum_{k=1}^6 [(M_{jk} + A_{jk})\ddot{n}_k + B_{jk}\dot{n}_k + C_{jk}n_k] = F_j e^{i\omega t}; j = 1.2.3.4.5.6; \quad (5.5)$$

де M_{jk} – матриця мас;

A_{jk} – матриця приєднаних мас;

$\ddot{n}_k$ – прискорення;

B_{jk} – матриця коефіцієнтів демпфування;

$\dot{n}_k$ – швидкість;

C_{jk} – матриця коефіцієнтів відновлювальних сил;

n_k – переміщення;

$F_j e^{i\omega t}$ – обурюючі сили;

i – уявна одиниця.

Переміщення представлено у формі:

$$\eta_j = a_j \cos(\omega_e t - \varepsilon_j), j = 1. \dots . 6. \quad (5.6)$$

де a_j – амплітуда відповідного виду хитавици виднесена до амплітуди хвилі при $j = 1.2.3.$ або виднесена до амплітуди кута хвильового схилу при $j = 4.5.6.$

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

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

$k = 2\pi/\lambda$ – хвильове число;

g – прискорення вільного падіння;

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:

$$[M_{j.k}] = \begin{bmatrix} M & 0 & 0 & 0 & Mz_g & 0 \\ 0 & M & 0 & -Mz_g & 0 & 0 \\ 0 & 0 & M & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -Mz_g & 0 & I_4 & 0 & -I_{46} \\ Mz_g & 0 & 0 & 0 & I_5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -I_{46} & 0 & I_6 \end{bmatrix}. \quad (5.7)$$

де M – маса судна;

I_j – момент інерції;

I_{jk} – центробіжний момент інерції.

Центробіжний момент інерції в (5.7) стає нульовим, якщо є симетрія щодо діаметральної площини і незначним в інших випадках.

Матриця приєднаних мас має вигляд:

$$[A_{j,k}] = \begin{bmatrix} A_{11} & 0 & A_{13} & 0 & A_{15} & 0 \\ 0 & A_{22} & 0 & A_{24} & 0 & A_{26} \\ A_{31} & 0 & A_{33} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & A_{42} & 0 & A_{44} & 0 & A_{46} \\ A_{51} & 0 & A_{53} & 0 & A_{55} & 0 \\ 0 & A_{26} & 0 & A_{46} & 0 & A_{66} \end{bmatrix}. \quad (5.8)$$

Матриця демпфування має вигляд повністю аналогічний (5.9):

$$[B_{j,k}] = \begin{bmatrix} B_{11} & 0 & B_{13} & 0 & B_{15} & 0 \\ 0 & B_{22} & 0 & B_{24} & 0 & B_{26} \\ B_{31} & 0 & B_{33} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & B_{42} & 0 & B_{44} & 0 & B_{46} \\ B_{51} & 0 & B_{53} & 0 & B_{55} & 0 \\ 0 & B_{26} & 0 & B_{46} & 0 & B_{66} \end{bmatrix}. \quad (5.9)$$

Ненульовими є такі коефіцієнти відновлюючих сил:

$$C_{33} \cdot C_{44} \cdot C_{55} \cdot C_{35} = C_{53} \quad (5.10)$$

Враховуючи (5.7), (5.8), (5.9) та (5.10) система рівняння (5.5) розбивається на дві системи.

Перша система є системою диференціальних рівнянь поздовжньої хитаவிци:

$$\begin{aligned} (A_{11} + M)\ddot{\eta}_1 + B_{11}\dot{\eta}_1 + A_{13}\ddot{\eta}_3 + B_{13}\dot{\eta}_3 + (A_{15} + Mz_g)\ddot{\eta}_5 + B_{15}\dot{\eta}_5 \\ = F_1 e^{-i\omega_e t}; \\ A_{31}\ddot{\eta}_1 + B_{31}\dot{\eta}_1 + (A_{33} + M)\ddot{\eta}_3 + B_{33}\dot{\eta}_3 + C_{33}\eta_3 + A_{35}\ddot{\eta}_5 + B_{35}\dot{\eta}_5 + C_{35}\eta_5 \\ = F_3 e^{-i\omega_e t}; \\ (A_{51} + Mz_g)\ddot{\eta}_1 + B_{51}\dot{\eta}_1 + A_{53}\ddot{\eta}_3 + B_{53}\dot{\eta}_3 + (A_{55} + I_5)\ddot{\eta}_5 + B_{55}\dot{\eta}_5 + C_{55}\eta_5 \\ = F_5 e^{-i\omega_e t}; \end{aligned} \quad (5.11)$$

друга є системою рівнянь поперечної хитаவிци:

$$\begin{aligned}
& (A_{22} + M)\ddot{\eta}_2 + B_{22}\dot{\eta}_2 + (A_{24} - Mz_g)\ddot{\eta}_4 + B_{24}\dot{\eta}_4 + C_{44}\eta_4 + A_{26}\ddot{\eta}_6 + B_{26}\dot{\eta}_6 \\
& \quad = F_2 e^{-i\omega_e t}; \\
& (A_{24} - Mz_g)\ddot{\eta}_2 + B_{24}\dot{\eta}_2 + (A_{44} + I_4)\ddot{\eta}_4 + (B_{44} + B_{44}^*)\dot{\eta}_4 + C_{44}\eta_4 \\
& \quad + (A_{46} - I_{46})\ddot{\eta}_6 + B_{46}\dot{\eta}_6 = F_4 e^{-i\omega_e t}; \\
& A_{62}\ddot{\eta}_2 + B_{62}\dot{\eta}_2 + (A_{64} - I_{46})\ddot{\eta}_4 + B_{64}\dot{\eta}_4 + (A_{66} + I_6)\ddot{\eta}_6 + B_{66}\dot{\eta}_6 \\
& \quad = F_6 e^{-i\omega_e t}.
\end{aligned} \tag{5.12}$$

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

$$D = \int_0^{\infty} |a_j(\omega_e)|^2 S_{\zeta}(\omega_e) d\omega_e \tag{5.13}$$

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

Розглянемо шлях розрахунку швидкості вертикальних коливань поперечного перетину корпусу відносно хвильового профілю $v_r(x)$ яка входить до формули .

У судновій системі координат (див. рис. 5.1) переміщення точки корпусу судна яка розглядається, або точки яка жорстко зв'язана з корпусом при хитах з шістьма ступенями свободи в загальному випадку розраховуються за допомогою наступних формул:

$$X = \eta_1 + z_0 \eta_5 - y_0 \eta_6;$$

$$Y = \eta_2 + x_0 \eta_6 - z_0 \eta_4;$$

$$Z = \eta_3 + y_0 \eta_4 - x_0 \eta_5.$$

де x_0, y_0, z_0 – координати точки яка розглядається.

$$n_j = a_j \cos(\omega_e t - \varepsilon_j), j = 1. 2. 3; \tag{5.12}$$

$$n_j = k a_j \cos(\omega_e t - \varepsilon_j), j = 4. 5. 6. \tag{5.13}$$

Підставляючи відповідні n_j . спростуємо вказані вище рівняння:

$$\begin{aligned}
 X &= a_1 \cos(\omega_e t - \varepsilon_1) + z_0 k a_5 \cos(\omega_e t - \varepsilon_{j5}) - y_0 k a_{j6} \cos(\omega_e t - \varepsilon_6) = \\
 &= a_1 \cos \varepsilon_1 \cos \omega_e t + a_1 \sin \varepsilon_1 \sin \omega_e t + z_0 k a_5 \cos \varepsilon_5 \cos \omega_e t + \\
 &\quad + z_0 k a_5 \sin \varepsilon_5 \sin \omega_e t - y_0 k a_6 \cos \varepsilon_6 \cos \omega_e t - y_0 k a_6 \sin \varepsilon_6 \sin \omega_e t = \\
 &= \cos \omega_e t (a_1 \cos \varepsilon_1 + z_0 k a_5 \cos \varepsilon_5 - y_0 k a_6 \cos \varepsilon_6) + \\
 &\quad \sin \omega_e t (a_1 \sin \varepsilon_1 + z_0 k a_5 \sin \varepsilon_5 - y_0 k a_6 \sin \varepsilon_6)
 \end{aligned}$$

Позначимо

$$X_c = a_1 \cos \varepsilon_1 + z_0 k a_5 \cos \varepsilon_5 - y_0 k a_6 \cos \varepsilon_6$$

$$X_s = a_1 \sin \varepsilon_1 + z_0 k a_5 \sin \varepsilon_5 - y_0 k a_6 \sin \varepsilon_6$$

$$X_a = \sqrt{X_c^2 + X_s^2}$$

$$\varepsilon_x = \tan^{-1} \frac{X_s}{X_c}$$

Тому після підстановки продиференціюємо рівняння 2 рази щоб отримати прискорення:

$$X = X_c \cos \omega_e t + X_s \sin \omega_e t$$

$$X = X_c \cos \omega_e t + X_s \sin \omega_e t$$

$$X = X_a \cos(\omega_e t - \varepsilon_x) \quad (5.15)$$

$$\ddot{X} = X_a \omega_e^2 \cos(\omega_e t - \varepsilon_{\ddot{x}}). \quad (5.16)$$

$$\text{де } \varepsilon_{\ddot{x}} = 180 - \varepsilon_x$$

Аналогічно отримуємо рівняння прискорень відносно інших осей.

$$Y = Y_a \cos(\omega_e t - \varepsilon_y) \quad (5.17)$$

$$\ddot{Y} = Y_a \omega_e^2 \cos(\omega_e t - \varepsilon_{\ddot{y}}). \quad (5.18)$$

$$Z = Z_a \cos(\omega_e t - \varepsilon_z) \quad (5.19)$$

$$\ddot{Z} = Z_a \omega_e^2 \cos(\omega_e t - \varepsilon_{\ddot{z}}). \quad (5.20)$$

$$\text{де } Y_c = a_2 \cos \varepsilon_2 + x_0 k a_6 \cos \varepsilon_6 - z_0 k a_4 \cos \varepsilon_4$$

$$Y_s = a_2 \sin \varepsilon_2 + x_0 k a_6 \sin \varepsilon_6 - z_0 k a_4 \sin \varepsilon_4$$

$$Y_a = \sqrt{Y_c^2 + Y_s^2}$$

$$\varepsilon_y = \tan^{-1} \frac{Y_s}{Y_c}$$

$$\varepsilon_{\dot{y}} = 180 - \varepsilon_y$$

$$Z_c = a_3 \cos \varepsilon_3 + y_0 k a_4 \cos \varepsilon_4 - x_0 k a_5 \cos \varepsilon_5$$

$$Z_s = a_3 \sin \varepsilon_3 + y_0 k a_4 \sin \varepsilon_4 - x_0 k a_5 \sin \varepsilon_5$$

$$Z_a = \sqrt{Z_c^2 + Z_s^2}$$

$$\varepsilon_z = \tan^{-1} \frac{Z_s}{Z_c}$$

$$\varepsilon_{\dot{z}} = 180 - \varepsilon_z$$

5.3 Практична методика оцінки змиви вертикальних прискорень по довжини судна на нерегулярному зустрічному хвилюванні

У поточному розділі представлений спосіб розрахунку морехідних якостей суден з використанням морехідних таблиць проф. Лукакіса. Результати представлені у вигляді функцій від головних розмірів судна, швидкості і відносної висоти хвилі.

Діапазон припустимих значень співвідношень головних розмірів і коефіцієнта загальної повноти:

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

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

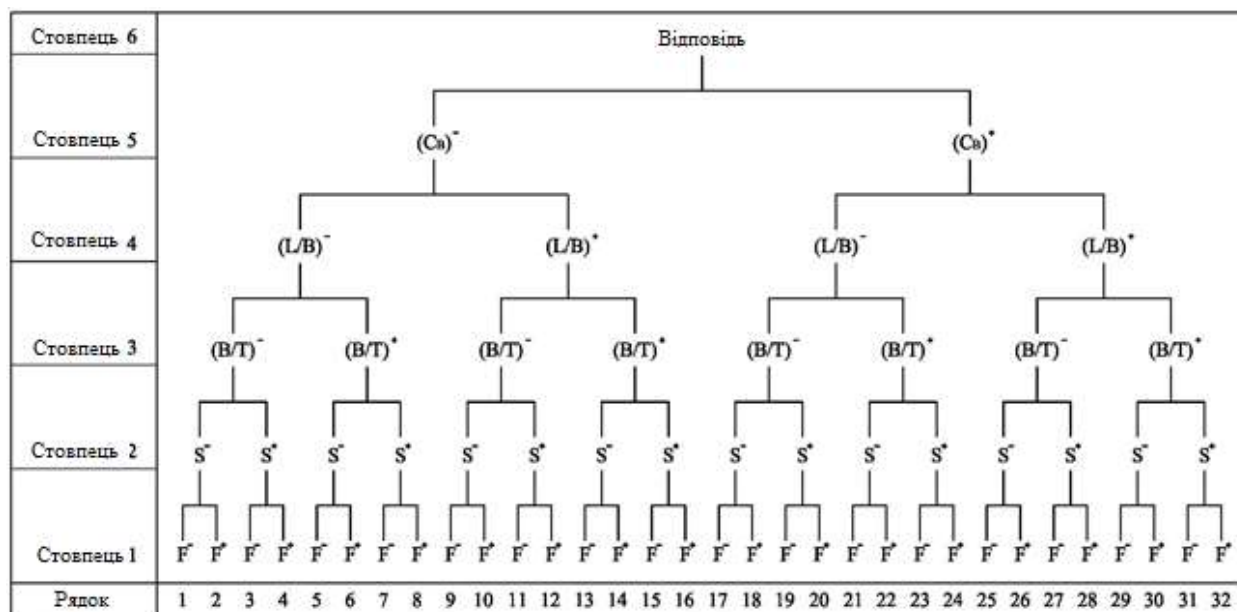


Рис. 5.4. Схема інтерполяції

Для розрахунку прискорень використовуємо табл. 5.1-5.10. які приведені у статті проф. Лукакиса. за допомогою схеми інтерполяції рис. 5.4 отримаємо прискорення табл. 5.11. які діють на наше судно ($C_B = 0.751$; $L/B = 5.51$; $B/T = 3.13$). Табл. 5.1-5.4 представлені у повному обсязі. Дали у роботі буде наведено і використано тільки ті частини морехідних таблиць. в яких представлені прискорення.

Таблица 5.1

Морехидна таблица судна з параметрами $C_B = 0.75$; $L/B = 5.5$;

FR NO	CB=0.75 L/B=5.5 B/T=2 LCB=+1.5%										CB=0.75 L/B=5.5 B/T=3 LCB=+1.5%										CB=0.75 L/B=5.5 B/T=4 LCB=+1.5%									
	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		
10	6	18	34	51	82	110	178	242			5	14	24	36	61	87	153	219			5	11	20	31	54	80	146	213		
15	5	17	38	58	94	130	202	267			5	16	30	44	72	99	166	232			5	14	24	36	62	88	154	220		
20	3	15	38	61	107	146	225	292			5	17	33	51	83	113	181	247			5	15	28	42	70	97	164	230		
25	2	15	34	62	114	161	246	316			4	16	35	55	93	125	197	263			5	16	31	47	78	107	176	241		
30	2	12	27	63	118	172	266	340			3	14	36	57	100	136	213	280			4	15	32	50	86	117	188	254		
35	19	55	94	131	192	239	321	373			22	53	86	117	169	212	288	339			22	49	79	107	157	197	271	322		
40	17	49	90	131	200	252	340	394			19	52	87	121	177	223	302	354			20	49	80	111	162	205	282	333		
45	11	38	88	130	209	263	360	419			16	49	85	121	182	231	314	368			17	47	80	112	166	211	290	342		
50	7	35	81	124	210	277	383	445			14	42	82	121	188	238	326	381			15	44	78	111	169	215	297	351		
55	5	30	63	126	214	297	411	479			10	35	80	119	193	245	339	397			13	40	76	111	173	220	305	359		
60	46	87	134	178	252	302	381	423			61	116	168	213	280	328	400	437			70	128	180	224	291	338	407	443		
65	45	85	134	178	259	315	406	453			60	117	173	223	300	353	432	473			70	132	190	240	314	366	441	480		
70	45	88	133	180	261	329	427	479			59	117	177	232	320	380	470	515			69	136	199	255	339	398	482	525		
75	45	91	136	186	272	342	447	504			59	118	183	242	340	408	510	561			69	138	208	269	365	432	529	577		
80	47	94	144	196	287	361	475	537			59	120	189	254	363	440	556	614			69	140	216	285	394	470	580	635		
85	6	28	66	111	197	261	358	411			10	32	64	99	169	221	295	340			14	38	70	106	178	231	307	355		
90	4	21	60	109	222	312	478	588			8	30	66	108	195	268	401	508			12	35	70	111	193	265	404	525		
95	2	14	54	107	247	362	599	765			6	28	67	118	221	315	507	676			10	33	70	117	209	300	500	695		
100	2	10	40	97	241	398	691	896			5	23	64	120	251	366	612	814			8	31	71	125	240	351	594	818		
105	1	7	26	86	235	433	783	1027			4	17	62	122	281	417	718	951			7	28	72	134	272	402	688	942		
110	152	410	681	926	1290	1533	1896	2073			227	496	749	961	1267	1489	1796	1952			252	494	718	906	1191	1395	1679	1825		
115	137	392	697	986	1441	1760	2220	2449			210	528	839	1118	1513	1794	2191	2390			253	557	848	1096	1453	1714	2075	2257		
120	109	332	693	1023	1588	1957	2526	2812			193	527	888	1218	1723	2066	2557	2804			236	589	934	1246	1691	2006	2456	2681		
125	88	305	678	1017	1672	2137	2836	3177			178	496	906	1295	1910	2312	2915	3203			225	598	991	1355	1904	2282	2822	3094		
130	78	285	584	1051	1751	2373	3169	3577			153	442	922	1341	2072	2537	3263	3620			216	581	1024	1446	2101	2541	3185	3500		
135	79	224	388	542	780	939	1190	1322			123	281	431	561	749	891	1101	1219			140	283	415	528	703	831	1026	1141		
140	68	207	405	587	895	1106	1434	1605			113	303	492	665	920	1103	1374	1521			140	323	497	653	876	1044	1291	1428		
145	53	180	403	613	989	1255	1663	1878			107	302	528	740	1073	1300	1642	1822			132	346	559	755	1044	1252	1560	1726		
150	43	171	385	619	1056	1394	1886	2144			96	280	546	796	1210	1480	1907	2121			128	352	601	834	1197	1449	1826	2061		
155	38	157	330	645	1118	1545	2122	2431			80	251	561	831	1222	1647	2164	2431			122	339	627	901	1342	1638	2094	2378		
160	53	148	255	356	518	632	819	931			54	124	194	265	373	467	629	737			61	112	169	225	326	412	570	676		
165	49	147	305	447	687	840	1100	1239			60	165	274	374	534	656	854	980			63	147	232	317	447	557	744	865		
170	36	135	333	500	814	1031	1374	1559			67	189	336	476	702	862	1114	1261			68	183	305	418	598	736	961	1101		
175	29	140	317	530	910	1215	1638	1863			63	185	380	561	866	1061	1389	1562			74	209	365	512	754	929	1205	1368		
180	25	126	266	570	992	1382	1902	2181			51	174	417	619	896	1250	1662	1883			75	213	410	599	911	1123	1466	1653		
185	112	290	452	597	802	947	1165	1287			120	232	339	433	582	697	879	991			112	199	288	369	505	611	789	901		
190	110	298	522	733	1044	1244	1545	1695			125	291	446	585	777	925	1152	1282			122	244	363	469	636	767	976	1102		
195	86	260	571	817	1256	1515	1937	2149			129	335	537	723	997	1191	1475	1635			128	297	458	605	814	975	1227	1371		
200	69	254	563	852	1391	1779	2327	2593			126	336	599	848	1227	1466	1838	2022			133	340	546	734	1016	1217	1522	1694		
205	60	235	475	910	1507	2050	2717	3055			109	309	653	935	1410	1725	2208	2452			137	357	613	856	1225	1475	1853	2051		
210	188	446	755	991	1317	1541	1865	2029			222	442	646	917	1077	1264	1531	1673			215	404	580	732	990	1141	1396	1535		
215	183	495	838	1164	1629	1936	2363	2566			222	515	784	1024	1343	1581	1918	2089			230	468	694	887	1176	1389	1693	1854		
220	146	424	899	1276	1929	2296	2890	3176			218	566	899	1198	1629	1929	2346	2564			232	533	817	1070	1416	1674	2043	2232		
225	117	404	892	1311	2106	2647	3430	3789			212	561	970	1358	1911	2292	2825	3072			231	584	927	1234	1680	1993	2435	2666		
230	102	377	757	1389	2261	3043	3974	4433			186	509	1035	1471	2211	2637	3321	3648			233	601	1007	1390	1952	2331	2870	3136		
235	43	76	113	148	201	235	285	307			47	79	110	138	176	204	240	257			48	77	104	127	161	184	216	231		
240	41	70	110	148	209	252	313	341			44	78	113	145	191	223	268	289			46	78	108	136	175	203	241	259		
245	40	64</																												

Таблица 5.2

Морехидна таблица судна с параметрами $C_B = 0.75$; $L/B = 7.0$;

FR NO	CB=0.75 L/B=7.0 B/T=2 LCB=+1.5%										CB=0.75 L/B=7.0 B/T=3 LCB=+1.5%										CB=0.75 L/B=7.0 B/T=4 LCB=+1.5%									
	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	6	18	31	44	69	95	160	226		5	12	21	31	55	80	146	213			6	11	19	29	52	77	142	209		
	15	7	21	39	56	86	114	180	244		6	16	26	39	63	89	155	221			5	13	22	33	56	82	148	214		
	20	7	22	44	65	103	134	203	266		6	19	33	47	74	101	167	232			6	15	26	38	63	89	155	221		
	25	5	19	46	70	116	151	226	290		7	21	37	54	85	114	181	246			6	17	30	44	71	98	164	230		
	30	3	18	46	71	123	165	247	314		7	20	40	60	96	127	196	261			6	19	34	49	80	108	175	240		
PITCH	10	28	65	102	135	191	235	311	361		26	56	86	115	165	206	279	329			23	50	79	106	154	193	266	316		
	15	23	63	104	143	204	251	333	384		25	57	91	122	176	219	294	345			23	52	82	111	161	202	276	327		
	20	20	60	103	144	212	265	350	405		22	51	93	128	183	228	307	359			22	52	84	114	166	209	285	336		
	25	17	51	99	147	225	278	371	425		19	55	93	129	189	236	318	371			20	51	85	117	170	214	292	344		
	30	11	40	100	144	231	288	391	453		18	52	92	130	194	244	328	383			17	50	84	118	174	219	299	351		
BENDING MOMENT	10	47	92	133	170	222	261	320	350		40	106	147	182	235	272	325	354			62	110	151	186	238	275	329	357		
	15	47	90	133	172	235	278	340	374		40	110	156	195	252	293	350	380			65	116	162	199	256	295	351	379		
	20	46	87	133	175	245	291	363	399		58	112	163	206	270	315	379	411			65	122	172	214	276	319	380	410		
	25	45	88	135	177	250	303	381	424		57	113	167	214	280	338	409	445			65	125	180	228	297	345	413	447		
	30	45	90	136	191	257	316	403	447		57	114	171	223	305	361	441	481			64	128	188	240	318	372	449	486		
ADDED RESIST.	10	7	24	49	74	123	160	210	238		10	27	50	73	120	154	202	231			14	33	57	83	134	170	223	255		
	15	5	21	52	86	153	209	300	367		9	27	52	81	136	184	271	345			12	31	57	85	143	192	288	375		
	20	4	22	55	98	183	258	390	495		7	26	55	90	152	214	340	458			10	29	56	87	151	214	354	494		
	25	3	16	52	97	205	298	479	613		6	26	58	100	182	260	416	555			9	29	60	98	175	250	417	579		
	30	2	10	48	96	228	337	569	731		5	25	61	110	211	307	492	652			7	29	64	108	198	285	480	664		
STA 0	10	269	593	888	1126	1475	1713	2039	2198		304	583	822	1017	1314	1514	1792	1938			309	552	758	938	1207	1393	1661	1803		
	15	239	618	982	1314	1751	2072	2498	2702		328	685	1014	1278	1658	1932	2292	2468			345	660	943	1177	1530	1771	2108	2274		
	20	216	608	1028	1402	1977	2364	2899	3174		314	744	1146	1496	1966	2309	2769	2990			358	749	1115	1412	1845	2158	2572	2776		
	25	192	553	1021	1479	2188	2630	3304	3599		287	767	1233	1647	2245	2649	3216	3491			348	809	1244	1624	2139	2518	3029	3275		
	30	151	470	1048	1513	2347	2864	3675	4082		277	763	1282	1762	2477	2970	3640	3974			325	843	1340	1786	2418	2857	3469	3767		
STA 5	10	140	334	511	661	873	1024	1246	1365		172	333	473	588	769	896	1086	1196			179	318	439	544	707	825	1009	1119		
	15	128	313	575	780	1069	1276	1566	1719		183	396	594	758	991	1167	1411	1541			195	384	554	694	912	1066	1292	1420		
	20	116	338	607	852	1238	1493	1868	2062		172	436	688	904	1205	1455	1739	1902			204	441	664	850	1121	1323	1605	1756		
	25	98	302	613	903	1385	1685	2164	2391		161	452	744	1008	1404	1671	2060	2262			194	481	751	994	1326	1572	1923	2105		
	30	75	254	627	927	1485	1859	2442	2741		157	447	781	1096	1577	1906	2376	2616			186	505	820	1105	1525	1815	2239	2459		
STA 10	10	69	169	258	346	460	561	724	828		75	129	187	240	340	424	580	686			87	133	185	232	323	402	554	660		
	15	79	227	369	494	685	824	1032	1159		82	178	268	355	482	596	776	893			85	155	229	297	416	516	694	812		
	20	86	245	404	624	903	1092	1370	1522		88	236	372	501	679	819	1044	1178			93	202	307	408	559	689	895	1026		
	25	71	220	486	716	1109	1331	1716	1901		98	280	466	629	889	1071	1347	1509			98	252	400	541	739	897	1148	1297		
	30	51	203	525	766	1238	1548	2045	2300		106	299	531	752	1089	1326	1671	1860			104	295	489	662	934	1129	1430	1606		
STA 15	10	162	315	450	559	724	851	1032	1138		145	238	329	411	546	650	827	936			151	235	314	392	518	618	791	897		
	15	161	404	613	795	1023	1193	1441	1573		163	299	426	531	708	837	1041	1163			148	253	356	450	606	726	927	1050		
	20	168	456	728	976	1124	1572	1889	2066		179	384	569	732	942	1115	1361	1498			165	309	446	564	757	902	1132	1269		
	25	152	421	789	1132	1650	1926	2387	2578		180	458	706	923	1224	1432	1746	1915			181	383	571	738	966	1150	1420	1573		
	30	117	367	862	1213	1868	2241	2857	3163		190	504	811	1094	1495	1783	2165	2375			185	453	699	918	1218	1436	1768	1947		
STA 20	10	290	570	817	1008	1304	1510	1782	1922		275	462	667	825	1068	1218	1491	1626			278	462	622	772	994	1158	1405	1535		
	15	275	678	1026	1332	1695	1968	2342	2518		303	578	825	1022	1337	1551	1852	2010			287	518	728	910	1189	1385	1675	1829		
	20	276	747	1174	1555	2084	2463	2926	3178		319	684	1011	1293	1652	1936	2304	2487			311	602	867	1086	1427	1666	2004	2180		
	25	253	692	1240	1767	2529	2942	3598	3848		308	775	1187	1544	2024	2350	2820	3048			328	696	1032	1321	1709	2008	2484	2609		
	30	198	592	1341	1874	2841	3366	4232	4653		315	832	1319	1760	2374	2812	3366	3658			375	782	1195	1560	2040	2384	2873	3111		
STA 1	10	48	86	122	152	196	235	265	283		50	82	109	132	164	189	220	235			50	78	102	122	152	173	201	215		
	15	45	83	124	162	213	249	299	321		49	84	117	145	184	213	250	267			50	80	109	132	168	192	225	240		
	20	43	78	121	161	225	266	325	354		46	83																		

Таблица 5.3

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		
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	228			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	13	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		
15	15	45	83	122	186	235	320	373			16	46	78	110	163	207	284	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	223	308	362			13	39	71	102	157	201	281	334		
30	5	28	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	89	137	182	266	328	428	483			61	119	176	228	311	369	458	505			70	135	195	248	329	387	472	516		
20	47	94	137	185	267	339	445	504			60	119	180	237	328	393	492	543			69	137	204	262	353	417	511	559		
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	263	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	449	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	226	328	549	756			10	33	70	118	219	323	569	825		
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	110	347	596	814	1143	1365	1706	1878			191	424	650	882	1126	1333	1628	1781			211	423	630	799	1064	1258	1534	1681		
15	122	348	614	875	1285	1580	2005	2222			176	453	730	983	1347	1610	1985	2177			217	475	717	964	1297	1541	1890	2049		
20	97	293	618	916	1429	1764	2292	2562			165	456	777	1074	1588	1856	2320	2588			199	504	814	1097	1511	1809	2236	2455		
25	79	271	609	913	1510	1936	2585	2905			154	429	795	1166	1710	2083	2651	2927			192	514	866	1195	1704	2056	2571	2834		
30	71	254	524	944	1588	2157	2896	3281			134	383	811	1190	1858	2292	2974	3315			186	497	866	1277	1884	2292	2905	3209		
10	65	188	333	468	686	832	1172	1202			101	238	371	489	664	798	1022	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	410	572	782	940	1181	1317		
20	46	155	347	537	875	1120	1500	1707			80	256	458	648	955	1167	1494	1670			110	293	448	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		
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	336	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	683	906	1046		
25	26	125	284	481	839	1128	1537	1758			55	163	343	510	799	988	1308	1482			65	132	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	458	757	1187	1485	1835	2054			108	210	310	399	541	653	835	947			105	183	266	342	473	576	754	866		
15	101	274	488	688	991	1187	1485	1635			113	265	409	541	728	871	1096	1226			110	220	332	433	591	721	924	1055		
20	79	240	534	769	1194	1452	1866	2076			117	304	495	673	940	1128	1409	1568			115	268	419	558	766	916	1167	1312		
25	63	235	522	805	1324	1706	2242	2504			114	304	555	791	1150	1392	1760	1945			121	307	500	679	953	1149	1450	1622		
30	56	216	461	857	1436	1957	2612	2948			99	280	605	872	1349	1640	2118	2360			123	320	562	793	1153	1394	1768	1985		
10	171	445	696	918	1230	1444	1758	1919			197	393	580	761	983	1163	1425	1567			194	360	523	665	890	1055	1306	1445		
15	169	455	782	1093	1543	1837	2256	2457			196	462	712	936	1240	1466	1795	1965			202	415	624	808	1078	1282	1581	1742		
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	840	1128	1556	1854	2286	2514		
30	94	347	703	1313	2158	2412	3027	4280			167	458	956	1365	2075	2491	3161	3485			209	535	916	1276	1838	2178	2706	2967		
10	42	71	105	136	184	215	262	293			45																			

Таблица 5.4

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		
HEAVE	10	5	16	27	40	65	90	156	222		5	11	19	29	52	77	143	210			5	10	18	27	50	74	140	206		
	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	163	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		
	35	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	10	20	57	95	131	188	233	312	363		21	51	82	111	162	204	278	329			20	46	75	102	150	190	263	314		
	15	19	55	95	133	197	248	330	384		19	51	84	116	169	213	290	341			19	46	76	105	155	196	271	322		
	20	15	46	92	117	212	261	351	404		17	50	85	118	175	220	300	353			17	45	76	107	158	201	277	329		
	25	10	37	94	135	218	273	372	432		16	47	84	120	180	229	310	364			15	45	76	108	162	205	283	336		
	30	49	94	137	176	235	278	384	480		61	110	154	191	250	291	353	387			64	114	159	197	255	297	358	391		
	35	49	92	136	175	244	291	362	401		60	113	161	203	265	310	375	410			66	120	168	209	271	315	378	412		
BENDING MOMENT	10	47	89	136	179	252	302	381	422		59	114	166	212	281	330	401	438			66	124	177	222	290	338	406	441		
	15	47	92	138	180	255	312	397	444		58	115	170	220	297	351	430	470			65	127	185	235	310	363	438	477		
	20	47	95	140	187	263	324	415	463		58	116	175	228	313	373	461	505			64	130	193	247	331	389	474	516		
	25	7	23	47	73	122	159	217	248		11	28	53	78	129	167	230	267			15	36	63	92	151	195	265	309		
	30	5	22	50	84	153	210	312	388		9	27	53	83	142	195	303	397			11	32	60	91	157	216	341	459		
	35	4	21	54	96	183	261	406	528		7	25	54	89	156	224	376	528			10	29	57	90	162	236	416	609		
ACUED RESIST.	10	3	16	51	96	207	304	502	653		6	25	57	100	187	273	456	626			9	28	60	100	185	272	480	694		
	15	2	10	48	96	231	348	598	777		5	24	60	111	218	321	536	725			7	28	64	110	208	308	545	778		
	20	230	510	771	983	1304	1525	1833	1989		264	501	724	896	1172	1367	1637	1780			265	479	688	834	1087	1265	1529	1669		
	25	203	535	859	1159	1559	1849	2253	2447		276	589	883	1125	1477	1732	2078	2253			291	568	832	1041	1370	1604	1928	2095		
	30	189	539	911	1244	1765	2124	2623	2886		264	640	1000	1318	1753	2079	2510	2726			299	643	973	1248	1651	1944	2345	2546		
	35	171	491	909	1325	1970	2378	3003	3283		245	666	1080	1467	2009	2384	2921	3187			288	694	1084	1433	1915	2274	2759	3001		
STA 0	10	134	416	940	1362	2124	2599	3355	3738		239	663	1129	1564	2224	2681	3315	3634			276	729	1173	1578	2168	2579	3163	3454		
	15	118	284	439	572	769	909	1123	1242		144	284	411	517	685	807	994	1105			152	274	385	482	636	750	932	1042		
	20	107	299	495	680	945	1133	1412	1558		151	338	514	665	881	1046	1284	1415			162	329	482	613	815	963	1186	1314		
	25	98	290	528	743	1094	1310	1685	1875		142	372	592	792	1074	1282	1581	1742			166	376	575	750	1002	1191	1468	1618		
	30	84	262	533	793	1227	1510	1957	2175		136	387	647	887	1254	1504	1876	2073			161	411	654	875	1188	1422	1759	1939		
	35	65	230	548	819	1324	1671	2214	2498		133	381	682	967	1419	1719	2169	2401			157	433	715	975	1369	1642	2050	2266		
STA 10	10	59	144	225	304	436	510	675	781		70	118	170	220	315	397	553	660			82	126	172	217	303	380	532	638		
	15	70	197	325	462	622	755	960	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	841	974		
	25	62	196	437	648	1014	1231	1602	1787		86	246	415	568	815	990	1261	1422			84	219	354	485	677	827	1076	1227		
	30	45	183	470	698	1138	1438	1914	2161		93	261	477	683	1006	1229	1569	1755			92	258	436	597	858	1046	1342	1518		
	35	145	282	408	512	667	789	970	1077		138	221	305	382	510	612	787	896			146	223	299	371	491	588	759	885		
STA 15	10	146	370	564	737	957	1122	1365	1497		147	269	387	487	653	780	983	1107			140	233	330	418	567	684	884	1007		
	15	154	417	676	914	1253	1491	1805	1978		159	346	519	673	876	1041	1286	1424			148	277	406	518	701	844	1073	1211		
	20	139	387	739	1063	1564	1834	2288	2481		163	417	648	853	1116	1348	1656	1826			160	344	520	678	897	1074	1343	1497		
	25	107	340	805	1181	1771	2141	2745	3045		172	457	707	1019	1409	1686	2064	2269			166	409	638	843	1136	1347	1673	1854		
	30	258	508	734	914	1185	1382	1647	1786		251	433	603	749	977	1141	1390	1525			259	423	573	711	924	1081	1323	1453		
	35	247	618	941	1227	1573	1833	2194	2369		269	512	738	923	1216	1422	1718	1875			259	463	658	826	1090	1280	1566	1720		
STA 20	10	253	685	1090	1454	1966	2327	2778	3021		280	611	913	1178	1517	1785	2147	2328			275	532	778	983	1303	1534	1866	2042		
	15	231	634	1162	1651	2399	2797	3440	3691		275	699	1082	1415	1875	2187	2642	2869			286	618	928	1201	1567	1851	2243	2443		
	20	180	547	1257	1765	2637	3215	4065	4476		285	752	1209	1629	2219	2638	3178	3460			286	699	1080	1419	1881	2214	2683	2921		
	25	46	80	112	139	179	206	243	261		48	76	101	122	154	175	204	218			44	72	94	113	141	161	187	200		
	30	43	77	114	148	196	229	275	296		47	78	108	133	170	197	232	248			47	75	101	123	156	179	210	224		
	35	42	74	113	149	206	245	300	327		44	77	111	141	184	215	257	276	<											

Таблица 5.5

Морехидна таблица судна з параметрами $C_B = 0.75$; $L/B = 5.5$; $B/T = 3.13$

		FR NO. %	$C_B = 0.75; L/B = 5.5; B/T = 3.13$							
			SIGNIFICANT HAVE HEIGHT/LBP							
			.015	.020	.025	.030	.040	.050	.075	.100
ACCELERATIONS	STA 0	10	230.25	495.74	744.97	953.85	1257.12	1476.78	1780.79	1935.49
		15	215.59	531.77	840.17	1115.14	1505.20	1783.60	2175.92	2372.71
		20	198.59	535.06	893.98	1221.64	1718.84	2058.20	2543.87	2788.01
		25	184.11	509.26	917.31	1302.80	1909.22	2308.10	2902.91	3188.83
		30	161.19	460.07	935.26	1354.65	2075.77	2537.52	3252.86	3604.40
	STA 5	10	125.21	281.26	428.92	556.71	743.02	883.20	1091.25	1208.73
		15	116.51	305.60	492.65	663.44	914.28	1095.33	1363.21	1508.91
		20	110.25	307.72	532.03	741.95	1069.23	1293.76	1631.34	1809.52
		25	100.16	289.36	553.15	800.94	1208.31	1475.97	1896.47	2108.65
		30	85.46	262.44	569.58	840.10	1324.60	1645.83	2154.90	2417.35
	STA 10	10	54.91	122.44	190.75	259.80	366.89	459.85	621.33	729.33
		15	60.39	162.66	268.54	366.59	522.69	643.13	839.70	965.05
		20	67.13	188.22	331.97	468.46	688.48	845.62	1094.11	1240.20
		25	64.43	188.12	378.05	554.63	851.44	1043.84	1365.08	1536.78
		30	54.12	179.07	416.09	616.40	986.69	1233.49	1636.52	1853.10
	STA 15	10	118.96	227.71	332.37	424.68	571.99	685.82	867.30	979.30
		15	124.61	284.89	435.21	569.92	758.67	904.46	1129.12	1258.60
		20	128.87	330.06	526.73	707.66	973.21	1162.92	1442.76	1600.68
		25	126.91	336.52	592.11	833.18	1199.57	1433.63	1796.92	1979.36
		30	112.64	315.24	647.80	924.73	1403.35	1692.50	2161.85	2399.87
	STA 20	10	221.09	437.06	637.42	805.95	1063.09	1248.01	1513.45	1655.06
		15	223.04	508.89	772.30	1006.19	1321.29	1556.04	1888.75	2058.45
		20	219.82	561.71	888.34	1181.36	1601.31	1895.85	2306.61	2520.84
		25	214.47	563.99	964.41	1341.88	1898.37	2253.13	2774.30	3019.22
		30	192.11	520.96	1031.36	1460.47	2177.33	2597.22	3262.37	3581.44

Таблица 5.6 Морехидна таблица судна з параметрами $C_B = 0.75$; $L/B = 7.0$; $B/T = 3.13$

		FR NO. %	$C_B = 0.75; L/B = 7.0; B/T = 3.13$							
			SIGNIFICANT HAVE HEIGHT/LBP							
			.015	.020	.025	.030	.040	.050	.075	.100
ACCELERATIONS	STA 0	10	304.65	578.97	813.68	1004.39	1300.09	1498.27	1774.97	1920.45
		15	330.21	681.75	1004.77	1257.91	1641.36	1911.07	2268.08	2442.78
		20	319.72	744.65	1141.97	1485.08	1950.27	2288.33	2743.39	2962.18
		25	225.33	772.46	1234.43	1644.01	2231.22	2630.93	3191.69	3462.92
		30	283.24	773.40	1289.54	#3HA4!	2469.33	2955.31	3617.77	3947.09
	STA 5	10	172.91	331.05	468.58	582.28	760.94	886.77	1075.99	1185.99
		15	184.56	394.44	588.80	749.68	980.73	1153.87	1395.53	1525.27
		20	176.16	436.65	681.40	896.98	1194.08	1411.74	1721.58	1883.02
		25	165.29	455.77	744.91	1006.18	1393.86	1658.13	2042.19	2241.59
		30	160.77	454.54	786.07	1097.17	1570.24	1894.17	2358.19	2595.59
	STA 10	10	76.56	129.52	186.74	238.96	337.79	421.14	576.62	682.62
		15	82.39	175.01	262.93	347.46	403.82	585.60	765.34	882.47
		20	88.65	231.58	363.55	488.91	663.40	802.10	1024.63	1151.28
		25	98.00	276.36	457.42	617.56	799.90	1048.38	1321.13	1481.44
		30	105.74	298.48	525.54	740.30	1068.85	1300.39	1639.67	1826.98
	STA 15	10	145.78	237.61	327.05	408.53	542.36	645.84	822.32	930.93
		15	161.05	293.02	416.90	520.47	694.74	822.57	1026.18	1148.31
		20	177.18	374.25	553.01	710.16	917.95	1087.31	1331.23	1461.27
		25	180.13	448.25	688.45	897.91	1190.46	1395.34	1703.62	1870.54
		30	189.35	497.37	796.44	1071.12	1458.99	1737.89	2112.35	2319.36
	STA 20	10	275.39	479.40	661.15	818.11	1058.64	1227.60	1479.82	1614.17
		15	300.92	570.20	812.39	1007.44	1317.76	1529.42	1828.99	1986.47
		20	317.96	673.34	992.28	1266.09	1622.75	1900.90	2266.74	2447.09
		25	310.60	764.73	1166.85	1515.01	1983.05	2305.54	2766.44	2990.93
		30	316.30	825.50	1302.88	1734.00	2330.58	2756.36	3301.91	3586.89

Таблица 5.7

Морехидна таблица судна з параметрами $C_B = 0.80$; $L/B = 5.5$; $B/T = 3.13$

		FR NO. %	$C_B = 0.80; L/B = 5.5; B/T = 3.13$							
			SIGNIFICANT HAVE HEIGHT/LBP							
			.015	.020	.025	.030	.040	.050	.075	.100
ACCELERATIONS	STA 0	10	193.60	423.87	647.40	836.41	1117.94	1323.25	1615.78	1768.00
		15	180.42	455.86	730.91	980.53	1340.50	1601.03	1972.65	2162.96
		20	169.42	462.24	781.81	1076.99	1534.49	1849.89	2309.08	2544.61
		25	158.94	440.05	804.23	1152.37	1709.22	2079.49	2640.60	2914.91
		30	140.76	397.82	823.79	1201.31	1861.38	2292.00	2965.03	3301.22
	STA 5	10	102.95	238.39	369.57	485.75	659.19	791.76	994.20	1111.68
		15	96.73	258.34	424.78	579.83	812.45	982.63	1240.16	1383.99
		20	92.60	260.81	461.38	649.82	952.14	1161.93	1485.16	1659.73
		25	84.51	245.93	481.11	703.42	1078.09	1329.88	1729.29	1936.60
		30	72.55	225.23	496.41	740.06	1183.12	1487.22	1969.59	2222.69
	STA 10	10	48.04	105.96	168.40	232.84	336.67	425.89	589.24	698.11
		15	53.26	141.79	238.06	329.24	479.60	596.04	790.87	916.35
		20	59.00	163.48	297.10	397.72	634.39	784.79	1030.41	1175.63
		25	56.30	165.47	340.79	504.02	785.61	971.88	1285.64	1458.21
		30	47.60	158.03	374.22	560.66	910.73	1150.40	1543.08	1757.05
	STA 15	10	107.61	206.49	304.28	391.59	532.16	642.99	824.47	936.47
		15	112.61	259.15	398.99	526.96	710.45	851.50	1074.16	1203.77
		20	116.74	299.32	485.12	658.05	916.86	1100.70	1377.54	1534.72
		25	114.91	304.39	547.85	776.44	1133.09	1360.41	1719.70	1903.01
		30	102.12	285.20	599.41	861.73	1323.52	1608.02	2072.50	2308.65
	STA 20	10	196.61	388.71	585.59	731.12	970.91	1148.96	1409.53	1551.14
		15	196.78	455.89	700.56	919.10	1218.94	1442.08	1767.18	1936.01
		20	197.91	506.32	810.95	1087.97	1491.18	1772.85	2173.00	2382.75
		25	193.08	506.34	886.11	1242.84	1779.59	2118.48	2628.78	2870.70
		30	172.46	468.01	950.80	1353.43	2041.59	2450.31	3101.85	3417.66

Таблица 5.8

Морехидна таблица судна з параметрами $C_B = 0.80$; $L/B = 7.0$; $B/T = 3.13$

		FR NO. %	$C_B = 0.80; \frac{L}{B} = 7.0; B/T = 3.13$							
			SIGNIFICANT HAVE HEIGHT/LBP							
			.015	.020	.025	.030	.040	.050	.075	.100
ACCELERATIONS	STA 0	10	264.13	496.97	710.61	876.63	1143.79	1333.20	1597.48	1738.40
		15	287.44	593.29	879.49	1109.66	1452.43	1700.15	2035.75	2207.24
		20	278.30	653.52	1008.06	1318.52	1738.18	2055.60	2473.86	2681.80
		25	260.21	692.39	1102.75	1471.04	2001.85	2370.48	2889.28	3150.34
		30	257.46	703.69	1159.29	1592.08	2229.72	2678.40	3290.04	3597.08
	STA 5	10	148.42	282.70	403.98	505.30	667.71	786.33	969.17	1079.00
		15	158.15	341.90	512.31	656.29	864.10	1023.90	1254.62	1383.28
		20	150.84	383.18	598.11	792.91	1062.04	1266.53	1552.79	1708.59
		25	146.01	406.37	662.73	897.66	1248.93	1492.56	1850.26	2042.32
		30	144.96	407.39	703.71	987.28	1419.85	1715.23	2147.68	2370.84
	STA 10	10	72.99	115.66	163.11	208.69	300.31	380.10	534.41	641.41
		15	72.17	146.46	220.40	295.51	408.93	512.25	689.74	807.83
		20	76.65	198.93	313.14	421.52	579.05	705.03	918.32	1051.85
		25	88.86	248.99	404.21	546.81	771.19	937.48	1192.62	1349.20
		30	99.11	270.75	472.58	669.87	969.60	1178.04	1494.64	1671.41
	STA 15	10	138.13	213.33	290.83	363.67	487.12	585.87	759.57	868.44
		15	146.22	251.19	356.58	445.53	602.30	723.06	920.47	1043.30
		20	158.22	327.80	483.90	621.52	804.24	956.89	1190.84	1324.29
		25	165.73	411.41	619.53	802.95	1059.29	1249.20	1533.15	1698.08
		30	179.67	465.97	725.29	980.26	1326.45	1582.78	1924.64	2114.17
	STA 20	10	251.13	421.95	582.07	722.61	943.07	1101.87	1347.88	1481.71
		15	270.56	492.11	701.21	870.87	1153.21	1350.11	1636.36	1790.63
		20	282.86	591.11	872.44	1116.77	1430.81	1681.91	2028.44	2200.73
		25	282.15	696.92	1051.58	1355.20	1766.84	2064.02	2486.39	2706.76
		30	298.78	771.76	1185.99	1584.02	2112.92	2507.87	2998.34	3257.85

Таблица 5.9

Морехидна таблица судна з параметрами $C_B = 0.75$; $L/B = 5.51$; $B/T = 3.13$

		FR NO. %	$C_B = 0.75; L/B = 5.51; B/T = 3.13$							
			SIGNIFICANT HAVE HEIGHT/LBP							
			.015	.020	.025	.030	.040	.050	.075	.100
ACCELERATIONS	STA 0	10	230.75	496.29	745.43	954.19	1257.41	1476.92	1780.75	1935.39
		15	216.35	532.77	841.27	1116.09	1506.11	1784.45	2176.53	2373.18
		20	199.40	536.46	895.63	1223.40	1720.38	2059.73	2545.20	2789.17
		25	184.38	511.01	919.42	1305.07	1911.37	2310.25	2904.84	3190.66
		30	162.00	462.16	937.62	1357.39	2078.39	2540.31	3255.29	3606.68
	STA 5	10	125.53	281.59	429.18	556.88	743.14	883.22	1091.15	1208.58
		15	116.96	306.19	493.29	664.01	914.72	1095.72	1363.43	1509.02
		20	110.69	308.58	533.03	742.98	1070.06	1294.55	1631.94	1810.01
		25	100.59	290.47	554.43	802.31	1209.55	1477.18	1897.44	2109.54
		30	85.96	263.72	571.02	841.81	1326.24	1647.49	2156.26	2418.54
	STA 10	10	55.05	122.49	190.72	259.66	366.70	459.59	621.03	729.02
		15	60.54	162.74	268.50	366.46	521.90	642.75	839.20	964.50
		20	67.27	188.51	332.18	468.60	688.31	845.33	1093.65	1239.61
		25	64.65	188.71	378.58	555.05	851.10	1043.87	1364.79	1536.41
		30	54.46	179.87	416.82	617.23	987.24	1233.94	1636.54	1852.93
	STA 15	10	119.14	227.78	332.33	424.57	571.79	685.55	867.00	978.98
		15	124.85	284.94	435.09	569.59	758.24	903.91	1128.43	1257.86
		20	129.19	330.35	526.91	707.68	972.84	1162.42	1442.02	1599.75
		25	127.26	337.26	592.75	833.61	1199.51	1433.37	1796.30	1978.63
		30	113.15	316.45	648.79	925.71	1403.72	1692.80	2161.52	2399.33
	STA 20	10	221.45	437.34	637.58	806.03	1063.06	1247.87	1513.23	1654.79
		15	223.56	509.30	772.57	1006.20	1321.27	1555.86	1888.35	2057.97
		20	220.47	562.45	889.03	1181.92	1601.45	1895.88	2306.34	2520.35
		25	215.11	565.33	965.76	1343.03	1898.93	2253.48	2774.25	3019.03
		30	192.94	522.99	1033.17	1462.29	2178.35	2598.28	3262.63	3581.48

Таблица 5.10

Морехидна таблица судна з параметрами $C_B = 0.80$; $L/B = 5.51$; $B/T = 3.13$

		FR NO. %	$C_B = 0.80; \frac{L}{B} = 5.51; B/T = 3.13$							
			SIGNIFICANT HAVE HEIGHT/LBP							
			.015	.020	.025	.030	.040	.050	.075	.100
ACCELERATIONS	STA 0	10	194.07	424.36	647.82	836.68	1118.11	1323.32	1615.66	1767.80
		15	181.13	456.78	731.90	981.39	1341.25	1601.69	1973.07	2163.26
		20	170.15	463.52	783.32	1078.60	1535.85	1851.26	2310.18	2545.52
		25	159.62	441.73	806.22	1154.49	1711.17	2081.43	2642.26	2916.48
		30	141.54	399.86	826.03	1203.92	1863.84	2294.58	2967.20	3303.19
	STA 5	10	103.25	238.69	369.80	485.88	659.25	791.72	994.03	1111.46
		15	97.14	258.90	425.36	580.34	812.79	982.91	1240.26	1383.99
		20	92.99	261.63	462.29	650.77	952.87	1162.63	1485.61	1660.06
		25	84.92	247.00	482.32	704.71	1079.23	1330.96	1730.10	1937.30
		30	73.03	226.44	497.79	741.71	1184.70	1488.74	1970.78	2223.68
	STA 10	10	48.21	106.02	168.36	232.68	336.43	425.58	588.87	697.73
		15	53.39	141.82	237.94	329.02	479.13	595.48	790.20	915.63
		20	59.12	163.72	297.21	397.88	634.02	784.26	1029.66	1174.80
		25	56.52	166.03	341.21	504.31	785.51	971.65	1285.02	1457.48
		30	47.94	158.78	374.88	561.39	911.12	1150.58	1542.76	1756.48
	STA 15	10	107.81	206.54	304.19	391.40	531.86	642.61	824.04	936.02
		15	112.83	259.10	398.71	526.42	709.73	850.64	1073.14	1202.70
		20	117.02	299.51	485.11	657.81	916.11	1099.74	1376.30	1533.32
		25	115.25	305.10	548.33	776.62	1132.60	1359.67	1718.46	1901.64
		30	102.64	286.41	600.25	862.52	1323.54	1607.85	2071.51	2307.35
	STA 20	10	196.97	388.93	585.57	731.06	970.72	1148.65	1409.12	1550.68
		15	197.27	456.13	700.56	918.78	1218.50	1441.47	1766.31	1935.04
		20	198.48	506.89	811.36	1088.16	1490.78	1772.24	2172.04	2381.54
		25	193.67	507.61	887.21	1243.59	1779.51	2118.12	2627.83	2869.61
		30	173.30	470.04	952.37	1354.97	2042.07	2450.69	3101.16	3416.59

Таблица 5.11

Морехидна таблица судна з параметрами $C_B = 0.80$; $L/B = 5.51$; $B/T = 3.13$

		FR NO. %	$C_B = 0.751; \frac{L}{B} = 5.51; B/T = 3.13$							
			SIGNIFICANT HAVE HEIGHT/LBP							
			.015	.020	.025	.030	.040	.050	.075	.100
ACCELERATIONS	STA 0	10	302.44	575.88	810.36	1001.04	1296.45	1494.77	1771.78	1917.40
		15	327.23	677.25	999.31	1252.38	1635.36	1904.88	2262.18	2437.19
		20	316.73	739.03	1134.80	1476.95	1941.98	2279.59	2734.73	2953.85
		25	224.02	765.85	1225.87	1634.22	2220.82	2619.94	3180.70	3451.99
		30	280.41	765.93	1280.27	1753.90	2457.22	2942.10	3604.76	3934.21
	STA 5	10	171.52	329.20	466.60	580.35	758.91	884.87	1074.35	1184.50
		15	182.81	391.73	585.53	746.29	977.37	1150.45	1392.42	1522.44
		20	174.50	433.15	677.02	892.06	1189.26	1406.76	1716.86	1878.56
		25	163.68	451.59	739.66	1000.15	1387.57	1651.59	2035.95	2235.50
		30	159.02	449.98	780.30	1090.06	1562.53	1886.06	2350.44	2588.15
	STA 10	10	75.99	129.05	186.37	238.83	337.76	421.23	576.87	682.92
		15	81.81	174.35	262.43	347.09	405.33	585.80	765.84	883.13
		20	88.06	230.22	362.22	487.09	662.81	801.74	1024.73	1151.75
		25	97.17	274.15	455.10	615.29	799.61	1046.85	1320.41	1480.96
		30	104.58	295.69	522.53	736.72	1065.70	1297.39	1637.73	1825.57
	STA 15	10	145.02	236.99	326.59	408.19	542.15	645.78	822.35	931.03
		15	160.09	292.34	416.54	520.59	695.04	823.13	1027.12	1149.40
		20	175.98	372.76	551.65	709.11	917.91	1087.56	1332.13	1462.71
		25	178.83	445.39	685.65	895.48	1189.30	1394.63	1703.92	1871.16
		30	187.62	493.15	792.52	1066.95	1456.28	1735.29	2111.53	2319.12
	STA 20	10	273.82	477.59	659.64	816.37	1056.88	1226.02	1478.41	1612.90
		15	298.85	567.92	810.15	1005.67	1315.77	1527.66	1827.74	1985.44
		20	315.57	670.01	988.66	1262.53	1620.11	1898.33	2264.85	2445.78
		25	308.26	759.59	1161.26	1509.58	1978.98	2301.79	2763.67	2988.50
		30	313.44	818.39	1295.87	1726.42	2324.81	2750.25	3297.89	3583.48

Таблиця 5.12

Амплитуди тривидсоткової забезпеченості вертикальних прискорень. м/с²

Теоретичний шпангоут	Швидкість V_s , вузл.	$L = 88.10$ м; $B = 16.00$ м; $T = 5.131$ м; $C_B = 0.751$; $\frac{L}{B} = 5.51$; $B/T = 3.13$					
		Висота хвилювання тривидсоткової забезпеченості $h_{3\%}$, м					
		1.25	2.00	3.50	6.00	8.50	11.00
0	5.7	0.47	0.75	1.32	2.26	3.20	4.15
	8.6	0.59	0.94	1.65	2.83	4.01	5.19
	11.4	0.70	1.11	1.95	3.34	4.73	6.12
	14.3	0.78	1.25	2.20	3.76	5.33	6.90
	17.1	0.87	1.39	2.43	4.16	5.90	7.63
5	5.7	0.27	0.44	0.76	1.31	1.86	2.40
	8.6	0.35	0.56	0.98	1.69	2.39	3.09
	11.4	0.42	0.67	1.18	2.02	2.86	3.70
	14.3	0.49	0.78	1.37	2.35	3.33	4.31
	17.1	0.55	0.88	1.54	2.65	3.75	4.85
10	5.7	0.12	0.19	0.33	0.57	0.81	1.05
	8.6	0.17	0.26	0.46	0.79	1.13	1.46
	11.4	0.23	0.37	0.66	1.12	1.59	2.06
	14.3	0.30	0.47	0.83	1.42	2.01	2.60
	17.1	0.38	0.60	1.05	1.81	2.56	3.31
15	5.7	0.19	0.31	0.54	0.92	1.31	1.69
	8.6	0.25	0.39	0.69	1.18	1.67	2.16
	11.4	0.33	0.53	0.93	1.60	2.27	2.94
	14.3	0.42	0.67	1.18	2.02	2.87	3.71
	17.1	0.51	0.82	1.44	2.47	3.50	4.52
20	5.7	0.38	0.61	1.08	1.84	2.61	3.38
	8.6	0.47	0.76	1.33	2.27	3.22	4.17
	11.4	0.59	0.95	1.66	2.85	4.04	5.23
	14.3	0.71	1.14	1.99	3.41	4.83	6.25
	17.1	0.82	1.31	2.30	3.94	5.58	7.22

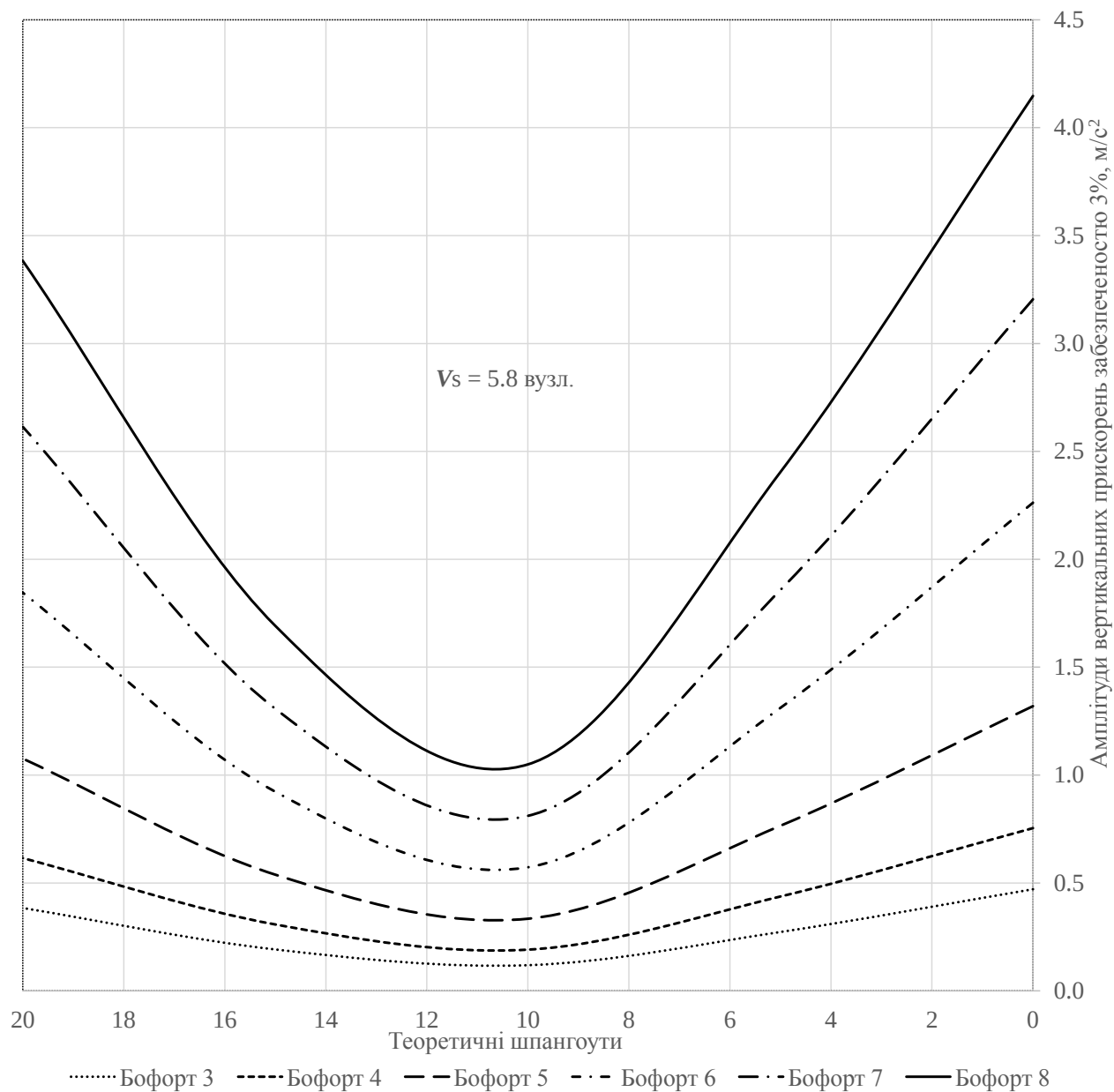


Рис. 5.5. Розподіл вертикальних прискорень по довжини при різних інтенсивностях хвилювання та швидкості 5.8 вузл.

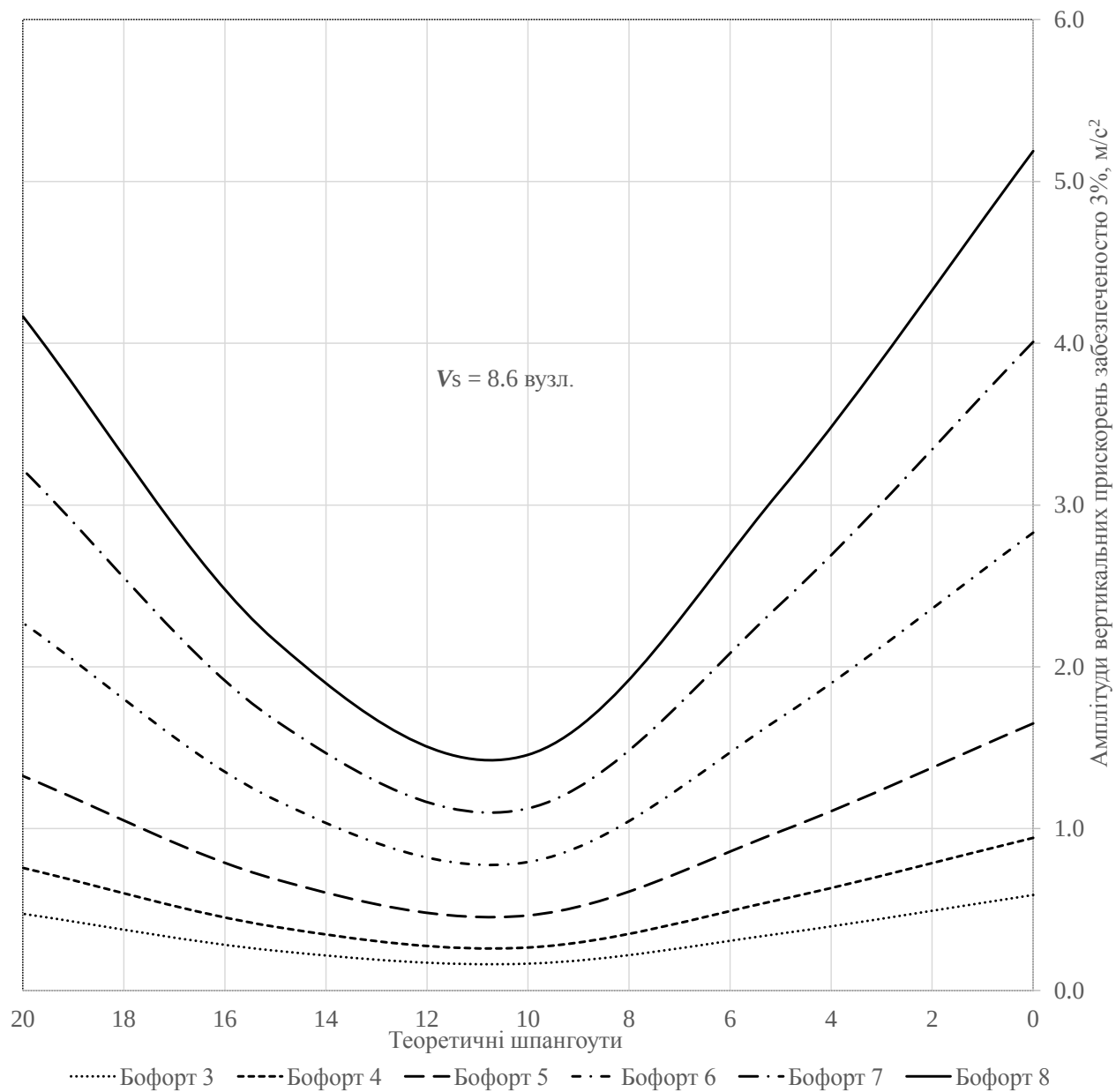


Рис. 5.6. Розподіл вертикальних прискорень по довжини при різних інтенсивностях хвилювання та швидкості 8.6 вузл.

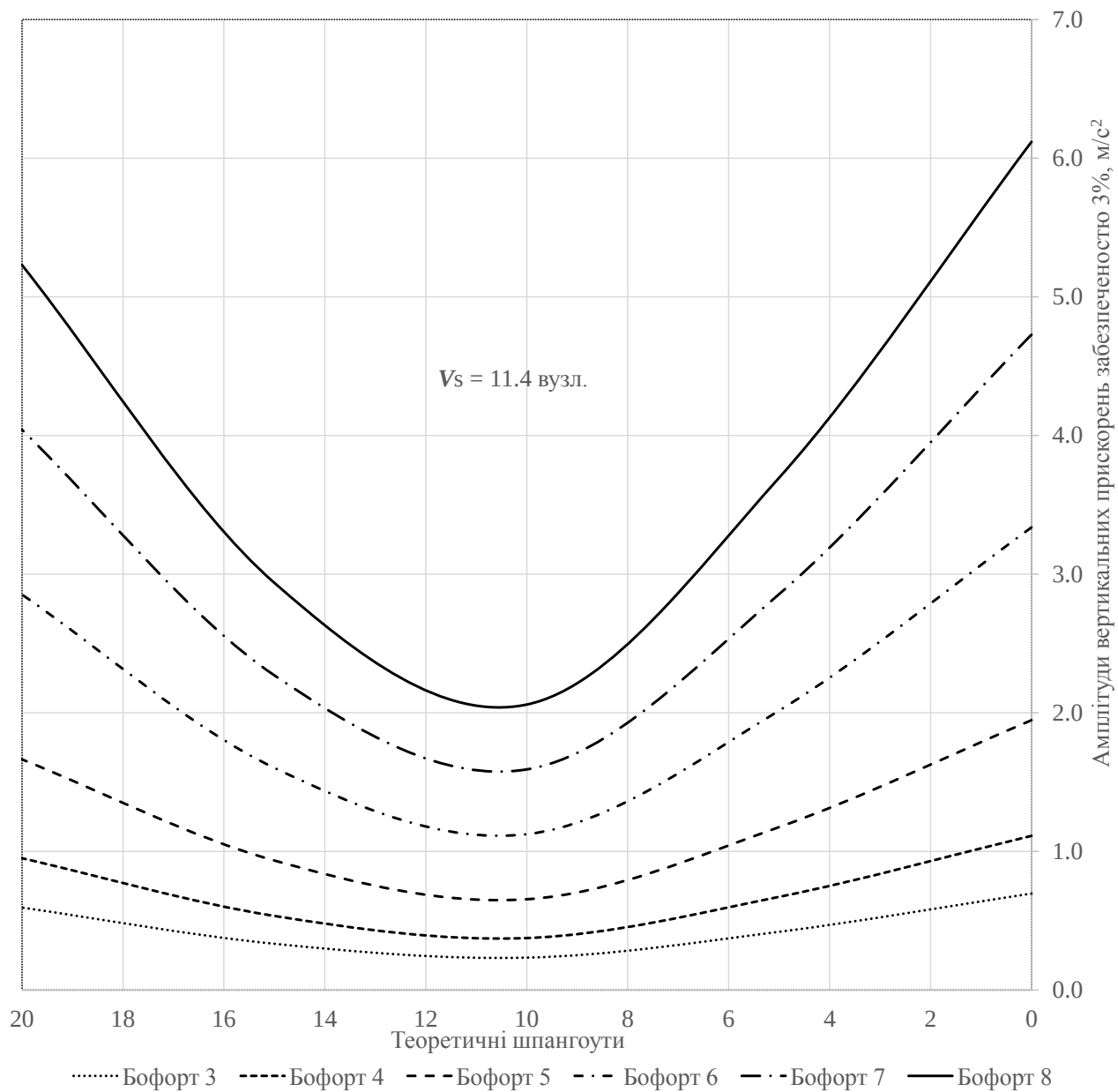


Рис. 5.7. Розподіл вертикальних прискорень по довжини при різних інтенсивностях хвилювання та швидкості 11.4 вузл.

РОЗДИЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙС

6.1 Підвищення ефективності роботи морського транспортного судна

У дослідницькій частині даний магістерський роботи «Дослідження змینی вертикальних прискорень по довжини судна на нерегулярному хвилюванні» видзначени основні переваги в можливості організації навігаційної безпеки руху судна у рейси. Робота судив пов'язани з ризиком, тобто аварійними ситуаціями. Забезпечення зниження ризику дає планування безпечної швидкості ходу за умовами змینی вертикальних прискорень по довжини судна на нерегулярному хвилюванні.

Одним з важливих умов підвищення безпеки та ефективності роботи флоту є детальне знання і облік судноводими морехідних характеристик судна. До морським якостям судна відносяться: плавучість, остійність, непотоплюваність, ходкість, керованість і качка.

Для вирішення навігаційних завдань визначальне значення має керованість судна, і особливо, облік елементів гальмування і керованості у відкритому морі, в каналах і фарватерах на нерегулярному хвилюванні.

Зробити мореплавання абсолютно безпечним («забезпечити безпеку») не можна, так як ця специфічна діяльність людей невиддільна від небезпек. Тому під «безпекою мореплавання» мається на увазі не відсутність небезпек, а технічно, організаційно, економічно, політично і соціально обґрунтований в певній державі і в конкретний період часу рівень надійності (безаварійності) морського транспортного процесу.

Поняття «безпека» пов'язане з поняттям зниження можливої шкоди від аварії. Зниження ймовірного збитку ставить собі за мету:

- зменшення нищпорення судна;
- охорону навколишнього середовища.

Ймовірний збиток від навігаційної аварійності може бути класифікований в такий спосіб:

- збиток від аварій в результаті зіткнень;
- збиток від аварій в результаті посадок на мілину;
- збиток від аварій, пов'язаних з навалами.

Загальна сума збитку від аварій включає витрати на ліквідацію понаслідків аварій, спеціальні операції, аварійний ремонт, технічні надлишки, збитки від втрат і порти вантажів, висновок судна з експлуатації та інше. Виходячи з цього, можна говорити про способи і шляхи підвищення безпеки мореплавання, рівень якої можна оцінювати показником (індексом), що характеризує існуючий рівень аварійності. Його можна знизити, наприклад, шляхом поліпшення конструкції або умов експлуатації суден. З цієї метою зазвичай використовується кількість аварій, інцидентів з судами, що трапилися за певний період, віднесені до загальної кількості судів в експлуатації. Тобто індекс аварійності суден на якомусь відрізку часу може служити показником досягнутого рівня безпеки в тому сенсі, що на судах або в районі плавання створені специфічні перешкоди (захисні «бар'єри») на шляху розвитку аварійних подій під впливом діючих небезпечних факторів.

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». прейскурантив. тарифів та ін. Вихідні дані рейсу т/х «GAS EXPLORER» з порту Кабинда в порт Намибе 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 «GAS EXPLORER»	Δ_w	тон	3318
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	338.48
3	Відстань між портами	L	мили	588
4	Кількість навантаженого вантажу: бутан	ΣQ_m	т	1942.4
5	Фрахтова ставка за 1т вантажу	f	\$/т	35
6	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	т/ год.	2400
7	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	т/ год.	2400
8	Швидкість в каналах. вузостях	v	кан. вуз.	10
9	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	11.0
10	Добова витрата палива на ходу: важке / легке	q_x^e	тон/доб	10.0
	На стоянці: легке	$q_{ст}^e$	тон/доб	0.6
11	Ціна 1 тони палива: важке	$C_{\text{в}}$	\$/т	480
	легке	$C_{\text{л}}$	\$/т	600
12	Балансова вартість судна	$C_{бал}$	\$	750420
13	Річна норма амортизації	Ha	%	10
14	Позаексплуатаційний час	$T_{зе}$	диб.	15
15	Чисельність екіпажу	$Ч_{ек}$	чол.	12
16	Час затримки в дорозі	$t_{зат}$	год.	2

17	Додатковий час в портах стоянки	$t_{\text{доп}}$	год.	2
18	Заробитна платня	$R_{\text{зн}}$	\$/доб	1500
19	Витрати на технічне постачання	$R_{\text{т.пос}}$	\$/доб	120
20	Навігаційні витрати	$R_{\text{нав}}$	\$/доб	100

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5
21	Портови збори	$R_{порт}$	\$	8520
22	Агентство судив	$R_{аг}$	\$/доб	100
23	Витрати на страхування судна	$R_{стр}$	\$/доб	150
24	Витрати на ремонт	$C_{рем}$	\$/мр.п.	200000
25	Вартість одного доковання	$C_{док}$	\$	3000

При розрахунку кількісних показників роботи судна в рейси використовуємо дані рейсового завдання [22. 23].

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

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

$$\Delta_q = 3318 - 338.48 = 2979.52 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

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

де T_k - календарний період, приймаємо 365 диб;

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

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

$$t_x = 588 / (11.0 \times 24) + 2/24 = 2.3 \text{ диб}$$

- стоянковий час:

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

$$t_{cm} = 1942.4 / 2400 + 1942.4 / 2400 + 2/24 = 1.7 \text{ диб.}$$

- час рейсу складе:

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

$$t_p = 2.3 + 1.7 = 4.0 \text{ диб}$$

4. Розрахуємо провизну спроможність судна:

- зроблено тонно-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 1942.4 \times 588 = 1142131 \text{ тонно-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_{\text{ч}} L = 3318 \times 588 = 1950984 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

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

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = 1942.4 \times 35 = 67984 \text{ \$/рейс}$$

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

Постийни експлуатаційни витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

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

- витрати на заробитну плату ($R_{\text{зн}}$) 1500 \$/добу;

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

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

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

$$R_{хар} = 12 \times 12 = 144 \text{ \$/добу};$$

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

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

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

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

$$R_{рем} = ((3000 + 200000) / 5) / 350 = 116 \text{ \$/добу}$$

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

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

$$R_{ам} = (750420 \times 0.1) / 350 = 214 \text{ \$/добу};$$

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

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

де $H_{сн}$ - норма постачання;

$$R_{сн} = (750420 \times 0.02) / 350 = 43 \text{ \$/добу};$$

- витрати на технічне постачання ($R_{т.пос.}$) 120 \$/добу;

- навігаційні витрати. \$/добу ($R_{нав}$) 100 \$/добу;

- портови збори ($R_{порт}$) 8520 \$/рейс;

- витрати з агентування ($R_{аг}$) 100 \$/добу;

- витрати на страхування ($R_{стр}$) 150 \$/добу.

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

$$R_{екс} = 1500 + 144 + 116 + 214 + 43 + 120 + 100 + 8520 / 4.0 + \\ + 100 + 150 = 4617 \text{ \$/ добу}$$

7. Розрахуємо непрями (адміністративно-управлінські)

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

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

$$R_{кос.} = 4617 \times 0.02 = 92 \text{ \$/добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{заг} = 4617 + 92 = 4709 \text{ \$/добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{заг.екс} = 4709 \times 4.0 = 18836 \text{ \$/рейс}$$

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

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

$$R_x^m = k_{см} \cdot q_x \cdot \Pi_m \quad (6.15)$$

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

$$R_x^m = 1.1 \times 10.0 \times 480 = 14256 \text{ \$/ добу}$$

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

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

$$R_{cm}^n = 1.1 \times 0.6 \times 600 = 396 \text{ \$ / добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

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

$$\Sigma R_{nep} = 14256 \times 2.3 + 396 \times 1.7 = 33462 \text{ \$ /рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{рейс} = 18836 + 33462 = 52298 \text{ \$ /рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

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

$$\Sigma \Pi_{рейс} = 67984 - 52298 = 15686 \text{ \$ /рейс}$$

Прибуток судна т/х «GAS EXPLORER» з порту Кабинда в порт Намибе з вантажем бутан за рейс склав 15686 \$/рейс.

Якисні показники роботи судна в рейси розраховуємо за методикою [23]:

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:

$$\alpha_z = \frac{\Sigma Q}{\Sigma D_{\text{ч}}} \cdot \quad (6.21)$$

$$\alpha_z = 1942.4 / 2979.52 = 0.652$$

3. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

$$V_{\text{ср.}} = \frac{L}{t_x} \cdot \quad (6.22)$$

$$V_{\text{ср}} = 588 / 2.3 = 256$$

4. Коефіцієнт ходового часу:

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

$$\varepsilon_x = 2.3 / 4.0 = 0.575$$

5. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

$$\mu_e = \alpha_z \cdot V_{\text{ср.}} \cdot \varepsilon_x \cdot \quad (6.24)$$

$$\mu_e = 0.652 \times 256 \times 0.575 = 95.97$$

6. Валова прибутковисть одних судно-днів:

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

$$\mu = 67984 / 4.0 = 16996 \text{ \$/доба}$$

7. Собивартисть перевезення однієї тони вантажу в рейси:

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

$$S_m = 52298 / 1942.4 = 26.92 \text{ \$/т}$$

8. Собивартисть 1 тонно-мили в рейси:

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

$$S_{m-m} = 52298 / 1142131 = 0.0457898 \text{ \$/т-м}$$

9. Собивартисть утримання судна в добу експлуатації:

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

$$S_{c-c} = 52298 / 4.0 = 13075 \text{ \$/ доб.екс}$$

10. Ривень дохидности являє видношення доходив до витрат:

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

$$PF = 67984 / 52298 = 1.30$$

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 період розраховуємо з урахуванням розрахованого експлуатаційного періоду роботи судна за формулою (6.2) за методикою [23]:

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$Ч_p = T_{екс} / t_p \quad (6.30)$$

$$Ч_p = 350 / 4.0 = 87.5$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma Q_{екс} = 1942.4 \times 87.5 = 169960 \text{ т / рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

$$\Sigma Q l_{екс} = \Sigma Q l Ч_p \quad (6.32)$$

$$\Sigma Q l_{екс} = 1142131 \times 87.5 = 99936463 \text{ т-миль / рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma F_{екс} = 67984 \times 87.5 = 5948600 \text{ \$ / рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma R_{екс} = 52298 \times 87.5 = 4576075 \text{ \$ / рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma\Pi = 15686 \times 87.5 = 1372525 \text{ \$ / рік}$$

7. Рівень дохідності роботи судна за експлуатаційний період:

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

$$PF = 5948600 / 4576075 = 1.30$$

Для оцінка ефективності виконаного рейсу і роботи судна за експлуатаційний період зведем 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	\$	67984
2	Затрати загальні	R	\$	52298
3	Прибуток	Π	\$	15686
4	Коефіцієнт ходового часу	ε_x		0.575
5	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	мили/доб	300
6	Дохідність судна	μ	\$/ доб	16996
7	Рівень дохідності	PF		1.30
8	Собівартість перевезення 1 т вантажу	S_T	\$/т	26.92
9	Собівартість 1 т-мили	S_{T-M}	\$/т-м	0.0457898

10	Собивартисть утримання судна за добу експлуатації	S_{C-C}	\$/доб.	13075
----	---	-----------	---------	-------

В результаті проведених розрахунків, наведених у табл. 6.2 слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень дохідності 1.30. прибуток 15686 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 1372525 \$. Судно «GAS EXPLORER» доцільно використовувати на даний ліній.

РОЗДИЛ 7.

ОХОРОННИ ЗАХОДИ И ЦИВИЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНИ

7.1. Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкти морського транспорту

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

Вантажне судно «Emerald Star» стоїть на бочці в районі внутрішнього рейду порту Сяминь (Китай).

Отримано повідомлення про інцидент зі скрапленням газом: в районі гидротехнічної естакади, що з'єднує морські причали з береговим терміналом перевантажувального комплексу аміаку, внаслідок терористичного акту (вибуху) зруйнований технологічний трубопровід. З пошкодженого трубопроводу витік зріджених аміак, який є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). Кількість розлитої СДОР – 110 т. характер розливу «вільно».

Метеорологічні умови на момент аварії: час доби – день. 9.00. температура повітря 20⁰. швидкість вітру 5 м/с. вітер зустрічний. суцільна хмарність. Видстань від судна до місця аварії – 2 км. Місцевість відкрита. характер – водна поверхня. На території порту оголошена терористична загроза.

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

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

7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території

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

1) Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря

За заданими метеорологічними умовами (час доби – день, швидкість вітру 5 м/с, суцільна хмарність) визначаємо по табл. 7.1 ступень вертикальної стійкості повітря – ізотермия.

Таблиця 7.1

Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

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

2) Розраховуємо еквівалентну кількість Q_{31} (т) аміаку в первинний хмарі:

$$Q_{31} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0 = 0.01 \cdot 0.04 \cdot 0.23 \cdot 1 \cdot 110 = 0.01 \text{ т.}$$

де: $K_1 = 0.01$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (табл. 7.2);

$K_3 = 0.04$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози аміаку (табл. 7.2);

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

Таблиця 7.2

Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найменування СДОР	Щільність аміаку. т/ м ³		Температура кипіння. °С	Порогова токсодоза. мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів							
	Газ	Ридина			K ₁	K ₂	K ₃	K ₇ для температури повітря (°С)				
								–40	–20	0	20	40
Амиак	–	0.681	–33.4	15	0.01	0.025	0.04	<u>0</u> 0.9	<u>1</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1</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).

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

$Q_0 = 110$ – кількість аміаку, що розлився при аварії, т.

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

Площа розливу S_p (м²) аміаку дорівнює:

$$S_p = V_p/h = Q_0 / \rho/h = 110 / 0.681 / 0.05 = 3231 \text{ м}^2.$$

де: V_p – об'єм аміаку, що розлився, м³;

$Q_0 = 110$ – кількість аміаку, що розлився при аварії, т.

$\rho = 0.681$ – щільність амиаку. т/м³ (табл. 7.2);

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

Тривалість вражаючої дії T (год.) амиаку визначається часом, що потрібний на його випаровування з площі розливу, и часом, протягом якого триває спад його концентрації до безпечного рівня після видходу хмари зараженого повітря від заданої точки:

$$T = h \cdot \rho / (K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{\text{III}}) + 1 / (K_m \cdot v_{\pi}) =$$
$$0.05 \cdot 0.681 / (0.025 \cdot 2.34 \cdot 1) + 1 / (1 \cdot 29) = 0.61 \text{ год.} = 37 \text{ хв.}$$

де: $K_2 = 0.025$ – коефіцієнт, що залежить від фізико–хімічних властивостей амиаку;

$K_4 = 2.34$ – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (табл. 7.3);

Таблиця 7.3

Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

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

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

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

$v_{\pi} = 29$ – швидкість перенесення переднього фронту зараженого повітря. км/год. (табл. 7.5).

Таблиця 7.4

Значення коефіцієнту K_m залежно від впливу характеру місцевості

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

Таблиця 7.5

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

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

Еквівалентна кількість аміаку Q_{32} (т) у вторинний хмари:

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

$$= 0.99 \cdot 0.025 \cdot 0.04 \cdot 2.34 \cdot 0.23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 110 / (0.05 \cdot 0.681) = 1.72 \text{ т.}$$

де: $K_1 = 0.01$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР; $K_3 = 0.04$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози аміаку; $K_5 = 0.23$ – коефіцієнт, який враховує ступень вертикальної стійкості повітря для ізотермії; $K_6 = N^{0.8} = 1^{0.8} = 1$ – 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.

Для $Q_{\text{с1}} = 0.01$ т та швидкості витру $u = 5$ м/с визначаємо глибину зони зараження первинною хмарою аміаку: $\Gamma_1 = 0.17$ км;

Для $Q_{\text{с2}} = 1.72$ т та швидкості витру $u = 5$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою аміаку: $\Gamma_2 = 2.1$ км.

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 мен- ше	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

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0.5 \cdot \Gamma'' = 2.1 + 0.5 \cdot 0.17 = 2.19 \text{ км.}$$

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

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

$$\Gamma_{\Pi} = N \cdot v_{\Pi} = 1 \cdot 29 = 29 \text{ км.}$$

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

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{matrix} \right\} = 2.19 \text{ км.}$$

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

$$S_b = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^0 = 3.14 \cdot 2.19^2 \cdot 45^0 / 360^0 = 1.9 \text{ км}^2.$$

де: $\Gamma = 2.26$ – розрахункова глибина зони зараження. км;

$\varphi = 45^0$ – кутовий розмір зони зараження. град (табл. 7.7).

Таблиця 7.7

Кутові розміри зони можливого зараження СДОР залежно від швидкості вітру

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

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

$$S_{\Phi} = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0.2} = 0.133 \cdot 2.19^2 \cdot 1^{0.2} = 0.64 \text{ км}^2.$$

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 $\varphi = 45^0$ (табл. 7.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковий глибини зони зараження $\Gamma = 2.19$ км. Вершина сектору співпа-

дає з джерелом зараження – місцем розливу аміаку. Бисектриса сектора спивпадає з виссю слиду хмари та орієнтована по напрямку вітру.

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

Глибина зони смертельних уражень Γ_1 (км):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_1} \right)^\Psi = 1.34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1.73}{6} \right)^{0.542} = 0.68 \text{ км.}$$

де: $\lambda = 1.34$; $\Psi = 0.542$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (табл. 7.8);

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

$Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0.01 + 1.76 = 1.73$ – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару, т;

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

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

$$\Gamma_{0.41} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0.41}} \right)^\Psi = 1.34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1.73}{2.4} \right)^{0.542} = 1.12 \text{ км.}$$

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.

Глибина зони уражень середньої важкості $\Gamma_{0.2}$ і (км):

$$\Gamma_{0.2i} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0.2i}} \right)^\Psi = 1.34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1.73}{1.2} \right)^{0.542} = 1.63 \text{ км.}$$

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

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковий глибини зони зараження $\Gamma = 2.19$ км.

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

Час підходу хмари СДОР до судна t (год.) залежить від швидкості перенесення хмари повітряним потоком і визначається за формулою:

$$t = x / (K_M \cdot v_{\Pi}) = 2 / (1 \cdot 29) \approx 4 \text{ хв.}$$

де: $x = 2$ – 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 показала, що в результаті утворення хмари зараженого повітря при розливі аміаку судно «Emerald Star» потрапляє в зону легких уражень, що є загрозою для життя членів екіпажу судна. Хмара зараженого повітря досягне судна через 4 хв.

Для зменшення людських втрат пропонуються наступні заходи:

- оголосити хімічну тривогу, зв'язатися з аварійними службами порту;
- якнайшвидше прибрати усіх людей з палуби судна всередину надбудов

ви. виключити вентиляцію. по можливості максимально герметизувати усі приміщення в надбудови судна. в яких укритися екіпаж;

– використати наявні на судні дихальні апарати. при цьому забезпечити контроль часу знаходження людей в апаратах (захисна дія дихальних апаратів обмежена часом у 30 хв.);

– пояснити членам екіпажу. що виходити на відкрите повітря можна. коли спливе час дії вражаючих концентрацій хмари зараженого повітря.

7.1.4 Стандартні робочі процедури при отриманні повідомлення про виявлення на території портової споруди. що взаємодіє із судном. вибухового пристрою

При отриманні повідомлення про виявлення на території портової споруди. що взаємодіє із судном. вибухового пристрою екіпаж судна виконує процедури згідно з табл. 7.9.

Наведений перелік і порядок дій. а також розподіл відповідальності за їх виконання жодним чином не обмежує капітана в прийнятті інших рішень. якщо він вважатиме їх більш ефективними в конкретних умовах.

Таблиця 7.9

Заходи. які повинні бути виконані при отриманні повідомлення про виявлення на території портової споруди. що взаємодіє із судном. вибухового пристрою

№ п/п	Дії. які повинні бути виконані	Відповідальний член екіпажу
1	2	3
1	Записати докладно попередження про загрозу вибуху (якщо воно було) або повідомлення про виявлений вибуховий пристрій чи підозрілий предмет на території портової споруди. Поки триває стан надзвичайної ситуації. у судовому журналі відобра-	Вахтовий помічник

	жати всі заходи, які були прийняті для забезпечення безпеки	
2	Негайно доповісти капітану і офіцеру з охорони судна	Вахтовий помічник
3	Оголосити загальносуднову тривогу, провести герметизацію корпусу судна, засоби боротьби з водою і пожежею привести у негайну готовність	Капітан

Продовження табл. 7.9

1	2	3
4	Оповістити екіпаж судна про місце виявлення вибухового пристрою	Вахтовий помічник
5	За погодженням з портом прийняти рішення про видвід судна від причалу або залишення його на місці та евакуацію екіпажу	Капітан
6	Підтримувати постійний контакт з посадовою особою портового засобу, відповідальною за охорону, і посадовою особою компанії, відповідальною за охорону. Всі подальші дії здійснювати у контакти з цими особами.	Офіцер з охорони судна
7	Аварійну партію привести в готовність №1	Старший Помічник
8	Перекрити для доступу водонепроникні двері	Вахтовий помічник
9	Із закінченням проведення заходів з ліквідації загрози вибуху взяти участь у складанні та підписанні акта	Капітан, офіцер з охорони судна
10	Привести судно в початковий стан	Капітан

11	Про результати вжитих заходів доповісти посадовий особи портового засобу. відповідальний за охорону. та посадовий особи компанії. відповідальний за охорону	Офіцер з охорони судна
----	---	------------------------