

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

Голодняка Олександра

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема: «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна

«Napoles» за маршрутом Дерінжи (Derince) – Пірей (Piræus)»

Підпис магістранта



Завідуючий кафедрою

Керівник

Рецензент

Нормоконтроль

м. Одеса
2025 рік

РОЗДИЛ 1
ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

В табл. 1.1 приведені основні відомості про судно.

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

1	Назва судна	«Napoles»;
2	Тип судна	автомобилевоз;
3	Позивний сигнал судна	5BGU4;
4	ІМО №	9243423;
5	MMSI №	209106000;
6	Рик и місце будівництва	2002. Испания;
7	Клас реєстру	DNV. +1A1. General Cargo Carrier RO/RO. MCDK. ICE – 1C. E0;
8	Порт приписки	Limassol;
9	Судновласник:	Kanalion Marine Co. Ltd.;
10	Довжина найбільша. (L):	158.50 м;
11	Довжина між перпендикулярами. (L _{⊥⊥}):	145.00 м;
12	Ширина найбільша. (B):	24.40 м;
13	Висота борту до верхньої палуби. (H):	14.085 м;

Продовження табл. 1.1

1	2	3
14	Осадка (Т) в повному вантажу:	6.40 м;
15	Водотоннажність: в повному вантажу Δ : порожнем Δ_0 :	13605.0 т; 8259.3 т;
16	Повна вантажопідйомність Δ_w :	5345.7 т;
17	Головний двигун: тип: потужність: частота обертання:	MAN B&W 7SL46 MC-C; M.C.R. 13000 kw; 104 RPM;
18	Режим роботи головного двигуна:	28 – найменший; 37 – малий; 50 – середній; 57 – повний; 104 – найповніший;
19	Швидкість судна:	20.0 вузл.;
20	Гребний гвинт: кількість лопастей: діаметр: напрямок обертання:	2 штуки; 5; 6690 мм; правого кроку;
21	Тип руля та площа його пера:	Streamline. semi-balanced hanging. 19.0 м ² ;
22	Тип рульової машини:	Электروهидравлическая 2 ram – 4 cylinders;

Продовження табл. 1.1

1	2	3
23	Суднова радіостанція: Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району А3 та включає в себе:	УКХ радіостанція з ЦІВ Deveg 3817 VHF DSC; ПВ телефонна радіостанція з ЦІВ; ПВ / КВ телефонна радіостанція з ЦІВ и УБПЧ; Deveg 3105 MF / HF DSC controller; Приймач НАВТЕКС Deveg 2902; ИБМ Deveg 6348; Инмарсат – 3 Deveg 3220 В Inmarsat – 3 transp.; Аварийний радіобуй Deveg 3545; CAPT Deveg 5900 EMERGENCY RADAR TRANSPORTER; Переносна УКВ радіостанція Deveg 6701;
24	Валова регистрова мисткість (GRT):	23975;
25	Чиста регистрова мисткість (NRT):	6467;
26	Добова витрата палива: на ходу: важке паливо на стоянці: дизельне паливо	36.8 т/добу; 1.5 т/добу;
27	Координати центру мас судна порожнем:	X = -9.40 м; Z = 18.27 м.

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна

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

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

1.3 Маневрені характеристики

Дани про маневрені характеристики. дани по якорному ланцюгу. по роботі рульового пристрою. збільшенні осадки. дани про діаметр повороту і так далі представлені на рис. 1.3.

1.4 Навігаційне обладнання

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

Таблиця 1.2 – Технічні засоби навігації

Прилад. система	Тип	Марка
1	2	3
Магнітний компас	M55	Sperry marine
Гирокомпас	NAVIGAT MK22	Sperry marine
Радиолокатор	ARPA – 3A14S	ATLAS – 1009
	ARPA – 2A5X	ATLAS – 1009

Продовження табл. 1.2

1	2	3
Ехолот	DEBEG 4630	FURUNO
GPS	GP 80	FURUNO
Авторульовий	NAVIPLOT 4000	FURUNO
АИС	DEBEG 3400	FURUNO

Таблиця 1.3 – Точностні характеристики ТЗН на судні

Тип и марка приладу	Умови	Вимірювани на- вігаційні пара- метри	СКП одного вимірювання
1	2	3	4
NAVIGAT MK22 Sperry marine	судно. яке рухається	курс/пеленг	0.078
ATLAS – 1009 / ARPA – 2A5X	електронний визир	пеленг	0.23
	шкали до 3 миль	дистанція	0.14
	шкали більше 3 миль	дистанція	0.20
ATLAS – 1009 / ARPA – 3A14S	електронний визир	пеленг	0.093
	шкали до 4 миль	дистанція	0.21
	шкали більше 4 миль	дистанція	0.29

Продовження табл. 1.3

1	2	3	4
DEBEG 4630 FURUNO	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 папки. 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. 1.4-1.5.

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		
The World Index of Charts at 1 : 3500000 or comparable scale		
4302	Mediterranean Sea – Eastern Part	Nov. 2022
180	Aegean Sea	Dec. 2020
Routening Charts and Plans		
497	Izmit Korfezi Yarimca to Izmit Tuzla to Izmit	May 2022
1005	Marmara Adasi to Istanbul Bogazi (The Bosphorus)	Nov. 2022
1004	Canakkale Bogazi (The Dardanelles) to Marmara Adasi	–
2429	Canakkale Bogazi (The Dardanelles)	May 2021
1608	Approaches to Canakkale Bogazi (The Dardanelles)	May 2022
1087	Steno Kafiato EdremJt Korfezi	Nov. 2019
1657	Saronikos Kolpos	–
1513	Kolpos Elevsinas	Jan. 2019
1596	Piraeus	Jan. 2020
Допоміжні карти		
5006	The World Time Zone Chart	
5085	The World – Azimuthal Equidistant Projection	

5308	The World Sailing Ship Routes
5309	World General Surface Current Distribution
D6083	The World Load Line Regulations

Таблиця 2.2 – Перелік публікацій на перехід

Но- мер	Назва посібника
1	2
SAILING DIRECTIONS	
24	Black Sea and Sea of Azov Pilot
48	Mediterranean Pilot Vol 4
ADMIRALTY LIST OF LIGHTS AND FOG SIGNALS	
78	Volume E Mediterrenian. Black and Red Seas
ADMIRALTY LIST OF RADIO SIGNALS	
281	Volume 1 – Part 1. Maritime Radio Stations : Europe. Africa and Asia
282	Volume 2 – Radio Navigational Aids. Electronic Position Fixing Systems and Radio Time Signals
283	Volume 3 – Part 1. Maritime Safety Information Services : Europe. Africa and Asia
284	Volume 4 – List of Meteorological Observation Stations
285	Volume 5 – GMDSS
286	Volume 6 – Part 3. Pilot Services. Vessel Traffic Services and Port Operations (Mediterranean and Africa – including Persian Gulf)
288	Satellite Navigation Systems
ADMIRALTY TIDE TABLES	
202	Volume 2 – Atlantic and Indian Ocean
ADMIRALTY DISTANCE TABLES	
350	Part 1 – Atlantic Ocean. Europe. Mediterranean Sea. Caribbean Sea and Gulf of Mexico
SOFTWARE	
Guide to Port Entry 2020	
Fairplay 2020	

1
Tide Wizard 1.5
Transas Navi – Sailor 2500

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 керівництві ІМО International SafetyNET Manual.

Інформація по безпеці на морі (ИБМ, Maritime Safety Information – MSI) включає навігаційні і метеорологічні попередження, метеорологічні прогнози і інші термінові повідомлення, що відносяться до безпеки. Ця 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 Organization).

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

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

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

Розрізняють три типи навігаційних попереджень:

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

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

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

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

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

До складу інформації, що передається по каналах SafetyNET, входять:
навігаційні попередження;

метеорологічні попередження і метеопрогнози;

повідомлення про лихо в напрямі «берег – судно». інформація SAR;

повідомлення про напад піратів;

дани про коригування карт і інша термінова інформація.

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

- GMDSS Master Plan. Annex 8;

- ALRS vol 5 (GMDSS. 10-6).

Складовою ГМССБ є. також. служба NAVTEX.

Таблиця 2.3 – Радиостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

№	Радиостан- ція	Позначення і межа карти	Зміст передачі	Час передачі
1	Athinai (Greece)	A. 1: 15 000 000 49°N 23°W 45°N 42°E 23°N 7°W 21°N 35°E B. 1: 15 000 000 54°N 3°W 40°N 44°E 33°N 3°W 25°N 31°E C. 1: 15 000 000 42°N 23°W 38°N 32°E 36°N 20°W 32°N 28°E	A. Asurface Analysis 24 hour Surface Prognosis 48 hour Surface Prognosis B. 30. 36. 42. 48 hour Wave Height Prognosis (Mediterranean Sea) C. 30. 36. 42. 48 hour Wave Height Prognosis (Aegean Sea)	0845(06) 0857(06) 0909(06) 0921(12) 1009(12)

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

вид 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.

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

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

Таблиця 2.4 – Райони NAVAREA. станції NAVTEX на переході

№	Дилянка переходу	Район NAVAREA	Станції NAVTEX	Координатор NAVAREA
1	Aegean Sea	III	Izmir [I] Iraklion [H]	Spain
2	Derince Pilots and Port VTS	VHF	16. 18 – 22. 79. 80. 88	RP. Call sign. name of ship. IMO number. Next port of Call. ETA/ETB
3	Canakkale Bogazi (Dardanelles) Pilots Service Vessel Traffic Service	VHF	11; 12; 13 11; 12; 13	RP. Call sign. name of ship. IMO number. Last/Next Port of Call. Cargo; Draught

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

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

Таблиця 2.5 – Зв'язок на переході

№	Станція	Спосіб зв'язку	Канали. частоти	Примітка
1	2	3	4	5
1	Singapore VTIS east (STRAIREP) sector 8 VTIS central (STRAIREP) sector 9	VHF	14 10	H24. Mandatory report H24. Mandatory report
2	Kobe Osaka Pilots Port	VHF	16; 68 12; 09	Berthing. unberthing. Proceeding

2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

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

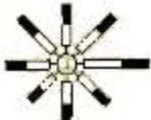
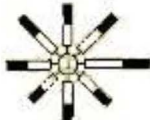
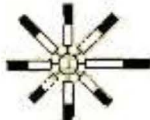
- загальна характеристика
- атмосферний тиск і витри
- тропічні циклони

- хмарність и опади
- тумани и видимість
- температура и вологисть.

Таблиця 2.6 – Атмосферний тиск и розшифровка «роз витрив»

Характерис- тики за ділянками	Деринжи			Чанаккале			Пирей		
1	2			3			4		
Атмосфер- ний тиск. гПа	1014			1014			1010		
Витер	Роза витрив № 1			Роза витрив № 2			Роза витрив № 3		
Направлення витру	Повторюваність витру. %			Повторюваність витру. %			Повторюваність витру. %		
	су- мар- на	11-15 м/с	>16 м/с	су- мар- на	11-15 м/с	>16 м/с	су- мар- на	11-15 м/с	>16 м/с
N	20	—	—	5	—	—	53	—	—
NE	60	—	—	40	—	—	6	—	—
E	3	—	—	7	—	—	2	—	—
SE	1	—	—	1	—	—	2	—	—
S	1	—	—	3	—	—	3	—	—
SW	1	—	—	23	—	—	7	—	—
W	1	—	—	0	—	—	23	—	—
NW	1	—	—	1	—	—	4	—	—

Продовження табл. 2.6

1	2		3		4	
Результуючий вітер	направлення. у румбах	NW	направлення. у румбах	N	направлення. у румбах	N
	швидкість. м/с	< 3	швидкість. м/с	3-5	швидкість. м/с	3-5
Максимальна швидкість вітру. м/с	спостережена	10	спостережена	34	спостережена	34
	розрахункова	—	розрахункова	—	розрахункова	—
Повторюваність штилів. %	1		1		1	
Схема «рози вітрів»						

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

Характеристики за ділянками	Деринжи	Чанаккале	Пирей
1	2	3	4
Температура повітря. °C	26	26	26
Температура води. °C	25	25	25
Відносна вологість. %	80	80	80
Повторюваність туманів. %	—	1	1
Видимість менше 2 миль. %	< 10	< 10	< 10
Хмарність. бали	2	5	5
Солоність води. ‰	38.5	38.5	38.5
Щільність води. кг/м ³	1.0250	1.0250	1.0250

Продовження табл. 2.7

1		2	3	4
Постійні течії	назва	—	—	—
	термодинамічна характеристика	—	—	—
	направлення	S	S	S
	швидкість. вузл.	0.5-1.0	0.5-1.0	0.5-1.0
	стійкість	25-50	25-50	25-50
Швидкість припливних тецій. вузл.		—	—	—
Висота	середня	< 5.0	< 5.0	< 5.0
хвиль. м	максимальна	3	5.0-10.0	5.0-10.0
Період хвиль. с		10	10	10

2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні

Порт Деринжи розташований на північному узбережжі затоки Измит. Він є основним портом затоки. Порт обробляє як імпорتنі так і експортні вантажі. На експорт йдуть магнезит, сталь, руда і генеральні вантажі. Також порт є допоміжним терміналом порту Хайдарпаша. Імпортуються такі вантажі як папір, алюміній, гума і метал.

Щорічно порт обробляє до 160000 тонн насипних вантажів, 770000 тонн генеральних вантажів, 25000 тонн контейнерних і 24000 тонн рідких вантажів. судозаход складає 560 одиниць щорічно.

У порту діє литня вантажна марка.

Орієнтовний час прибуття в порт повинен докладатися за 24 і 6 годин до підходу до лоцманської станції.

Зв'язок з портом підтримується по УКХ на каналах 16, 18, 19, 20, 21, 22.

79. 80. 88.

Лоцманська проводка в порт обов'язкова. Зв'язок з лоцманом потрібно тримати за 20 миль до підходу до точки висадки/посадки лоцмана. Портовий лоцман приймається в точці з координатами 40°44.7'N 029°21.2'E.

Якирна стоянка заборонена в окрузі порту. Про якирну стоянку і місце необхідно просити портову владу. Припливна хвиля в порту незначна і не перевищує 0.3 метрів. Щільність води 1.025.

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

Довжина причальної лінії складає 1800 метрів. Усі причали обладнані під певні види вантажів.

Причали порту обладнані спеціальними стричковими і пневматичними конвеєрами, також є стаціонарні крани 9 x 5-35 т. пересувні крани 2x40 т. Причали порту обслуговує велика кількість допоміжної техніки: навантажувачі, платформи, трактори, бульдозери.

Також в порту є спеціально обладнані причали для прийому РО-РО судів.

На території порту розташовані відкриті площі для зберігання вантажів 122.990 м² і криті склади 12500 м². У порту можна зробити дрібний ремонт, поповнити запаси провизії, постачання, води, бункерування робиться поза територією порту з барж.

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

Crew List – 7 шт.

Passenger List – 7 шт.

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

Provisions List – 3 шт.

Crew Personal Effects List – 2 шт.

Customs Declaration – 1 шт.

Cargo List – 2 шт.

Maritime Declaration of Health – 1 шт.

Bill of Lading – 4 шт.

Stowage Plan – 7 шт.

Last Port Clearance – 1 шт.

Bonded Stores List – 2 шт.

Narcotics List – 1 шт.

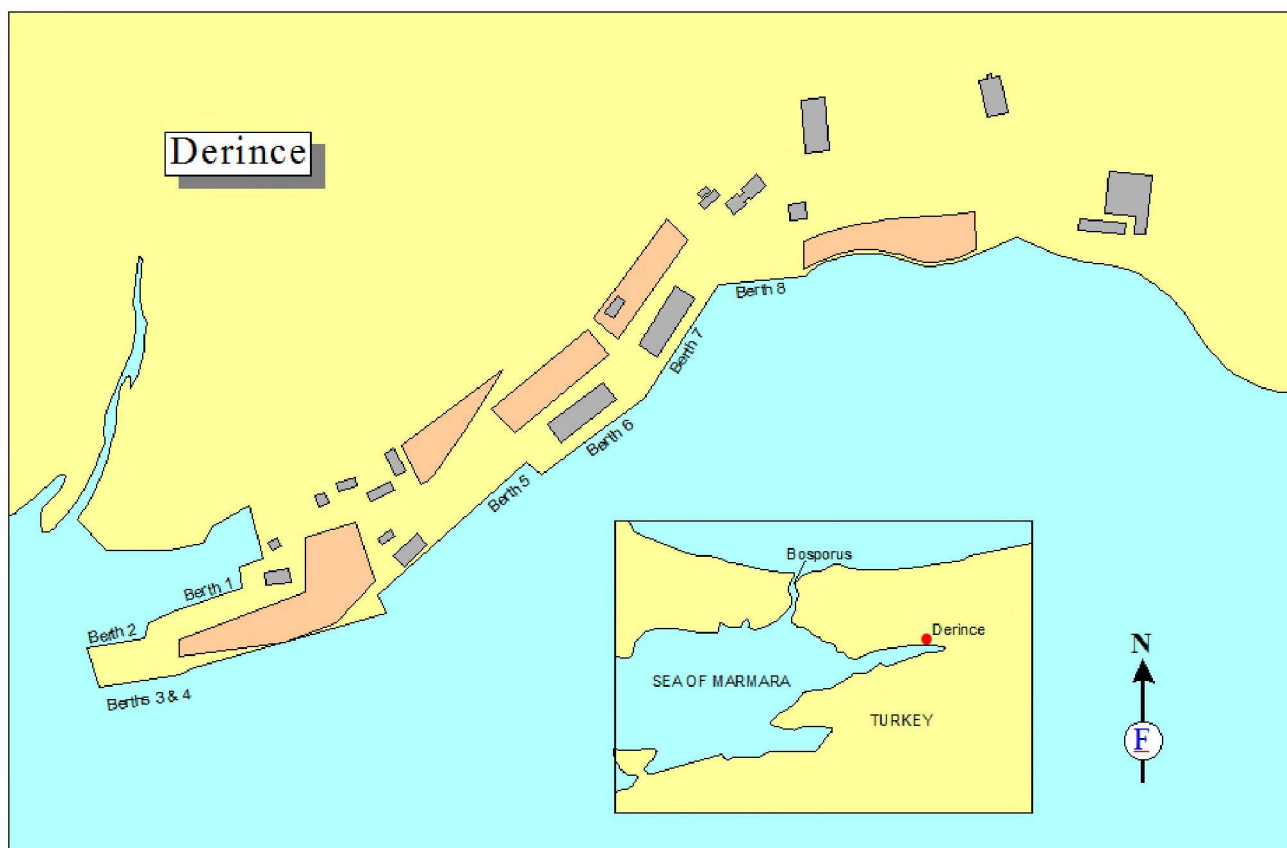


Рисунок 2.1 – План порту Деринжи

Порт Пирей видокремлений вид бухти Фалирон півостровом Пирей. на якому розташовано місто Пирей. Безпосередньо до NE від міста Пирей розкинулася столиця Греції – місто Афіни. Пирей – найбільший порт Греції – доступний для судів завдовжки до 250 м і з осіданням до 13 м. Він складається з декількох гаваней. У порту періодично проводяться днопоглиблювальні роботи.

Примітні пункти. При підході до порту Пирей орієнтирами є: церква

Айос–Василиос. що височіє в 9.5 кбт до ESE вид основи молу Темистоклис. який виступає в 0.5 кбт до NNW вид бухти Капелопулу; сигнальна станція з щоглою. що стоїть на елеватори в 7 кбт до NE вид основи молу Темистоклис; до E вид основи того ж молу добре видно будівли вийськово–морської школи з сигнальною станцією. До NE вид міста Пирей примітні акрополь і будівли міста Афіни. а на захід вид входу в порт хорошим орієнтиром служити острів Пситаля.

Метеорологічні відомості. Взимку в районі порту Пирей переважають сильні шквалисти витри вид NW. N і NE. зазвичай супроджуються снігопадом. При підвищенні тиску і змینی напряду витру з SW на NW слід чекати шторму вид N. Північні витри часто видзначаються і влітку. особливо в червні і липні. коли вони дмуть впродовж двох-трьох днів майже кожного тижня. Проте переважаючими влітку являються південно-західні витри.

Лоцманська служба. Лоцманська проводка для судів водотоннажністю 150 т і більше. за винятком кораблів і судів грецького ВМФ. а також грецьких каботажних і витрильних судів. обов'язкова. Судна повинні чекати прибуття лоцмана приблизно в 1 миль вид входу в порт. Про передбачуваний час прибуття до місця приймання лоцмана необхідно повідомити за 48 годин з подальшим його уточненням за 24 години до підходу. Судна валовою мисткістю більше 1000 рег. т зобов'язані входити в порт за допомогою буксира. Лоцманська станція знаходиться в 1.7 кбт до ESE вид основи короткого зигнутого молу гавані Ниодохи.

Портові засоби і устаткування. У порту є плавучі крани. два з яких вантажопідйомністю 100 т. три вантажопідйомністю 60 т і один вантажопідйомністю 40 т. Є також один кран вантажопідйомністю 40 т і мостовий кран. Порт має в розпорядженні велике число буксирів і лихтерів. Є елеватори із зерноперегрівувачами і з чотирма парами зернонасосів.

Ремонт корпусу і механізмів можна зробити на верфі в гавані Пролимин. Тут знаходиться елінг для судів водотоннажністю не більше 3500 т.

Постачання. Рідке паливо приймається в гавані Форон або з лихтерів.

Присна вода доставляється на судно Водолиями. Можна придбати продовольство.

Санитарно-карантинна служба. Карантинна станція знаходиться на острові Айос–Еорьос. розташованому в 4 милях до NW від входу в порт.

Ввезення і вивезення. У порт Пирей ввозять вугиля, зерно, лис, машини, метали, медикаменти, хімікалії, а також деякі види провизії. Вивозять з порту мрамур, губку, руду, маслинову олию, тютюн, вина і маслини.

Повідомлення і зв'язок. Порт Пирей має регулярне морське сполучення з усіма найбільшими портами світу. Повітряними лініями місто Пирей пов'язане із столицями багатьох держав Європи і з містом Салоники.

Глибини в гавані 10-25 м. Найбільша швидкість судив в гавані 5 вуз.

Береги в гавані укріплені набережними. До південно-східної і північно-східної набережних військові кораблі зазвичай швартуються кормою.

У 2 кбт до E від краю молу Темистокліс обладнана невелика, захищена коротким зигнутим молотом гавань Ніодохи, на південній і східній сторонах якої є набережні. Район, заборонений для плавання. На ділянці від основи молу Темистокліс до точки, що знаходиться в 2.5 кбт до SE від цього молу.

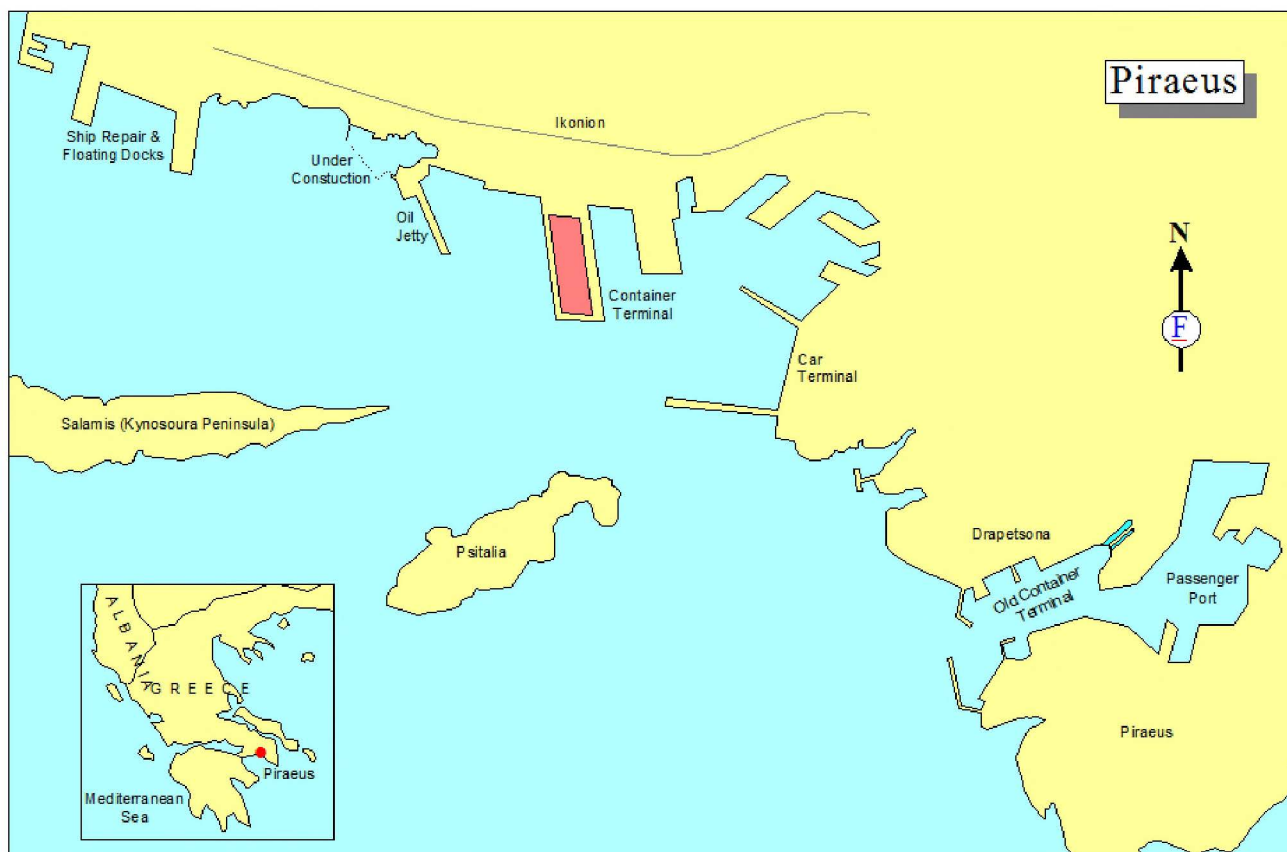


Рисунок 2.2 – План порту Пирей

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

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

Таблиця 2.8 – Засоби навігаційного обладнання

№	Назва	Координати	Дальність	Харак-	Траверз
---	-------	------------	-----------	--------	---------

		φ λ	види- мости. мили	тери- стики	Истин- ный пеленг	Найко- ротша видстань
1	2	3	4	5	6	7
1	Елкенкая	40°45.3'; 29°21.5'	13	Пр(3)9 с	001	1.3
2	Гелиболу	40°24.6'; 26°40.9'	17	Пр(5)1 0с	325	0.6
3	Каракова	40°19.2'; 26°41.0'	12	Пр(2)1 4с	321	0.54
4	Награ Ко- леси	40°11.8'; 26°24.0'	13	Пр(3)1 0с	152	0.5
5	Килитба- хир	40°08.7'; 26°22.9'	9	Пр3с	262	0.27

Продовження табл. 2.8

1	2	3	4	5	6	7
6	Судулба-хир	40°02.5'; 26°11.6'	10	Пр(2)5 с	352	0.65
7	Акра Фасу	37°57.4'; 24°41.2'	17	Пр15с	117	4.4
8	Nisis Fleves	37°45.9'; 023°45.5'	8	FL(3) 10s	059	2.2
9	Nisis Psittalia	37°56.6'; 023°35.7'	25	FL(2) 15s	295	0.8

2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1 Розрахунок ортодромії

Рейс є фактичним. Рейс є фактичним. У моєму переході немає плавання по ДБК. тому наведу приклад розрахунку плавання по ДБК: вид точки $\varphi_H = 00^\circ 00' N$. $\lambda_H = 47^\circ 22' W$ до точки $\varphi_K = 49^\circ 17' N$. $\lambda_K = 6^\circ 00' W$.

При розробці плану переходу доцільно розрахувати плавання по ДБК: вид точки

Розраховую локсодромічний курс:

$$tgk_{\text{л}} = \frac{PД}{PMЧ} \quad (2.1)$$

Обчислюють довжину локсодромії:

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

Таблиця 2.9

Розрахунок локсодромії

φ_K	49°17' N	λ_K	06°00' W	РМЧ	3398
φ_H	00°00' N	λ_H	47°22' W	К	43°
РШ	2957	РД	3202	S	4049

Визначити довжину ортодромії:

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

$$D = 4017 \text{ миль}$$

Доцільність плавання по ортодромії рівна:

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

Плавання по ортодромії вигідно.

Виконаємо розрахунок плавання по ортодромії:

Знаходимо λ_0 :

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

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

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

Таблиця 2.10 – Курси и видстани при плаванні по ортодромії

N	Широта	Довгота	Курс	Видстань
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 приведено на рис. 2.3.

2.3.3 Графічний план переходу

Результати навігаційного планування переходу оформляють у вигляді графічного плану переходу, який представлено на рис. 2.4. На графічному плані наноситься наступна інформація: курс судна (ортодромія чи локсодромія), назви портів відходу/заходу, основні течії, рози витрів.

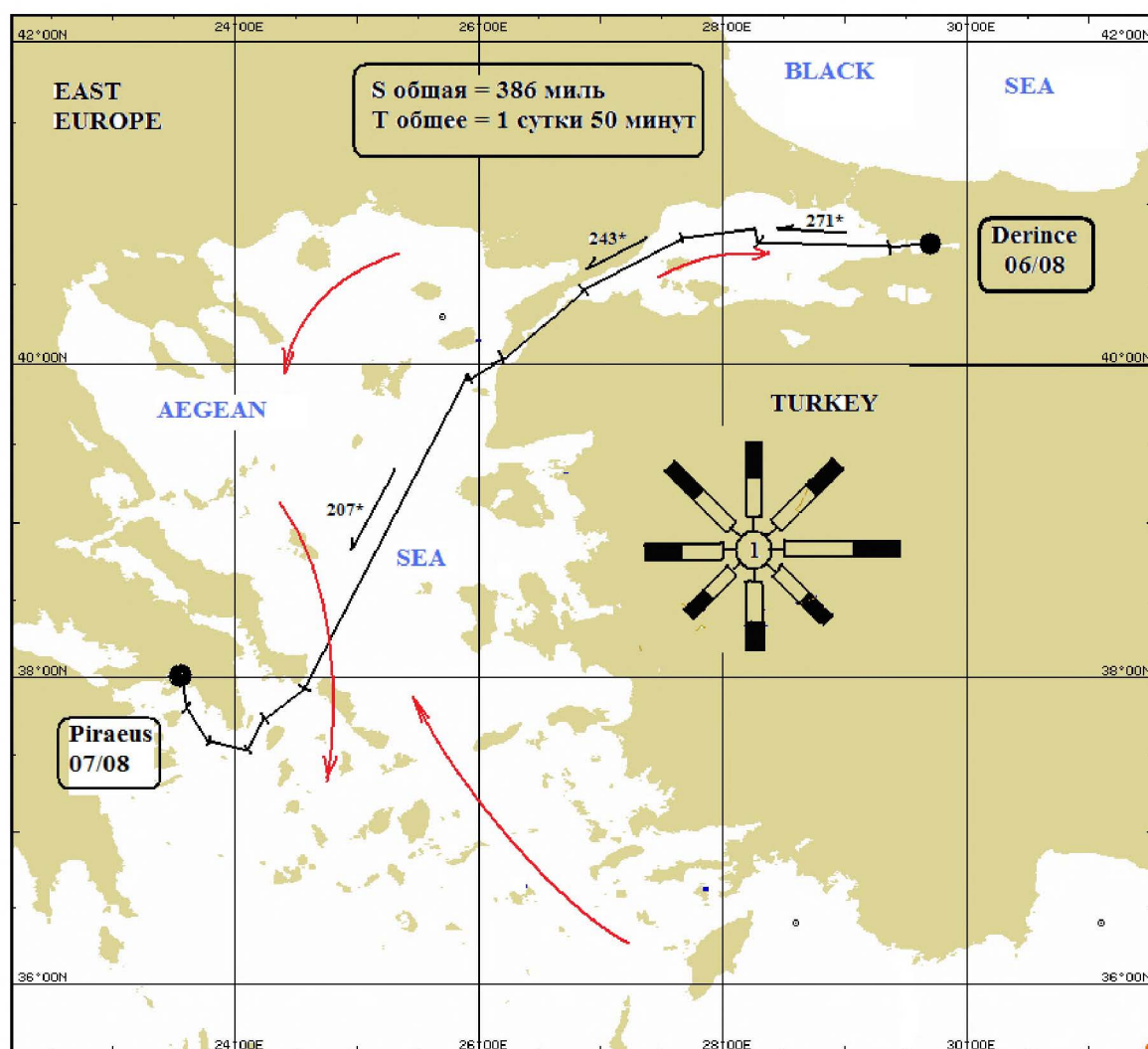


Рисунок 2.4 – Графічний план переходу

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 освітлености

Дата	Початок навигац. сутин- кив	Сонце				Кінець навигац. сутинок	Місяць		
		Схід		Захід			Схід. Т _с	Вик. дни	Захід. Т _с
		Т _с	А	Т _с	А				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
06.08	03.54	05.02	067	19.21	293	20.29	01.59	26	17.52
07.08	04.21	05.27	067	19.29	293	20.32	03.25	27	18.53

2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

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

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

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

У будь-якому пункті Землі рівень моря постійно змінюється. Регуляр-

ни коливання рівня викликаються: 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.

Таблиці припливів містять зведення про час настання і висоти повних і малих вод. Для порту Деринжи і Пирей припливи розраховувати не будемо, оскільки коливання води в портах незначні.

РОЗДІЛ 3

ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖИВ

3.1 Транспортні характеристики вантажів

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

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

У цьому рейсі перевозили колісну техніку.

Автомобілі, приведені в рух двигуном внутрішнього згорання, якщо перевозяться як вантаж, коли двигун або бак мистить рідке займисте паливо класу 3, або коли підключений дрит батареї акумулятора. Перед вантаженням на борт кожен транспортний засіб або вириб має бути оглянутий на предмет наявності течі. Будь-який засіб або обладнання з течєю не повинні прийматися до перевезення. Паливний бак засобу або обладнання не має бути заповнене більше, ніж на одну чверть. Клеми акумуляторів мають бути надійно ізольовані. НЕБЕЗПЕЧНИЙ ВАНТАЖ. Клас 9. Інші небезпечні речовини або вироби.

Таблиця 3.1 – Транспортні характеристики колісної техніки

Марка	Маса, т	Габаритні розміри, м		
		Довжина	Ширина	Висота
1	2	3	4	5
Toyota Corolla	1270	4620	1775	1465
Toyota Corolla Verso	1485	4360	1770	1620
Honda Civic	1049	3565	1660	1500

Hyundai i20	1141	3940	1710	1490
-------------	------	------	------	------

Таблиця 3.2 – Об'ємно-масові характеристики вантажив

Найменування вантажу	Вид тари	Валові норми вантажних робіт шт/годину.	
		навантаження	вивантаження
автомобіли	без упаковки	100	120

Перевезення таких вантажив. регламентується міжнародними документами:

- International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 74/78). Chapters VI. VII [6];
- International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78) [8];
- International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code) [9];
- Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing (CSS Code) [10];
- Thomas Stowage: The Properties and Stowage of Cargoes [11].

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

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

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

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

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

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

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

Після закінчення підготовки судна до вантажних робіт капітан подає на ім'я начальника порту або на адресу вантажовидправника Сповідання капітана. яким він формально фіксує фактичну готовність судна до вантаження. У Сповіданні капітана повідомляють про дату. часу готовності судна до прийому (здачі) вантажу через відповідні люки трюмів. вантажопідйомності судових вантажних засобів. часи прийому палива и води и інших потребах судна.

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

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

1) розписка перевізника про прийом вантажу вказаного роду. у вказаний кількості и стани;

2) доказ договору перевезення;

3) товаророзпорядчий документ, що дозволяє його власникові розпоряджатися вантажем.

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

Штурманська розписка (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 відправника він може бути замінений коносаментом.

Таймшит – документ – відомість облику 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 них вказуються: найменування порту і судна; дата і час прибуття судна і вручення нотиса про готовність до вантаження (вивантаження); дата і час фактичного початку і закінчення вантажних робіт; тривалість і причини перерв в роботі; норма вантажних робіт по чартеру.

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

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

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

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

У порту Деринжи та Пирей діє литня вантажна марка і обмеження осадки в портах для цього судна відсутні.

За вантажною шкалою визначаємо водотоннажність по литню вантажну марку:

$$\Delta_{\text{л}} = 13605.0 \text{ т}$$

$$\Delta_p = \Delta_{\text{л}} = 13605.0 \text{ т}$$

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

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

де Δ_o – водотоннажність судна порожньому. т.

$$\Delta_w = 13605.0 - 8259.32 = 5345.68 \text{ т}$$

Ходовий час визначається по формули:

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

де L – протяжність траси переходу. мили;

V – планова технічна швидкість. вузл..

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

386

$$t_x = \frac{\quad}{24 \cdot 16.0} + 0 = 1.0 \text{ доба.}$$

Кількість вантажу, яка може прийняти судно, залежить від величини запасів. Зазвичай немає необхідності враховувати запаси стоянок, що витрачаються в порту вантаження і вивантаження (за умови, що в цих портах можливе їх отримання).

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

Кількість ходових запасів складає суму:

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

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

Детальніше:

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

$$P_m^x = 36.8 \cdot 1.0 \cdot 1.2 = 44.16 \text{ т}$$

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

$$P_v^x = 4.1 \cdot 1.0 \cdot 1.2 = 4.92 \text{ т}$$

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

$$P_{cm}^x = 0.11 \cdot 1.0 \cdot 1.2 = 0.13 \text{ т}$$

$$P_{зан}^x = 44.16 + 0.13 + 4.92 = 49.21 \text{ т}$$

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

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

Моторне паливо $P_{нал м} = 144.06 \text{ т}$.

Дизельне паливо $P_{нал д} = 41.65 \text{ т}$.

Запас мастильної олиї $P_m = 19.1 \text{ т}$.

Запас прісної води $P_v = 82.0 \text{ т}$.

Інші танки $P_u = 43.91 \text{ т}$.

Антикренові танки $P_{ак} = 147.7 \text{ т}$.

Всього запасів $P_{зан} = 478.42 \text{ т}$.

Константа $const = 115.0 \text{ т}$.

Кінець рейсу: моторне паливо 107.23 т; дизельне паливо 41.65 т; мастило 18.99 т; вода 77.9 т. інші 43.91 т. антикренові танки 147.7 т.

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

$$\Delta_q = \Delta_w - P_{zan} - P_{\delta} - const \quad (3.7)$$

$$\Delta_q = 5345.68 - 478.42 - 819.13 - 115.0 = 3933.13 \text{ т}$$

Так як вантажний план складався на підставу реального рейсу, то загальна кількість вантажу прийнятого до перевезення склала 947.36 т, що менше Δ_q .

3.4 Складання вантажного плану

Перевізник несе відповідальність за неправильне розміщення, кріплення і сепарацию вантажів на судні. Невирне або невдале розміщення вантажів, перевантаження окремих видсикив неминуче призводять до перенапруженням корпусу, а в окремих випадках до пошкоджень і навіть аварії судна. Тому судно повинне бути завантажене так, щоб не з'явилося крену, були належний диферент і достатня остийність, не були порушені умови місцевої та загальної (поздовжньої) міцності. Це досягається відповідним розподилом вагового навантаження по вантажних приміщенях судна.

За результатами розподилу вантажів складається звидна табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Розміщення вантажу на судні

Найменування палуби	Кількість, шт	Маса, т
1	2	3
DECK No. 7	268	332.32
HOISTABLE DECK No. 6	192	238.08
DECK No. 5	94	116.56
DECK No. 3	19	23.56
DECK No. 2	92	114.08
Всього вантажу		947.36

Загальна маса колісної техніки 947.36 т.

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

Рейс здійснювався з порту Деринжи в порт Пирей в серпні. Протяжність переходу 386 миль.

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

Порт відходу: Деринжи (щільність води $\rho = 1.025 \text{ т/м}^3$)

У порту відходу діє літня вантажна марка.

Щорічно порт обробляє до 160000 тонн насипних вантажів, 770000 тонн генеральних вантажів, 25000 тонн контейнерних і 24000 тонн рідких вантажів, судозаход складає 560 одиниць щорічно.

Орієнтовний час прибуття в порт повинен докладатися за 24 і 6 годин до підходу до лоцманської станції.

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

Довжина причальної лінії складає 1800 метрів. Усі причали обладнані під певні види вантажів.

Причали порту обладнані спеціальними стрічковими і пневматичними конвеєрами, також є стаціонарні крани 9 х 5-35 т, пересувні крани 2х40 т. Причали порту обслуговує велика кількість допоміжної техніки: навантажувачі, платформи, трактори, бульдозери.

Також в порту є спеціально обладнані причали для прийому РО-РО судів.

На території порту розташовані відкриті площі для зберігання вантажів 122.990 м^2 і криті склади 12500 м^2 . У порту можна зробити дрібний ремонт, поповнити запаси провізії, постачання, води, бункерування робиться по-

за територією порту з барж.

Порт приходу: Пирей (щільність води $\rho = 1.025 \text{ т/м}^3$)

У порту приходу діє літня вантажна марка.

У порту є плавучі крани. два з яких вантажопідйомністю 100 т. три вантажопідйомністю 60 т і один вантажопідйомністю 40 т. Є також один кран вантажопідйомністю 40 т і мостовий кран. Порт має в розпорядженні велике число буксирів і ліхтерів. Є елеватори із зерноперегрівачами і з чотирма парами зернонасосів.

Ремонт корпусу і механізмів можна зробити на верфі в гавані Проли-мин. Тут знаходиться елінг для судів водотоннажністю не більше 3500 т.

Постачання. Рідке паливо приймається в гавані Форон або з ліхтерів. Прісна вода доставляється на судно Водолиями. Можна придбати продовольство.

Санітарно-карантинна служба. Карантинна станція знаходиться на острові Айос–Еорьос. розташованому в 4 милях до NW від входу в порт.

Ввезення і вивезення. У порт Пирей ввозять вугілля. зерно. ліс. машини. метали. медикаменти. хімікалії. а також деякі види провізії. Вивозять з порту мармур. губку. руду. маслинову олию. тютюн. вина і маслини.

Глибини в гавані 10-25 м. Найбільша швидкість судів в гавані 5 вуз.

РОЗДИЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

Розподіл запасів на судні на видхід и прихід представлено в табл. 4.1 и табл. 4.2. Координати центра ваги запасів и баласту в частково заповнених танках визначалися по фактичному заповненню з використанням каліброваних таблиць танків приведені в Інформації про остійність (Trim & Stability Booklet)

Таблиця 4.1 – Розподіл запасів на видхід

Найменування цистерн	Мист- кість. т	Маса. т	Плечи. м			Моменти. тм		
			X	Y	Z	M _x	M _y	M _z
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Моторне паливо</i>								
F08P TK.N.8P.FUEL O.	66.30	3.30	96.60	-1.74	0.08	319	-6	0
F09S TK.N.9S.FUEL O.	196.50	19.20	81.90	3.53	0.11	1572	68	2
F12S TK.N.12S.FUEL 01	198.40	24.00	64.20	3.75	0.13	1541	90	3
F29S TK.N.29S.FO DAIL	35.30	33.53	10.36	6.95	6.55	347	233	220
F30S TK.N.30S.FO DAIL	32.40	30.78	10.36	2.25	6.55	319	69	202
F31C TK.N.31C.SETTLIN	67.70	33.25	10.52	-4.70	6.13	350	-156	204
Всього моторного палива		144.06				4448	298	298
<i>Дизельне паливо</i>								
D26C TK.N.26C.DIES.OI	115.80	19.55	23.72	0.00	1.94	464	0	38
D28A TK.N.28A DO DAIL	14.90	8.84	13.95	-7.70	6.07	123	-68	54
D28P TQ.N.28P.DO DAIL	22.30	13.26	15.83	-7.70	6.07	210	-102	80
Всього дизельного палива		41.65				797	-170	-170
<i>Масло</i>								
022P TK.N.22P.RET.OIL	13.30	2.00	39.83	-3.51	0.49	80	-7	1

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
022S TK.N.22S.RET.OIL	13.30	3.00	39.83	3.51	0.52	119	11	2
023C TK.N.23C.STORAG.	19.70	2.90	31.00	0.00	0.61	90	0	2
033P TK.N.33P.TER.OIL	8.60	2.00	17.33	-10.15	8.34	35	-20	17
034P TK.N.34P.TER.OIL	7.40	4.70	17.32	-11.55	8.91	81	-54	42
035P TK.N.35P.SETTL.O	14.00	4.50	28.64	-10.30	2.92	129	-46	13
Всього мастила		19.10				534	-117	-117
<i>Вода</i>								
W02P TK.N.2P.FRESH W.	100.60	70.00	131.70	-1.88	10.11	9219	-132	708
Всього води		70.0				9219	-132	-132
<i>Антикрен. танки</i>								
BHP TK.N.IIP.ANT.II	147.70	60.00	68.68	-10.79	3.23	4121	-647	194
BUS TK.N.IIS.ANT.II	147.70	87.70	68.69	10.79	3.79	6024	946	332
Всього		147.70				101.45	299	299
<i>Дисциплінована вода</i>								
W15C TK.N.15C.CIL.WAT	6.20	2.00	42.83	-1.08	0.20	86	-2	0
W21S TK.N.21S.DESTI .W	16.10	10.00	34.76	7.46	1.08	348	75	11
Всього води		12.0				434	72	72
<i>Інші</i>								
S14C TK.N.14C.DRI.TRA	12.40	3.91	39.46	-1.08	0.23	154	-4	1
S16C TK.N.16C.DIRTY O	18.60	2.76	40.59	1.08	0.11	112	3	0
S17C TK.N.17C.CLEAN F	9.90	0.90	35.64	-0.88	0.10	32	-1	0
S18C TK.N.18C.DIRTY F	9.90	4.20	35.40	1.04	0.34	149	4	1
S21P TK.N.21P.OILED W	16.10	5.04	34.89	-7.27	0.87	176	-37	4
S27C TK.N.27C.SLUDGE	40.60	27.10	15.26	0.00	3.77	414	0	102
Всього		43.91				1037	-34	108
РАЗОМ ЗАПАСИВ:		478.42	55.63	0.45	4.67	26614	216	2233

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>								
F09S TK.N.9S.FUEL O.	196.50	19.20	81.90	3.53	0.11	1572	68	2
F12S TK.N.12S.FUEL 01	198.40	24.00	64.20	3.75	0.13	1541	90	3
F30S TK.N.30S.FO DAIL	32.40	30.78	10.36	2.25	6.55	319	69	202
F31C TK.N.31C.SETTLIN	67.70	33.25	10.52	-4.70	6.13	350	-156	204
Всього моторного палива		107.23				3782	71	71
<i>Дизельне паливо</i>								
D26C TK.N.26C.DIES.OI	115.80	19.55	23.72	0.00	1.94	464	0	38
D28A TK.N.28A DO DAIL	14.90	8.84	13.95	-7.70	6.07	123	-68	54
D28P TQ.N.28P.DO DAIL	22.30	13.26	15.83	-7.70	6.07	210	-102	80
Всього дизельного палива		41.65				797	-170	-170
<i>Масило</i>								
022P TK.N.22P.RET.OIL	13.30	2.00	39.83	-3.51	0.49	80	-7	1
022S TK.N.22S.RET.OIL	13.30	3.00	39.83	3.51	0.52	119	11	2
023C TK.N.23C.STORAG.	19.70	2.79	31.00	0.00	0.60	86	0	2
033P TK.N.33P.TER.OIL	8.60	2.00	17.33	-10.15	8.34	35	-20	17
034P TK.N.34P.TER.OIL	7.40	4.70	17.32	-11.55	8.91	81	-54	42
035P TK.N.35P.SETTL.O	14.00	4.50	28.64	-10.30	2.92	129	-46	13
Всього мастила		18.99				530	-117	-117
<i>Вода</i>								
W02P TK.N.2P.FRESH W.	100.60	65.9	131.70	-1.88	9.89	8679	-124	652
Всього води		65.9				8679	-124	-124
<i>Антикрен. танки</i>								
BHP TK.N.IIP.ANT.ІІ	147.70	60.00	68.68	-10.79	3.23	4121	-647	194
BUS TK.N.IIS.ANT.ІІ	147.70	87.70	68.69	10.79	3.79	6024	946	332
Всього		147.70				101.45	299	299
<i>Дисциплінована вода</i>								
W15C TK.N.15C.CIL.WAT	6.20	2.00	42.83	-1.08	0.20	86	-2	0

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
W21S TK.N.21S.DESTI .W	16.10	10.00	34.76	7.46	1.08	348	75	11
Всього води		12.0				434	72	72
<i>Інши</i>								
S14C TK.N.14C.DRI.TRA	12.40	3.91	39.46	-1.08	0.23	154	-4	1
S16C TK.N.16C.DIRTY O	18.60	2.76	40.59	1.08	0.11	112	3	0
S17C TK.N.17C.CLEAN F	9.90	0.90	35.64	-0.88	0.10	32	-1	0
S18C TK.N.18C.DIRTY F	9.90	4.20	35.40	1.04	0.34	149	4	1
S21P TK.N.21P.OILED W	16.10	5.04	34.89	-7.27	0.87	176	-37	4
S27C TK.N.27C.SLUDGE	40.60	27.10	15.26	0.00	3.77	414	0	102
Всього		43.91				1037	-34	108
РАЗОМ ЗАПАСИВ:		437.38	58.08	-0.01	4.47	25404	-4	1957

Оскільки на судни. для забезпечення остійності. потрібний баласт. при-
ведемо таблицю його розміщення.

Розміщення баласту на видхид наведено в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Розміщення баласту на видхид

Найменування цистерн	Мист- кість. т	Маса. т	Плечи. м			Моменти. тм		
			X	Y	Z	M _x	M _y	M _z
1	2	3	4	5	6	7	8	9
B01C TK.N.1C.BALLAST	178.00	169.13	143.36	0.00	4.06	24246	0	687
B03C TK.N.3C.BALLAST	229.00	82.00	128.60	0.00	2.74	10545	0	225
B04P TK.N.4P.BALLAST	295.20	302.38	122.05	-3.13	5.12	36905	-946	1548
B07P TK.N.7P.BALLAST	189.27	102.50	104.32	-7.42	4.35	10693	-761	446
B13P TK.N.13P.BALLAST	99.20	82.00	49.58	-3.75	0.80	4066	-308	66
B13S TK.N.13S.BALLAST	99.20	81.12	49.58	3.75	0.80	4022	304	65
ВСЬОГО БАЛАСТУ:		819.13	110.45	-2.09	3.71	90477	-1710	3037

Розподил вантажив представлений в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Розподил вантажив по приміщенням

Найменування приміщення	К-ть. шт	м. т	Плечи. м			Моменти. тм		
			X	Y	Z	M _x	M _y	M _z
DECK No. 7	268	332.32	70.64	-0.65	20.70	23475	-216	6879
HOISTABLE DECK No. 6	192	238.08	69.69	0.24	17.57	16592	57	4183
DECK No. 5	94	116.56	70.38	-0.25	14.89	8203	-29	1736
DECK No. 3	19	23.56	43.40	0.00	8.80	1023	0	207
DECK No. 2	92	114.08	92.94	-0.50	5.60	10603	-57	639
DECK No. 1	99	122.76	76.90	-0.74	2.80	9440	-91	344
ВСЬОГО ВАНТАЖУ	764	947.36	73.19	-1.01	14.77	69336	-336	13988
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТИВ M_x						69336		

На підстави виконаних розподилів 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	Н а видхид						
	Маса. т	Плечи. м			Моменти. тм		
		X	Y	Z	M _x	M _y	M _z
Судно порожнем	8259.32	64.03	0.22	11.23	528844	1817	92752
Константа	115	71.03	0.00	14.42	8168	0	1658
Суднови запаси	478.42	55.63	0.45	4.67	26614	216	2233
Вантаж	947.36	73.19	-1.01	14.77	69336	-336	13988
Баласт	819.13	110.45	-2.09	3.71	90477	-1710	3037
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНІСТЬ	10619.2	68.13	0.00	10.70	723439	-13	113668
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТИВ M_x константи					723439		

Таблиця 4.6 – Зведени дані і розрахунок водотоннажності на прихід

Найменування статей навантаження	На прихід						
	Маса. т	Плечи. м			Моменти. тм		
		X	Y	Z	M _x	M _y	M _z
Судно порожнем	8259.32	64.03	0.22	11.23	528844	1817	92752
Константа	115	71.03	0.00	14.42	8168	0	1658
Суднови запаси	437.38	58.08	-0.01	4.47	25404	-4	1957
Вантаж	947.36	73.19	-1.01	14.77	69336	-336	13988
Баласт	819.13	110.45	-2.09	3.71	90477	-1710	3037
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНИСТЬ	10578.2	68.28	-0.02	10.72	722229	-233	113392
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТИВ M _x константи					722229		

Схематично вантажний план представлений на рис. 4.1.

4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності

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

Таблиця 4.6 – Розрахунок посадки судна на видхид і на прихід

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		Видхид	Прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова. т	Δ	10619.2	10578.2

Абсциса центра ваги судна. м	x_g	68.13	68.28
Водотоннажність об'ємна. м ³	$V = \Delta / \rho$	10360	10320
Густина води. т/м ³	ρ	1.025	1.025

Продовження табл. 4.6

1	2	3	4
Осадка судна. м	T	5.00	4.99
Момент диферентуючий на 1 см. тм/см	M_I	207.8	207.7
Абсциса центру величини судна. м	x_c	68.47	68.48
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії. м	x_f	65.87	65.89
Апликата поперечного метацентра. м	z_m	13.83	13.83
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0.586	0.585
Диферент судна. м	$d = \Delta (x_g - x_c) / M_I$	-0.17	-0.10
Осадка судна носом. м	$T_n = T - (L - x_f) d / L$	4.91	4.94
Осадка судна кормою. м	$T_k = T_n + d$	5.08	5.04

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

Таблиця 4.7 – Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h . тм
1	2
F08P TK.N.8P.FUEL O.	35
F09S TK.N.9S.FUEL O.	364
F12S TK.N.12S.FUEL O1	456
F31C TK.N.31C.SETTLIN	296
D26C TK.N.26C.DIES.OI	89
D26C TK.N.26C.DIES.OI	20
023C TK.N.23C.STORAG.	34

Продовження табл. 4.7

1	2
B01C TK.N.1C.BALLAST	25
B03C TK.N.3C.BALLAST	129
B07P TK.N.7P.BALLAST	86
B13P TK.N.13P.BALLAST	243
B13S TK.N.13S.BALLAST	241
Сума: $\Sigma \Delta m_h$	2018

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний в табл. 4.8.

Таблиця 4.8 – Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення и формули	Значення величин	
		видхид	прихид
1	2	3	4
Водотоннажність масова. т	Δ	10619.2	10578.2
Невиправлена апліката Ц.В.судна. м	z'_g	10.70	10.72
Апліката поперечного метацентру. м	z_m	13.83	13.83
Невиправлена МТЦ висота. м	$h_o = z_m - z'_g$	3.13	3.11
Поправка до МТЦ висоти. м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / \Delta$	0.19	0.19
Виправлена МТЦ висота. м	$h = h_o - \Delta h$	2.94	2.92
Виправлена апліката Ц.В. судна. м	$z_g = z'_g + \Delta h$	10.89	10.91

4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації

Кожне судно має бути забезпечене Інформацією про остійність (Stability Booklet. Trim & Stability Book). що затверджений класифікаційним

суспільством и мистить 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 4.9 – Перевірка остійності по критичному підвищенню ЦВ судна

Найменування величин	Позначення и формули	Значення величин	
		видхид	прихид
1	2	3	4
Водотоннажність масова. т	Δ	10619.2	10578.2
Апликата Ц.В. судна. м	z'_g	10.70	10.72
Поправка до аплікати Ц.В. судна. м	$\Delta z_g = \Sigma \Delta m_h / \Delta$	0.19	0.19
Виправлена аплікатура Ц.В. судна. м	$z_g = z'_g + \Delta z_g$	10.89	10.91
Максимальна гранична аплікатура Ц.В.. м	z_g^{max}	11.90	11.90

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

4.4 Розрахунок и побудова діаграм остійності

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

Плечи остійності форми l_ϕ вибираються по об'ємній водотоннажності для тих кутів крену. які приведені в таблиці. Ці плечи відличуються від то-

чки К. відповідний кильовий лінії. то плечи остийности ваги необхідно розраховувати по формули:

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

а виправлени на вплив вильних поверхонь плечи статичної остийности будуть ривни:

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

Зробимо розрахунок плеч діаграми статичної остийности у вигляди табл. 4.10.

Таблиця 4.10 – Розрахунок плечей статичної остийности на видхид

Водотоннажність Δ . т								10619.2
Апликата центра ваги судна z_{g0} . м								10.70
Апликата умовного центра мас z_m . м (полюс – точка «О»)								0.00
Виправлена апликата центра ваги судна. $z_g = z_{g0} + \Delta h$. м								10.89
$\Delta\theta = 0.1745 \approx 10^\circ/57.3$								
Кут крену θ°	Плече форми. l_ϕ . м	$\sin \theta$	$z_g^n \cdot \sin \theta$	Плече статичної остийности $l = l_\phi - z_g^n \cdot \sin \theta$. м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.000	0.0000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000
10	2.42	0.1736	1.891	0.529	4	2.116	3	1.587
20	4.74	0.3420	3.725	1.015	2	2.031	3	3.046
30	6.71	0.5000	5.445	1.265	4	5.060	1	1.265
40	8.23	0.6428	7.000	1.230	1	1.230	$\sum_{30}$	5.898
50	9.51	0.7660	8.342	1.168	$\sum_{40}$	10.437	$a_{0-30} =$	0.386
60	10.55	0.8660	9.431	1.119	$a_{0-40} =$	0.607	$a_{30-40} =$	0.221

Таблиця 4.11 – Розрахунок плечей статичної остийности на прихід

Водотоннажність Δ , т								10578.2
Апликата центра ваги судна z_{g0} , м								10.72
Апликата умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «O»)								0.00
Виправлена апликаата центра ваги судна. $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м								10.91
$\Delta\theta = 0.1745 \approx 10^\circ/57.3$								
Кут крену θ°	Плече форми. l_ϕ , м	$\sin \theta$	$z_g^n \cdot \sin \theta$	Плече статичної остийности $l = l_\phi - z_g^n \cdot \sin \theta$, м	Множник	Добуток	Множник	Добуток
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.000	0.0000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000
10	2.42	0.1736	1.895	0.525	4	2.102	3	1.576
20	4.74	0.3420	3.731	1.009	2	2.017	3	3.026
30	6.71	0.5000	5.455	1.255	4	5.020	1	1.255
40	8.23	0.6428	7.013	1.217	1	1.217	$\sum_{30}$	5.857
50	9.510	0.7660	8.358	1.152	$\sum_{40}$	10.356	$a_{0-30} =$	0.383
60	10.550	0.8660	9.448	1.102	$a_{0-40} =$	0.602	$a_{30-40} =$	0.219

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

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

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

Таблиця 4.12 – Визначення площ "a" и "b" на видхид за правилом Симпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_r - \theta_o + \theta_l)/4/57.3 = 6.53^\circ$ $\Delta\theta_1^{pad} = 6.53/57.3 = 0.1140$ рад					
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - \theta_l)/4 = 11.01^\circ$ $\Delta\theta_2^{pad} = 11.01/57.3 = 0.1922$ рад					
1	2	3	4	5	6
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 1.022$	1	1.022	$b_1 = 0.000$	1	0.000
$a_2 = 0.721$	4	2.884	$b_2 = 0.575$	4	2.299
$a_3 = 0.372$	2	0.744	$b_3 = 0.932$	2	1.865
$a_4 = 0.590$	4	2.358	$b_4 = 0.931$	4	3.725
$a_5 = 0.000$	1	0.000	$b_5 = 0.859$	1	0.859
		$\Sigma_a = 7.009$			$\Sigma_b = 8.747$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{pad} = \frac{1}{3} 7,009 \times 0,1140 = 0,266$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{pad} = \frac{1}{3} 8,747 \times 0,1922 = 0,560$		

Таблиця 4.13 – Визначення площ "a" и "b" на прихид за правилом Симпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_r - \theta_o + \theta_l)/4/57.3 = 4.99^\circ$ $\Delta\theta_1^{pad} = 4.99/57.3 = 0.0870$ рад					
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - \theta_l)/4 = 12.50^\circ$ $\Delta\theta_2^{pad} = 12.50/57.3 = 0.2182$ рад					
1	2	3	4	5	6
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 1.006$	1	1.006	$b_1 = 0.000$	1	0.000
$a_2 = 0.707$	4	2.829	$b_2 = 0.879$	4	3.517
$a_3 = 0.362$	2	0.725	$b_3 = 1.232$	2	2.464
$a_4 = 0.594$	4	2.376	$b_4 = 1.228$	4	4.910
$a_5 = 0.000$	1	0.000	$b_5 = 1.152$	1	1.152
		$\Sigma_a = 6.936$			$\Sigma_b = 12.044$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{pad} = \frac{1}{3} 6,936 \times 0,0870 = 0,262$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{pad} = \frac{1}{3} 12,044 \times 0,2182 = 0,771$		

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. 4.14.

Таблиця 4.14 – Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	Δ	10619.2	10578.2
Осадка судна, м	T	5.00	4.99
Виправлена МТЦ висота, м	h	2.94	2.92
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	$l_{w1} = 0.504 A_v z_v / (g \Delta)$	0.206	0.206
Плече кренувального моменту від пориву вітру, м	$l_{w2} = 1.5 l_{w1}$	0.309	0.309
Відносна площа скулових килив, %	$100 A_k / (L B)$	1.63	
Коефіцієнт	k	0.932	
Аргумент	$\sqrt{h_0} / B$	0.073	0.072
Відносна ширина	B/T	4.88	4.89
Безрозмірний множник	X_I	1.000	1.000
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0.586	0.585

Продовження табл. 4.14

1	2	3	4
Безрозмірний множник	X_2	0.933	0.932
Інерційний коефіцієнт	$c=0.373+0.023B/T-0.043L/100$	0.423	0.423
Період хитами. с	$T_\theta = 2 c B / \sqrt{h_0}$	12.0	12.1
Коефіцієнт	S	0.0650	0.0644
Коефіцієнт	$r = 0.73+0.6(z_g - T)/T$	1.000	1.000
Кут заливання. °	θ_f	>60	>60
Амплітуда хитами. °	$\theta_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{r S}$	24.2	24.0
Кут входу палуби у воду. °	$\theta_d = \arctg(2(H - T)/B)$	13.8	13.9
Кут крену від постійного вітру. °	θ_o	4.03	4.06
Кут крену при хитах. назустріч вітру. °	$\theta_l = \theta_{IMO} - \theta_o$	20.2	20.0
Кут статич. крену. відпов. плечу l_{w2} . °	θ_2	6.0	6.0
Кут 2-ої точки перетину l_{w2} з ДСО. °	θ_{w2}	>50	>50
Межа площі "b" діаграми справа. °	θ_b	50	50
Площа "а" діаграми. м·рад	a	0.266	0.262
Площа "b" діаграми. м·рад	b	0.560	0.771
Критерій погоди	$K = b / a$	2.10	2.95
Невиправлена метацентрич. висота. м	h_o	3.13	3.11
Коефіцієнт	k_θ	1.276	1.278
Розрахункове прискорення	$a_{расч} = 0.0105 h_o / (c^2 B) k_\theta \theta_r$	0.232	0.229
Критерій прискорення	$K^* = 0.3 / a_{расч}$	1.29	1.31

4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

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

Таблиця 4.15 – Перевірка виконання рекомендацій ІМО

Найменування величин	Позна- чення	Значення величин			Викон. (YES/NO)
		норма- тивне	видхид	прихид	
Загальні критерії:					
Площа під ДСО до кута крену 30°. м·рад	A_{30}	≥ 0.055	0.386	0.383	YES
Площа під ДСО до кута крену 40°. м·рад	A_{40}	≥ 0.09	0.607	0.602	YES
Площа під ДСО між кутами кре- ну 30° и 40°. м·рад	A_{30-40}	≥ 0.03	0.221	0.219	YES
Плече ДСО при кути крену 30 ° або більше. м	l_{30}	≥ 0.20	1.265	1.255	YES
Кут крену. що відповідає макси- муму ДСО. °	θ_m	≥ 25	32.4	32.3	YES
Виправлена метацентрична висо- та. м	h	> 0.15	2.94	2.92	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	2.10	2.95	YES
Кут крену від постійного витру. °	θ_o	≤ 11.0	4.01	4.04	YES

На видхид и на прихид остійність судна задовольняє усім вимогам ІМО.

4.7 Контроль загальної поздовжньої міцності судна

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

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

Розрахунок міцності здійснюють використовуючи судову програму схвалену класифікаційним суспільством.

Результати розрахунку представимо в табл. 4.16.

Таблиця 4.16 – Перевірка поздовжньої міцності на видхід

Переріз	X, м	SF, т	SFsea, %	Доп.SF, т	BM, тм	BMsea, %	Доп.BM, тм
1	2	3	4	5	6	7	8
0	0.00	2601	11.04	23560	5313	8.00	66400
21.733	14.50	10507	44.60	23560	95834	36.08	265400
41.067	29.00	13571	57.60	23560	282458	60.77	464800
60.40	43.50	11229	47.66	23560	465276	70.07	664000
79.733	58.00	5418	20.60	26300	593354	89.36	664000
99.067	72.50	-1542	5.86	-26300	617058	92.93	664000
118.40	87.00	-8734	33.21	-26300	540546	81.41	664000
127.0	93.45	-11199	45.47	-24630	475931	71.68	664000
128.06	94.25	-11452	46.89	-24425	466870	70.31	664000
137.73	101.50	-13084	57.97	-22571	376914	56.76	664000
155.98	115.19	-12421	55.03	-22570	201966	42.45	475790
156.01	115.21	-12421	64.86	-19150	201718	42.40	475790
157.06	116.00	-12388	64.71	-19145	191917	41.29	464800
166.73	123.25	-9677	50.67	-19100	110498	30.26	365200
168.0	124.20	-9215	47.02	-19600	101523	28.83	352149
176.40	130.50	-6235	26.86	-23212	53073	19.98	265600
177.98	131.69	-5629	23.55	-23900	46034	18.48	249114

178.01	131.71	-5621	18.19	-30900	45921	18.43	249114
--------	--------	-------	-------	--------	-------	-------	--------

Продовження табл. 4.16

1	2	3	4	5	6	7	8
185.98	137.69	-3903	11.38	-34300	17967	10.78	166687
186.01	137.71	-3897	11.36	-34300	17888	10.73	166687
197.91	145.00	-892	2.32	-38460	2646	3.99	66400

Максимальна переризуюча сила – 13571 кН..

Максимальний момент, що вигинає – 617058 кН..

На рис. 4.4 представлена епюра мицности на видхид.

На протязи всього рейсу загальна поздовжня мицність забезпечена.

РОЗДИЛ 5

ВИЗНАЧЕННЯ МОРЕХИДНОСТІ. ЇЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ. КРИТЕРІЇ ТА КОНТРОЛЬ В УМОВАХ РЕЙСУ

5.1 Загальні відомості щодо морехидності

Кожне судно повинно мати певні морехидні якості. Від того, в який мири воно має такі якості, залежить морехидність судна, тобто безпека та ефективність його експлуатації.

Морехидні якості загалом надаються судну під час його проектування і будівництва. Розрахунки, пов'язані з проектуванням суден доволи складні і виконуються спеціалістами-кораблебудівниками.

Однак морехидні якості судна в процеси його експлуатації змінюються. Вони в значний мири залежать від завантаженості судна – кількості і розподилу на ньому вантажу. Змінюючи цей розподил, можна надати судну необхідні морехидні якості. Для цього судноводий повинен виконати необхідні розрахунки.

Морехидністю зазвичай називають здатність судна до безпечного плавання в умовах інтенсивного морського хвилювання і витру з можливістю ефективного використання всіх бортових систем і механізмів. Іншими словами, морехидність – це комплекс властивостей, які забезпечують судну можливість виконувати своє призначення в заданих гідрометеорологічних умовах. Вона залежить від розмірів, архітектури і форми обводив, навантаження судна, співвідношення його розмірів і параметрів морських хвиль, від інтенсивності і курсового кута хвиль, швидкості судна і ряду інших факторів. Морехидність визначається плавучістю, остійністю, ходовістю, керованістю, непотоплюваністю, плавністю хитами судна. Однак поняття «морехидність» має більш вузький сенс ніж термин «морехидні якості». Воно об'єднує лише

властивості судна. значущі під час плавання в умовах вітру і хвилювання.

До них відносяться:

- хитамиця на хвилюванні;
- зумовлені хвилюванням і хитамицею напруги елементів корпусу, перенавантаження головного двигуна, пристроїв, механізмів;
- заливання і забризкування палуби та надбудов;
- оголення носової кінцівки днища і схильність до слемінгу;
- втрата швидкості через зростання опору руху судна і погіршення умов роботи гребного гвинта;
- зниження остійності і погіршення керованості;
- пристосованість людей до перебування в морських умовах.

Остання властивість визначається герметичністю приміщень, можливістю безперешкодного сполучення між надбудовами і відсіками в штормових умовах, ступенем захищеності екіпажу на відкритих місцях роботи від вітру, дощу, фізіологічної і психологічної здатності екіпажу виконувати свої функції.

5.2 Забезпечення морехидності

Морехидність судна забезпечується:

- конструктивно (формою корпусу; достатньою його загальною, місцевою міцністю і герметичністю; достатньою висотою надводного борту, відсутністю виступаючих частин за бортом; віддаленістю механізмів, люків трюмів, надбудов від форштевня; встановленням на баці хвильових відбійників для захисту об'єктів на палубі від хвиль та запобігання прийняття на неї великої маси води та ін.);
- правильним завантаженням (достатньою для плавання в штормових умовах остійністю, міцністю корпусу та ін.);

- діями судноводіїв і екіпажу перед рейсом і під час переходу (планування переходу і його коректування в рейси. підготовка судна до штормових умов. вибором режиму руху. баластуванням та ін.).

Підготовка до плавання у штормових умовах.

Для уникнення несприятливих наслідків погані погоди екіпажем проводяться заходи для передчасної підготовки судна до плавання судна в штормових умовах. Перед виходом в море. незалежно від водотоннажності. району плавання і тривалості рейсу. переважаючих погодних умов. судно з вантажем на ньому. судновим знарядженням та інвентарем повинно повністю бути готовим до плавання в штормових умовах.

Заходи для забезпечення морехідності підготовленого до плавання в шторм судна включають в себе:

- рішення перед виходом в море (затримка в порту через погану погоду);
- передчасне рішення в рейси до зустрічі зі штормом (зміна маршруту для попередження важких умов. зміна баластного стану);
- рішення в процеси плавання в штормових умовах (зміна швидкості або швидкості та курсу судна для зменшення інтенсивності несприятливих умов).

Очевидно. чим ранише і надійніше можна передбачити поведінку судна в очікуваних погодних умовах. тим безпечніше й ефективніше можна виконувати експлуатацію судна).

Аналіз морехідності зазвичай включає три задачі:

- визначення параметрів. які характеризують зовнішні умови (головним серед яких є характеристика хвилювання);
- отримання характеристик реакції судна на зовнішній вплив;
- встановлення критеріїв. що дозволяють робити висновки про морехідність судна.

Параметри хвилювання можуть визначатися самим судноводієм; вибиратися з метеорологічних бюлетенів. що поступають від служб погоди.

факсимільних карт; розраховуватися на основі вимірів параметрів хитами. прийматися з супутників. В майбутньому необхідні дані про хвилювання. включаючи його спектр. для всіх районів Світового океану будуть отримуватися практично в реальному часі на основі супутників. котрі з високою точністю виконують моніторинг земної поверхні.

Характеристики реакції судна на хвилювання отримуються шляхом прямих і непрямих вимірювань з використанням спеціальних приладів або розраховуються за параметрами хвилювання.

Вибір критеріїв морехідності. їхніх допустимих обмежень або методик розрахунку їхніх меж виконується з урахуванням вику судна на основі вивчення поведінки в умовах хвилювання конкретних суден з різною завантаженистю з використанням експертних оцінок і моделювання реакції судна на хвилювання.

5.3 Критерії морехідності

В умовах вітру і хвиль судно можна вважати морехідним. коли воно може нормально функціонувати впродовж часу без пошкоджень. Ознаками морехідності є спокійна хитами. відсутність заливання. слемінга. розгону гребного гвинта. небезпечності перекидання. легкість в управлінні та ряд інших факторів. Величини. за якими можна вважати. що судно знаходиться в нормальному функціональному стані в умовах вітру і хвилювання. називають критеріями морехідності. Їх також називають показниками морехідності. функціональними або операційними критеріями безпеки. В якості показників морехідності можна використовувати багато параметрів реакції судна на хвилювання:

- амплитуди. швидкості і прискорення основних видів хвилювання;
- швидкості. прискорення. переміщення деяких частин корпусу;

- вирогідність заливання. слемінга. розгону гвинта;
- напруга елементів корпусу;
- показники роботи рушійної установки. рульового пристрою та інших величин.

Мінімальна сукупність показників, які повністю відображають властивості морехідності в умовах вітру і хвиль, називається вектором критеріїв морехідності. Безпечному стану судна відповідає область значень показників морехідності, яка має певні межі. Ці межі називають припустимими значеннями, рівнями ризику, операційними обмеженнями, нормами морехідності. Стан судна в умовах вітру і хвиль можна вважати морехідним, коли компоненти вектора критеріїв не виходять за операційні межі. Слід відмітити, що критерії морехідності характеризують ризик появи обставин, які призводять до пошкодження судна, вантажу і до інших небажаних наслідків, не відображаючи безпосередню небезпеку аварії, несправності механізмів, або псування вантажу.

На жаль, неможливо вибрати конкретний постійний склад критеріїв, призначених для аналізу морехідності всіх суден. Для різних типів суден ці показники різні. Більш того, для одного і того ж судна при різних варіантах завантаження вони теж можуть бути неоднаковими. В загальному випадку склад вектора критеріїв морехідності і припустими його межі залежать від типу судна, його завантаженості, віку та інших особливостей. Наприклад, для крупнотонажних танкерів і балкерів надзвичайно навантаження на корпус є найбільш небезпечним наслідком впливу хвилювання. Тому для них основний критерій – вертикальний момент який вигинає (VBM – vertical bending moment) в різних перерізах корпусу по довжині судна. У великих контейнеровозів окрім загального поздовжнього вигину в вертикальній площині через велике розкриття палуби небезпеку представляють деформації крутиння. Тому для цих суден дуже важливим є момент крутиння. Для пасажирських суден одним з важливих факторів експлуатації є комфорт умов для пасажирів. Для них одним з основних

критеріїв нормального функціонування вважаються вертикальні прискорення в різних частинах судна, які являються головною причиною виникнення морської хвороби.

Для деяких суден основним компонентом вектора морехидності служити комбінований критерій. Його називають ефективним кутом бортової хитавици і позначають θ_F . Цей критерій враховує дію на вантаж гравітаційних сил і сил, виникаючих під час хитавици судна від вертикальних, поперечних прискорень і нахилень. Поздовжні прискорення і диферент тут до уваги не беруться.

На конкретних критеріях і їхніх нормах засновані штормові діаграми і програмні продукти, призначені для контролю морехидності. Прикладом граничних рівнів безпеки для штормових діаграм є норми, рекомендовані відомим спеціалістом в області морехидних якостей суден Аертсеном:

- 3 удари днищем при слемінгу за час, який дорівнює 100 періодам кильової хитавици;
- 7 заливань палуби баку за той же час;
- 25 оголень гвинта за цей же час;
- значна амплітуда 0.5g вертикального прискорення на носовому перпендикулярі;
- значна амплітуда 0.4g вертикального прискорення на ходовому мистку
- значна амплітуда 30° бортової хитавици.

Амплітуда хитавици – це найбільше відхилення судна від положення рівноваги. Для характеристики бортової хитавици можуть використовуватися її амплітуди різної забезпеченості. Для розрахунків морехидності користуються елементами 3%-ої забезпеченості, за якою серед 100 хвиль лише у трьох розміри можуть перевищувати вказані обмеження. Амплітуда хитавици $\theta_\sigma = \sigma\theta$ називається найбільш ймовірною. Її повторюваність складає 60.6%. Середня амплітуда хитавици

(математичне сподівання амплитуди) $\theta \approx 1.25\sigma_\theta$ має забезпечити 45.6%. Значна амплітуда $\theta_{1/3}$ бортових коливань судна дорівнює $\theta_{1/3} = 2\sigma_\theta$ і характеризується повторюваністю 13.5%.

5.4 Режими штормового плавання

Окрім конструктивних особливостей і завантаження на хитавицю судна впливають його курс і швидкість. Тому, коли умови функціонування виходять за межі, за умовами яких судно можна вважати морехідним, можна зменшити негативний вплив хвилювання на судно. Для забезпечення безпеки в таких випадках використовуються зазвичай два способи: змінюється режим ходу або режим плавання. Рідше перемищується баласт для змиви посадки судна.

Під режимом ходу мається на увазі вибрана частота n обертання ГФК (гвинта фіксованого кроку) або крок H_p ГФК і відповідна їй швидкість ходу V , тобто сукупність значень (n, V) або (H_p, V) . У спрощеному варіанті режимом ходу вважається швидкість судна. При зміні режиму ходу напрямок руху судна залишається постійним.

Режимом плавання в штормових умовах називається переміщення з певним n, V (або H_p, V) і курсом відносно хвиль, тобто вектор (q, n, V) або (q, H_p, V) де q – курсовий кут хвиль. При спрощеному розгляді режим плавання визначається сукупністю значень (q, V) .

До зменшення швидкості ходу вдаються, щоб уникати сильних ударів хвиль, заливання (слемінга) або інших небажаних явищ. Курс і швидкість змінюють, коли необхідність забезпечення безпеки плавання примушує відмовитися від руху в заданому напрямку. Різниця між граничними і дійсними значеннями показника морехідності при даному режимі плавання називається запасом морехідності за цим параметром. Показник, за яким при заданому режимі плавання запас морехідності мінімальний, називається визначальним. Таким в конкретних умовах може бути один або декілька параметрів. Безліч значень курсу і швидкості судна, за яких

значення окремого критерію морехідності не виходять за рамки припустимих. називається зоною безпечних режимів плавання за цим показником.

Безпечним (сприятливим) режимом плавання в умовах хвилювання називають режим. при якому не виникає обставин. які можуть призвести до пошкодження судна. вантажу і до інших небажаних наслідків. Безліч можливих поєднань курсу і швидкості. за яких не виникає проблем. представляє собою область припустимих (безпечних) режимів плавання в умовах вітру і хвилювання. Ця область також може бути визначена як безліч режимів плавання. за яких стан судна морехідний. Як уже згадувалося. морехідність судна визначається вектором операційних критеріїв. Тому область припустимих режимів плавання може бути представлена як перетин безпечних зон за складовими вектора критеріїв морехідності.

Оптимальним режимом плавання в заданих гідрометеорологічних умовах називається припустимий режим. відповідний підходящому екстремуму критерію ефективності. що відображає основну ціль переходу.

Основні види контролю морехідності в рейси

Забезпечення безпечного і ефективного плавання на хвилюванні – одна з важливих задач екіпажу судна. Не дивлячись на збільшення експлуатаційних вимог. покращення гідрометеорологічних умов. зростання розмірів судна. збільшення їхньої енергозброєності. вдосконалення навігаційного обладнання. щорічно сотні морських суден потерпають аварії через шторм. Багато з них при виході в рейс були в задовільному морехідному стані і задовольняють розрахунковим критеріям безпеки з остійності і міцності. Аналіз свідчить. що до числа основних причин аварій відносяться неправильні рішення судноводіїв під час управління судами в складних гідрометеорологічних умовах і неповне знання ними морехідних якостей судна. Однак слід також визнати. що в основі незадовільності рішень що приймаються судноводієм нерідко лежать і

труднощі отримання достатньо точної і повної інформації про стан зовнішньої середовища і судна. відсутність часу на проведення розрахунків і підготовку обґрунтованих рішень. Достатньо повний для прийняття рішень контроль морехідності судна в процесі рейсу включає такі операції:

- вимір параметрів що характеризують стан судна і зовнішньої середовища;
- розрахунок параметрів морехідності за даними про вітер і хвилювання;
- оцінку морехідності;
- обчислення елементів хвилювання за даними хитами;
- визначення областей припустимих режимів руху;
- знаходження оптимального режиму руху;
- розрахунок необхідного баластного стану судна;
- прогноз морехідності судна на очікувані умови плавання і ряд інших.

Традиційний контроль морехідності судна зазвичай засновується на виконаних судноводом спостереженнях зовнішніх умов і поведінки судна. аналізу даних факсимільних карт погоди. використання існуючих рекомендацій. спрощених розрахунків і штормових діаграм. Висота хвиль та їхня довжина по традиційній оцінці морехідності визначається окомірною шляхом порівняння з розмірами корпусу судна при проходженні хвиль вздовж борту. Напрямок хвилювання встановлюється за допомогою пеленгатора. При знаходженні середнього удаваного періоду хвиль використовують пеленгатор і секундомір. Похибки таких замірів достатньо великі. Середня квадратична похибка висот хвиль складає $\pm 25\%$. напрямки руху - $\pm(23-30)^\circ$. періоду - ± 1 с. Середню (розрахункову) довжину хвилі отримують також за допомогою діаграми Ремеза за вимірними значеннями середнього удаваного періоду і курсового кута хвиль. Іноді довжина хвиль вимірюється за їхніми ехо-сигналами на екрані РЛС під час роботи на малій шкалі дальності. Фіксує час проходження гребенів хвиль через

одну й ту саму точку екрану РЛС. оператор може вимиряти й удаваний період хвиль. Однак в практиці суднової радиолокації визначення елементів хвилювання широкого застосування не знайшли.

Серед параметрів, що характеризують реакцію судна на хвилювання, при традиційній оцінці вимірюється амплітуда кутив бортової хитавиці та його період. Однак показання застосовуваних для виміру кутив хитавиці маятникових кренометрів можуть значно видрізнятися від дійсних кутив крену. Період хитавиці вимірюється оператором за допомогою секундомиру.

Для розрахунку показників морехідності судна за даними про хвилювання і для прогнозування поведінки судна на частину шляху, що залишилася, традиційно користуються спеціальними діаграмами, факсимільними картами погоди і спрощеними розрахунковими залежностями. Отримання необхідної інформації з допомогою цих засобів потребує певного часу і відволікання судноводія від спостереження за навколишнім середовищем.

Частіше за все в традиційній методиці з метою забезпечення безпеки визначають лише резонансні зони, знаходячись в яких необхідно змінювати режим плавання через несприятливу хитавицю. Слід враховувати, що резонансна зона – не завжди ефективна оцінка несприятливих умов для судна. Інтенсивність резонансних явищ залежить від сили хвилювання, розмірів і форми корпусу судна, а також від його демпфуючих властивостей. При помирному хвилюванні в резонансній зоні енергії хвиль може бути недостатньо, щоб значення показників морехідності вийшли за операційні межі. Судна зі скуловими килями, які мають великі демпфуючі властивості, креняться менше і зазнають менші навантаження під час резонансу бортового хвилювання. Тому в дійсності небезпечні області значень курсу і швидкості судна в умовах хвилювання можуть бути як вузькими, так і ширшими за резонансні зони. Чисельна оцінка багатьох визначаючих морехідність параметрів тут не проводиться.

що не дозволяє обирати оптимальний режим плавання в умовах вітру і хвилювання. В традиційній оцінці морехідності велику роль грає суб'єктивний фактор. тут досить важливі власні відчуття і досвід капітана. Капітан. не використовує пристроїв. розмірковує про плавність хвилювання. про надмирність прискорень корпусу і ударив хвиль. про небезпеку виникаючих в корпусі напруг та ін..

Аналізуючи традиційну методику контролю морехідності. можна видмитити наступні її недоліки:

- необхідність витрат часу судноводія на вимірювання і розрахунки;
- великі інтервали часу між спостереженнями. неможливість вимірювань параметрів хвилювання вночі;
- оцінка повного вектору морехідності;
- великі похибки вимірювань. розрахунків. суб'єктивних оцінок;
- значна роль суб'єктивного фактору як джерела можливих похибок. неможливість на основі досвіду ідентифікувати ряд несприятливих для судна ситуацій і отримувати кількісні оцінки;
- необхідність формування рішень на основі недостатньо повної і точної інформації.

Видмичені недоліки традиційної методики складають одну з причин неефективності рішень що приймаються з управлінням судном в штормових умовах.

Автоматизований контроль морехідності судна в процесі рейсу засновується на використанні комп'ютеру. вимірювачів параметрів руху і напруг елементів корпусу. програм для моніторингу. прогнозу морехідності судна. і виконання операцій. В даний час склалися всі умови для реалізації такого контролю на судах. Створені пристрої для вимірювання параметрів хвилювання. руху корпусу на хвилюванні. напруг елементів корпусу та ін. Розроблені електронні системи для контролю морехідності. Вони забезпечують безперервний аналіз морехідності судна

в рейси. Параметри хвилювання в цих системах розраховуються за допомогою комп'ютеру за даними про хвилювання і отримуються з інформації РЛС. Для вимірювання параметрів хитавици застосовуються інерційні датчики лінійних і кутових переміщень, а також спеціальні супутникові пристрої. До інерційних пристроїв відносяться гіроскопічні датчики обертань і акселерометри, які замиряють лінійні прискорення. Існують і комбінації таких датчиків, так звані інерційні вимірювальні модулі (IMU – Inertial Motion Units), які вимірюють параметри руху об'єктів у всіх шести ступенях свободи.

Спеціальне бортове обладнання супутникових систем здатне визначати параметри всіх видів хитавици. Головна ідея комп'ютерного контролю морехидності судна складається в моніторингу параметрів її характеризують, в порівнянні їхніх значень з припустимими межами, в попередженні штурманського складу, коли поточні значення параметрів морехидності наближаються до операційних обмежень або перевищують їх. Додаткова система може виробляти рекомендації, як змінити курс и/або швидкість, щоб уникнути небезпечних ситуацій. Бортові комп'ютери дозволили використовувати для оцінки морехидності найбільш точні методи розрахунку реакції судна на витрохвильовий вплив.

Використання пристроїв, що вимірюють достатню кількість параметрів, які характеризують морехидність, моніторинг їхніх значень, автоматизація розрахунків и вироблення рекомендацій, автоматичні попередження и сигналізація про виникаючі проблеми, дозволяють судноводу уявити повну и точну інформацію про морехидний стан судна, залишити більше часу на прийняття рішень, підвищити надійність и безпеку плавання.

Загальна інформація про хитавицю

Витрохвильовий вплив и види реакції судна на нього

Управління судном в шторм вимагає від судноводів знання и врахування всіх видів впливу витру и хвиль на судно.

Витер. Одним з факторив, що впливають на рух судна, є витер. Він характеризується швидкістю і напрямом. Швидкість витру виражається в метрах в секунду, в вузлах, або в балах шкали Бофорта. Напрямок представляється в градусах або в румбах. Рух повітря в атмосфері завжди турбулентний, внаслідок чого параметри витру мають мінливість. Розрізняють середні і миттєві значення швидкості і напрямку витру. У практиці судноводіння використовуються зазвичай середні значення елементів витру, так як миттєві відчують сильні коливання. Різкі зміни швидкості витру називаються поривами, а особливо найсильніші з них – шквалами. При шквалах витер раптово і короткочасно (до декількох хвилин) різко посилюється, часто до штормового, і потім слабшає. Напрямок витру при шквалах, як правило, змінюється.

Результат дії витру на судно визначити точно важко. При слабкому зустрічному витрі судно мало втрачає швидкість, і злегка збільшує її, коли такий витер з корми. При сильному витрі хід судна зменшується як при зустрічному, так і при попутному витрі. Причиною цього є дія хвилювання, яке розвивається при витрі і збільшує опір руху судна. Зустрічний витер може знизити хід судна з великою площею парусності на 40%. В загальному випадку вважається, що сильний витер з носових курсових кутів зменшує швидкість середнетонажних суден на величину від 3 до 13%. При бортових кутах витру втрати в $1.5 \div 2.0$ рази менше, ніж при зустрічному витрі тій же сили.

Витер викликає також відхилення судна від лінії шляху. Величина витрового дрейфу залежить від швидкості судна, бичної площі його парусності, сили і курсового кута витру. У суден бична площа парусності неоднакова.

Витер не тільки змінює елементи руху судна, але й впливає на його керуваність. Коли на переході морем судно йде повним ходом, дія витру мало позначається на його здатності управлятися. При швартуванні, під час руху в вузькості і у відкритому морі малим ходом сильний витер може

стати причиною значного погіршення, і навіть втрати судном керованості. Для ряду суден пориви вітру та шквали в умовах шторму супроводжуються значними динамічними нахиленнями, які, складаючись з бортовою хитавицею, можуть привести до появи небезпечних кутив крену. Слід зазначити, що зі зростанням розмірів суден вплив вітру на їхню поведінку послаблюється.

Хвилювання. Морське хвилювання є головним фактором, який впливає на морехідність судна. Воно викликає хитавицю, збільшує гідродинамічні навантаження на корпус, зменшує упор гвинта і погіршує показники роботи головного двигуна, призводить до зростання зносу судна з лінії шляху. Плавання в умовах хвилювання може супроводжуватися такими негативними явищами як заливання палуби, слемінг, оголення лопатей гребного гвинта, зменшення остійності.

Для хвилювання залежить вид його інтенсивності, курсового кута, розмірів і форми корпусу судна, його швидкості. Зустрічне хвилювання зменшує хід судна. При слабкому попутному хвилюванні швидкість судна може трохи підвищитися. При помирному і сильному попутному хвилюванні швидкість судна знижується. Слід видзначити, що досить важко видокремити в реакції судна на погодні умови результати впливу вітру і хвиль.

Види реакції судна. Виділяють наступні види реакції судна на хвилювання:

- коливальні рухи корпусу судна у всіх шести ступенях свободи (хитавиця);
- мінливі з частотою хвилювання напруги елементів корпусу, ударні навантаження;
- вібрації корпусу і його елементів;
- зміни, що мають постійний характер (зниження швидкості ходу, збільшення навантаження на двигун, дрейф і т.д.);

- несприятливи явища. такі як слемінг. заливання. оголення гвинта.
бродінг и т.д.

5.5 Теоретичні основи оцінок морехідності

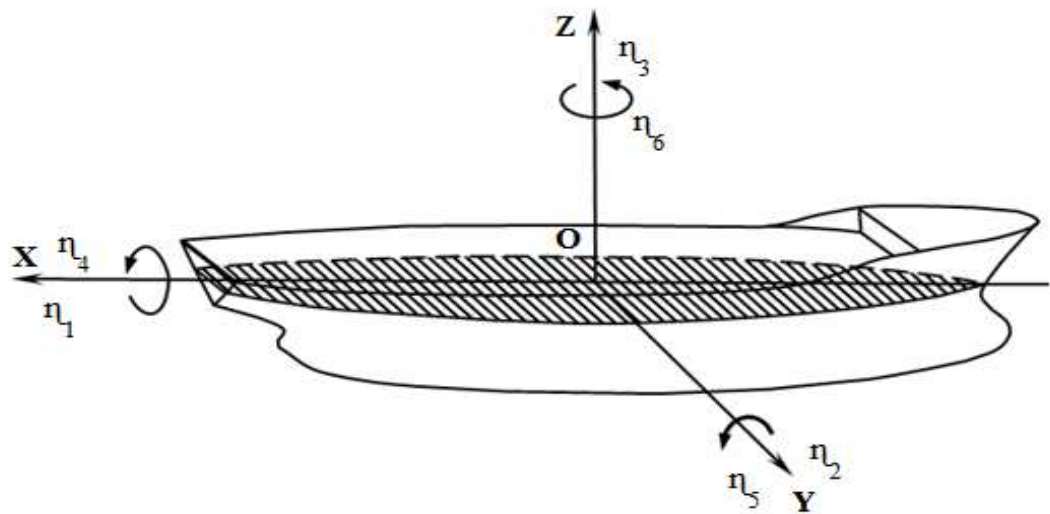


Рис. 1.3. Види хитавици

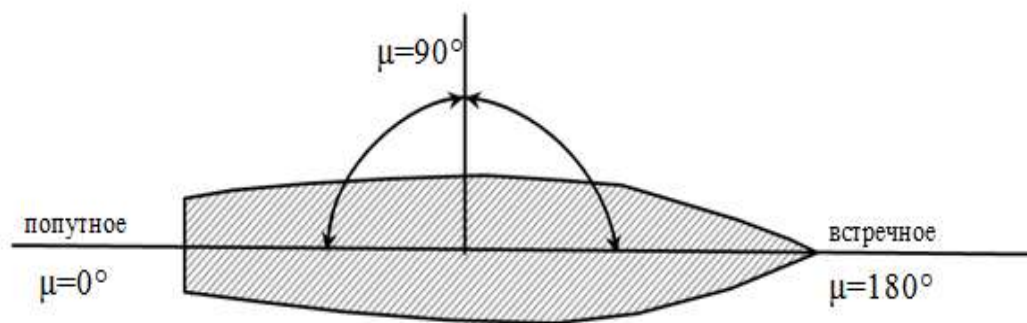


Рис. 1.4. Видлик курсових кутив

При руси судна з постійною швидкістю V під довільним курсовим кутом μ до набігаючого хвилювання враховани шість компонентів переміщення (рис.1.3.):

три лінійних - η_1 - поздовжньо-горизонтальне;

η_2 - поперечно-горизонтальне;

η_3 - вертикальне;

три кутових - η_4 - поворот навколо осі X;

η_5 - поворот навколо осі Y;

η_6 - поворот навколо осі Z.

Дані компоненти мають наступні характеристики:

- бортова (Roll) - обертальні коливання навкруги поздовжньої осі, що лежить в діаметральній площині судна (змінний крен на правий і лівий борт);
- кильова (Pitch) - обертальні коливання навкруги поперечної осі судна, паралельній площині мідель шпангоута (диферент судна то на нис, то на корму);
- вертикальна (Heave) - коливання уздовж вертикальної осі судна;
- поздовжньо-горизонтальна (Surge) - коливання уздовж поздовжньої осі судна;
- поперечно-горизонтальна (Sway) - коливання уздовж поперечної осі;
- рискання (Yaw) - обертальні коливання навкруги вертикальної осі.

Основними видами хитавици вважають бортову, кильову і вертикальну. Поздовжньо-горизонтальні, поперечно-горизонтальні коливання і рискання судна відносять до додаткових видів хитавици.

Небезпека штормового плавання

Сильне хвилювання є серйозною перешкодою для плавання суден середнього і особливо малого тоннажу. Воно може стати причиною пошкоджень цих суден та вантажу що ними перевозиться. На великотоннажні морські судна з потужними двигунами штормова погода впливає набагато менше. Однак і для них в умовах сильного хвилювання складаються небезпечні ситуації. При плаванні судна в шторм можуть спостерігатися зменшення остійності, надмірні прискорення, днищевий і бортовий слемінг, заливання носової частини судна і прийом великих мас води на палубу, періодичне оголення лопатей гребного гвинта, підвищена вібрація, додаткові напруги в конструкціях корпусу. Вси ці проблеми

пов'язани з хвилюванням моря і хитавицею судна. в першу чергу з її основними видами: бортовою, кильовою і вертикальною.

5.5.1 Загальна інформація про хитавицю

Особливості хитавици

У судноводінні при розгляданні кутових коливань судна на хвилюванні виділяють бортову, кильову і бортову з кильової (змішану) хитавицю. Для того щоб судно було морехідним, його хитавиця повинна бути плавною і помирною. Крім того, на морехідність судна впливає і різниця фаз коливань судна і хвилювання, яка може бути сприятливою або погіршувати ситуацію.

Бортова хитавиця.

Форми корпусу суден, співвідношення їх власних частот і звичайних частот хвилювання моря, як правило, такі, що бортові коливання є найнебезпечнішим видом хитавици. Надмірна бортова хитавиця несе безпосередню небезпеку виникнення аварійних ситуацій. Найчастіше несприятливі щодо розмаху нахилень курсової кути до хвилі, близьки до 90° . Однак необхідно видзначити, що у суден з малою метацентричною висотою велика бортова хитавиця може виникнути на попутному хвилюванні ($\mu=135 \div 225^\circ$), особливо коли довжина судна близька до довжини хвилі. У деяких суден при $\mu = 90^\circ$ бортові коливання при відсутності резонансу можуть бути помирними (судно легко сходить на хвилю і опускається до її підосви без великих кутив крену).

Коли судно в шторм розташовується лагом до хвилі, небезпеку може викликати резонанс бортової хитавици. У цьому випадку коливання судна відстають по фазі на 90° від хвилювання. За такої умови на схили хвилі (рис.) до інерційного моменту $M_{\text{и}}$ додається значний кренуючий момент $M_{\text{К}}$ від зсуву центру величини S , що призводить до збільшення швидкості і

амплитуди хитавици. В процесі хитавици, рухаючись по схилу хвилі, судно досягає максимального крену на навітряний борт біля підшви хвилі (рис. 1.2. в). Наступна хвиля обрушує на палубу велику масу води, різко збільшує крен, вдаряє по палубним об'єктам, може призвести до їх пошкодження та порушення водонепроникності закриттів трюмів. Прийом води на палубу призводить до підвищення центру ваги судна і зменшення його остійності. При надмирних нахиленнях судно може перевернутися. Перекидання суден під час шторму відноситься до найважчих аварій, так як відбувається майже миттєво і зазвичай супроводжується загибеллю всього екіпажу.

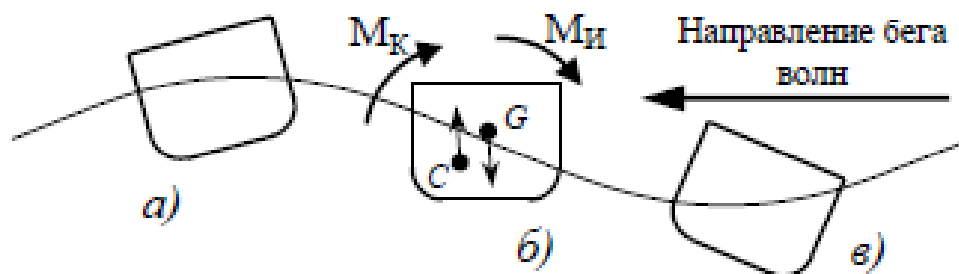


Рис. 5.3. Схема бортової резонансної хитавици

Внаслідок зсуву фаз між вертикальною хитавицею і хвилюванням середни за період значення моменту що нахиляє на один та інший борт судна виявляються різними. Це призводить до несиметричної хитавици, при якій середнє положення судна відхилено від вертикалі. У найбільший міри до несиметричної хитавици схильні судна з високим розташуванням центру тяжіння. У них постійна складова нахилень спостерігається в сторону бігу хвиль.

Великі прискорення і кути бортової качки можуть бути причиною пошкоджень вантажів і їх зміщення. З метою зменшення інтенсивності бортової хитавици при будівництві ряд суден забезпечується скуловими киллями, або іншими стабілізуючими пристроями, які збільшують демпфірування хитавици.

У суден з нормальною остийністю бортова хитавиця зазвичай мінімальна при зустрічному і попутному хвилюванню.

Кильова хитавиця. По відношенню до кильової хитавиці вплив курсового кута хвиль зворотний в порівнянні з бортовими коливаннями. На хвилюванні з носа або з корми кильова хитавиця найбільш інтенсивна і найменша при бортових курсових кутах хвиль. Амплітуда кильової хитавиці зростає при резонансі та при близькості довжини хвилі до довжини судна, проте великих значень вона не досягає. Під час резонансу кильова хитавиця відстає по фазі на 90° від хвилювання. На гребені хвилі судно «задирає» нис, а потім змінює диферент на нис, який досягає максимуму на підшви хвилі. У цей час наступна хвиля накопчує велику масу води на палубу. «Зариваючись» у хвилю, судно зазнає значні навантаження на корпус і втрачає швидкість.

Сама по собі кильова хитавиця не загрожує безпеці судна, небезпечні супутні їй явища. При зустрічному хвилюванні істотно зростає опір руху судна, сильні удари хвиль, підвищені забризкування і заливання палуби, можуть спостерігатися оголення гребного гвинта, слемінг, виникають значні згинальні моменти і інші проблеми. При курсі по хвилі можливі небезпечно зниження остийності, погіршення керованості судна.

Бортова з кильової хитавиця виникає при косих курсових кутах хвилювання. При відсутності резонансу амплітуда бортової хитавиці тут менше, ніж при розташуванні судна лагом до хвилі. Відповідно зменшується і амплітуда кильових коливань в порівнянні з хитавицею на зустрічних і попутних хвилях. Коли судно зазнає надмирну бортову хитавицю при хвилюванні в борт або сильну кильову хитавицю на зустрічному хвилюванні, то для того щоб знизити ризик нерідко змінюють курс з розрахунком напрямку хвилі в скулу судна. В умовах змішаної хитавиці з'являються обертальні моменти на корпусі судна, які динамічно змінюються і при сильному хвилюванні можуть викликати а пошкодження суден з великим розкриттям палуби. При курсових кутах хвилювання вид

120° до 170° спостерігається максимальна амплітуда хвильового нишпорення судна щодо утримуваного курсу.

5.3.2 Резонансні явища

Інтенсивність бортової, кильової, вертикальної хитавици різко зростає в умовах резонансу. При поздовжньо-горизонтальній, поперечно-горизонтальній хитавици та рисканні це явище не виникає. Розрізняють основний і параметричний резонанс хитавици.

При основному резонансі амплітуда хитавици досягає максимального значення, коли частота ω_K (період T_K) власних коливань судна дорівнює уявній середній частоті ω_e хвилювання. Відношення $\varepsilon_K = \omega_e / \omega_K = T_K / \tau_e$ називають відносною (по виду хитавици) уявною частотою хвилювання або показником резонансу. Для бортової хитавици цей показник буде позначатися ε_θ , для кильової і вертикальної - ε_ψ , ε_ζ відповідно. Періоди T_θ , T_ψ , T_ζ власних бортових, кильових і вертикальних коливань судна наближено оцінюються за формулами:

$$T_\theta \approx CB / \sqrt{h_\theta} \quad (5.1)$$

$$T_\psi \approx 2.4\sqrt{T} \quad (5.2)$$

$$T_\zeta \approx 2.5\sqrt{T} \quad (5.3)$$

де B , T - ширина і осадка судна, h_θ - поперечна метацентрична висота, $C \approx 0.7 \div 0.9$. Коефіцієнт C зазвичай обчислюють при будівництві судна і вказують в «Інформації про остійність для капітана судна». Внаслідок близькості періодів T_θ і T_ψ , резонанс кильової хитавици зазвичай супроводжується резонансом вертикальних коливань. Значне збільшення амплітуди хитавици виникає не тільки при рівності, а й близькості ε_K до одиниці. Зазвичай це спостерігається, коли показник резонансу лежить в

діапазони від 0.7 до 1.3. Тому умовою основного резонансу хитавици (бортової, кильової, вертикальної) є:

$$0.7 < \varepsilon_K < 1.3 \quad (5.4)$$

Максимуму резонансних явищ відповідає значення $\varepsilon_K = 1$. Під резонансною зоною розуміють область значень курсу і швидкості судна, в якій показник резонансу знаходиться в межах $(0.7 \div 1.3)$. Існує певна залежність між відношенням періодів (частот) і різницею фаз коливань судна і хвиль. При резонансі різниця фаз цих коливань становить 90° . Коли ε_K більше 1.3, змищення між фазами хитавици і хвиль менше 90° ; якщо $\varepsilon_K < 0.7$, то більше 90° .

Параметричний резонанс являє собою явище швидкого зростання кутів бортової хитавици. Він з'являється, коли удаваний період хвилювання близький до половини періоду власних бортових коливань судна і центр ваги (ЦВ) судна досить віддалений від площини діючої ватерлінії. Якщо ж ЦВ розташований поблизу цієї площини, то хитавиця параметричного типу зазвичай не виникає. Особлива небезпека параметричного резонансу полягає в тому, що на тлі сприятливого штормування нахилення великої амплітуди можуть виникнути несподівано при проходженні групи хвиль з періодом, близьким до $0.5 T_0$. У морській практиці відомі випадки зростання при параметричному резонансі амплітуди хитавици від 15° до 50° менше, ніж за 6 хвилин. Умовою параметричного резонансу зазвичай вважається $1.6 < \varepsilon_0 < 2.4$, а його максимум припадає на значення $\varepsilon_0 = 2$.

5.5.3 Надмирні прискорення

В умовах кильової хитавици, особливо при резонансі, можуть спостерігатися високи рівні вертикальних прискорень центру судна, бака і корми, що призводять до зростання амплітуди вертикального згинального моменту на корпусі і збільшують знос його конструкцій. При косих і

бортових курсових кутах хвилювання значні як вертикальні, так і бічні прискорення в русі судна. Спільно з нахиленими вони призводять до збільшення напруг в місцях кріплення вантажів і можуть стати причиною зміщення сипучих вантажів. Надмірні прискорення порушують нормальний режим роботи суднового устаткування, сприяють зсуву вантажу, погіршують умови роботи екіпажу. Для зменшення величини прискорень зазвичай навмисно знижується швидкість судна. Необхідність в цьому диктується або умовою зсуву вантажу, або величиною напруг в місцях кріплення, або інерційним впливом хитами на фізіологічний і психологічний стан людей.

5.5.4 Проблеми руху проти хвиль

Заливання. Рух судна, що зазнає хитами, може супроводжуватися додатковими проблемами, однією з яких є заливання - прийом великих мас води на палубу. При аналізі морехідності зазвичай розглядається заливання судна зустрічною хвилею через бак («зариваемість» у хвилю). Явище прийняття води на носову частину палуби судном на зустрічному хвилюванні, називається в англомовних джерелах «Green water». Таке заливання вважається сильним, коли довжина носової частини судна, що покривається водою, складає 0.15L і більше. Якщо хвилі досягають палубної лінії в будь-якій точці по довжині судна і тільки деякі з них перевищують її, заливання вважається помирним. Заливання немає, коли вода не потрапляє на палубу.

Інтенсивність заливання залежить від стану моря, швидкості і курсу судна, його завантаження, форми корпусу, особливо носової частини. Найбільше заливання відбувається на зустрічному хвилюванні, коли судно з повним вантажем і довжина хвиль близька до довжини судна. Умова максимального заливання на зустрічному хвилюванні, згідно з

дослідженнями Р.Н.Ньютона. може бути представлено співвідношенням (5.5):

$$0.8 < (h\lambda / FL) < 1.2 \quad (5.5)$$

де h , λ - висота і довжина хвилі; F , L - висота надводного борту і довжина судна. З досвіду експлуатації морських суден встановлено, що заливання відсутнє при значеннях $L/\lambda > 1.7$. Для зменшення небезпечного заливання на зустрічному хвилюванні найбільш раціонально знизити швидкість судна або зменшити осадку носом. Зміною курсу можна पनि видіти ударив носом об хвилю, але важко значно зменшити заливання, так як при косому хвилюванні може зрости амплітуда коливань кромки борта щодо рівня води.

Заливання палуби з'являється не тільки на зустрічному хвилюванні, а й при інших його курсових кутах, коли великі маси води можуть потрапляти на палубу з боку бортив, погрожуючи висадити фальшборт і нанести пошкодження об'єктам на палубі. На попутному хвилюванні заливання може відбуватися через корму. Наприклад, при проходженні на попутному дуже великому хвилюванні судно може відчувати сильну змішану хитавицю і приймати через борти і корму занадто багато води на палубу, чим створюється загроза розкриття вантажних люків і різних пошкоджень. Заливання також спостерігається при русі лагом до хвилі при режимі руху, близькому до резонансної зони. Особливо сильне воно в умовах резонансу.

Слеминг (вид англ. Slam - ляскати) - явище удару днища носової частини корпусу об воду в процесі хитавиці при русі судна на зустрічних хвилях. Удар супроводжується здриганням корпусу внаслідок раптового наростання навантаження на днище і повільно затухаючої вібрації. Таку загальну вібрацію корпусу називають випингом. Розрізняють ще незатухаючу вібрацію (спрингінг), обумовлену збудженням згинальних коливань корпусу під дією гідродинамічних тисків що періодично змінюються на зустрічних хвилях. Поява слемингу залежить від розмірів судна, осадки носом, форми корпусу, стану моря, курсу і швидкості судна.

Особливості слемінгу як фізичного явища визначаються в основному спільним виконанням двох умов: оголенням днища і входом його в воду з досить великою вертикальною швидкістю відносно води.

Слемінгу неодмінно передують оголення днища, виникаючі найчастіше при зустрічі з хвилями, близькими по довжині до судна. Гідродинамічні удари по днищу і загальна вібрація корпусу можуть бути причинами порушень місцевої і загальної міцності судна. Пошкодження зазвичай розвиваються повільно у вигляді накопичення пластичної деформації обшивки і елементів набору корпусу. Зовнішнім проявом ударів служить утворення потужних сплесків води уздовж борта у форштевня, що обрушуються на палубу у вигляді струйно-бризкових потоків.

Умова виникнення слемінгу. Слемінг з'являється при сильному хвилюванні з носових курсових кутів, коли:

- осадка носом менше $0.04 \div 0.05$ довжини судна;
- удаваний період хвилювання близький до періоду власних кильових коливань судна;
- крутизна хвилі становить не менше $1:30$;
- вхід днища в воду відбувається з вертикальною швидкістю, що перевищує $(3 \div 4) \sqrt{L}$ м/с.

Слемінг зазвичай виникає у суден з малою осадкою носом (при плаванні в баласти або з неповним вантажем на зустрічному хвилюванні). Ймовірність небезпечних ударів тим вище, чим більша висота хвиль і швидкість судна. Спостерігаються вони на зустрічному хвилюванні в широкому діапазоні курсових кутів. Тому відхилення за курсом від чисто зустрічного руху не завжди є ефективним засобом проти слемінгу. Виключити небезпечні удари хвиль легше зниженням швидкості або збільшенням осадки судна носом. Щоб уникнути неприємних наслідків слемінгу, капітани зазвичай знижують швидкість судна. Вибір режиму ходу носить суб'єктивний характер. Він залежить від досвіду судноводія, а також від психологічного впливу на екіпаж струсив корпусу. Чим

інтенсивніше хвили и витер. тим меншу швидкiсть можна допустити при постийний осадци носом або тим бильша осадка носом необходима для збереження колишньої швидкості судна.

У штормових умовах на зустрічних и косих щодо хвиль курсах. особливо коли судно має великий розвал бортив. спостерігаються також удари хвиль в борт носової кинцивки судна. Таке явище називається бортовим слемингом.

Випинг (вид англ. Whip - шмагати) являє собою пружни нестали коливання корпусу судна. викликані ударами його днища и бортив о воду и накатом води на відкриті ділянки палуб при руси на хвилюванні. Випинг з'являється через випадкові інтервали часу. має характер згасаючих коливань з частотою першого тону вільної вібрації корпусу. Напруження в поздовжніх зв'язках. викликані випингом. накладаються на напруги від хвильових згинальних моментів. при несприятливих умовах плавання вони можуть бути причиною втомних деформацій и пошкоджень конструкцій корпусу.

Явища заливання и випинга викликають пошкодження бака. зовнішньої обшивки. люкових закриттів. палубного обладнання тощо.

Навантаження на рушійну установку и корпус

Погирення роботи головної рушійної установки. При штормовий погоди підвищуються динамічні навантаження на лопати гребного гвинта. на валопровід и на головний двигун. Значне збільшення опору руху судна в умовах хвилювання призводить до перевантаження рушійної установки и до необхідності зниження її потужності. Зміна занурення и оголення гребного гвинта супроводжується зниженням ефективності його дії. попереминим розгоном и гальмуванням. значними коливаннями навантаження на гребному валу. Це надає негативний вплив на головний двигун. призводить до періодичного спрацьовування його захисту. вимагає обмеження його потужності. Змінні гідродинамічні навантаження, що діють на гвинт при хитахици. можуть викликати вібрацію гребного валу и корми. призвести до

несправності лопатей гвинта, конструкцій гребного валопроводу. Розгини і гальмування гвинта при його періодичному оголенні і зануренні несприятливі для гребних установок, особливо для широко поширених дизельних двигунів.

Швидкість судна на переході в штормових умовах менше швидкості на тихій воді через дві обставини: додаткового опору від хвиль, вітру і зниження ефективності рушія (природна втрата швидкості); зменшення режиму ходу самим судноводием при виникненні небезпечних для судна і вантажу явищ (вимушена або навмисна втрата швидкості). Для уникнення перенавантаження двигуна в умовах хвилювання знижують його потужність і, відповідно, швидкість руху.

Деформації корпусу. Під впливом зовнішніх сил будь-яке тверде тіло змінює свою форму - деформується. Деформація, що зникає з припиненням дії зовнішніх сил, які її викликали, називається пружною. При такій деформації всередині тіла виникають сили пружності, які прагнуть повернути тіло первісну форму. Величина цих сил пропорційна деформації тіла. Пружна сила, яка припадає на одиницю площі перетину тіла, називається напругою (механичною). Деформація є пружною, коли викликані зовнішньою силою напруги не перевищують межі пружності і/або тривалість її впливу невелика. Якщо ці умови не дотримані, то після припинення дії на тіло зовнішніх сил, воно не відновить повністю свою форму. Деформація тіла, яка не зникла після зняття навантаження, називається залишковою. Пружні деформації можуть бути дуже різні. Однак чимало з них можна звести до одного виду - розтягування (або стиску). При розтягуванні тіла напруги вважаються позитивними, а при стисненні - негативними. Загальні деформації корпусу. Під дією зовнішніх сил змінюється форма суднового корпусу. Деформації судна, розглянутого як балка змінної по довжині перетину, називаються загальними. Найбільш значними і небезпечними видами цих деформацій є

поздовжний вигин и кручення. Здатність корпусу протистояти їм, не руйнуючись, називається загальною міцністю судна.

Загальний вигин - це деформація корпусу, при якій на палубі и на днищі судна виникають поздовжні напруження, причому на палубі знак цих напруг протилежний знаку на днищі. Загальний вигин особливо небезпечний для великотоннажних суден. Розрізняють два види такої деформації: прогин (sagging) и перегин (hogging). При перегині палуба розтягнута, а днище стисле, при прогині - навпаки.

В умовах хитами на курсах врозріз хвилі и по хвилі періодично змінюється величина и форма зануреної частини судна, а також швидкості и прискорення руху корпусу. Викликані цими обставинами знакозмінні динамічні навантаження викликають вигин корпусу в вертикальній площині, а на косому хвилюванні, крім того, вигин в горизонтальній площині и скручування. Головною складовою зовнішніх сил вважається хвильовий момент що вигинає. Вид його дії загальний вигин, властивий судну при тихій погоді, збільшується, особливо при попаданні судна з початковим прогином на підшву хвилі (або судна з перегином на її вершину). При певних умовах такі деформації виходять за межі пружних. В результаті в конструкціях корпусу можуть з'явитися залишкові деформації и ушкодження.

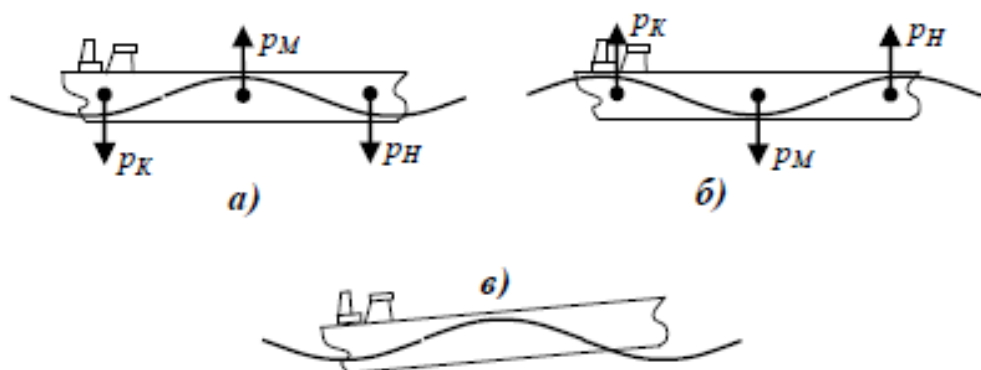


Рис. 5.6. Положення судна під час поздовжньої хитами

Для великотоннажних суден (довжина більше 150 метрів) сильне зустрічне хвилювання може стати причиною втрати загальної міцності. На тихій воді напруги в поздовжніх зв'язках великотоннажного судна зазвичай невеликі, так як вага його поперечних секцій урівноважена силами підтримки води. При сильному хвилюванні довжина морських хвиль становить 130 ... 300 м і часто близька до довжини великотоннажного судна. В цьому випадку при знаходженні миделю судна на вершини або на підошви хвилі в середній частині і в краях судна з'являється різниця між силами ваги і силами підтримки (Рис. 1.4. а. б). Сумарні сили на корпус в кінцівках по напрямку протилежні силам в середній частині. Внаслідок цього корпус судна знаходиться під дією значного хвильового згинального моменту, який при русі судна щодо хвиль змінюється з великою амплітудою. Ця ситуація ускладнюється при оголенні країв судна (Рис. 1.4. в), при заливанні носової частини палуби. На величину хвильового згинального моменту впливають також інерційні сили, обумовлені вертикальними прискореннями руху корпусу. Залежно від різниці фаз коливань судна і хвиль вони можуть збільшувати або зменшувати величину згинального моменту. Вигинаючий момент що змінюється з великою амплітудою призводить до значних коливань напруги в поздовжніх зв'язках, в обшивці палуби і днища в центральній частині судна, до появи в цих елементах залишкових деформацій. Наслідком може бути їх пошкодження, і навіть розриви, що призводять іноді до перелому корпусу.

Крутинням називається деформація корпусу під дією двох протилежно спрямованих поперечних моментів, прикладених до країв судна. Крутиння корпусу досягає максимальних значень при плаванні на косому хвилюванні. Такого виду деформація може виявитися небезпечною для суден з великим розкриттям палуб (контейнеровозів, балкерів). Місцеві деформації. Крім схильності до загальних деформацій конструкції корпусу (набір, палуба, днище, борт) його окремі частини беруть участь в місцевому вигині під впливом локальних зусиль, таких як тиск вантажу.

удари хвиль. и т.д. Слід зазначити, що сила тиску води на корпус при ударах хвиль може досягати 38 т/м^2 . На хвилюванні місцеві напруги в певних частинах корпусу зростають. Наприклад, через вертикальні прискорення при хитах зростає тиск вантажу на палубі трюмів і твіндек. При слемінгу значно збільшуються гідродинамічні сили на обшивці носової частини днища. и т.д. Властивість елементів корпусу протистояти дії на них локальних навантажень, не руйнуючись, називається місцевою міцністю судна.

У конструкціях, що беруть участь в загальних і локальних деформаціях, викликані ними напруги складаються.

Основні фактори, що впливають на інтенсивність хитах

Інтенсивність коливань судна, викликаних хвилюваннями, залежить головним чином від наступних факторів:

- висоти морських хвиль (чим більше хвилі, тим інтенсивніше хитах);
- розмірів і демпфуючих властивостей судна (чим більше розміри судна і вище його демпфуючі властивості, тим менше інтенсивність коливань);
- різниці фаз між коливаннями судна і поверхні моря (найгірший варіант - різниця фаз 90°);
- співвідношення між періодами власних коливань судна і хвильового впливу на нього (стан резонансу при $0.7 < \epsilon_k < 1.3$);
- співвідношення між довжиною судна L і переважної довжиною морської хвилі λ (найбільш несприятливо, коли $\lambda = L$).

Слід також зазначити, що з ростом швидкості судна прискорення, швидкості, кутові і лінійні переміщення корпусу, сила ударів хвиль і інтенсивність інших несприятливих явищ в загальному випадку збільшуються.

5.6 Статистичні характеристики морехидності

В якості характеристик морехидності в даний роботи прийняти ймовірності небезпечних вертикальних прискорень, заливання, слемінга і розгону гвинта.

При цьому під небезпечними прискореннями розуміється перевищення вертикальних прискорень на носовому перпендикулярі величини $0.4g$. Під небезпечним заливанням розуміється перевищення хвилюю ефективного надводного борту. Під слемінгом - явище, що полягає в оголенні днища в перерізі з теоретичного шпангоуту №10, і його подальшим входом в воду зі швидкістю, яка перевищує деяке порогове значення. Під розгоном гвинта - оголення кромки гвинта більш ніж на $1/3$ діаметра.

Таким чином, перераховані вище характеристики морехидності визначаються наступними кінематичними характеристиками: вертикальні прискорення - стандартом вертикальних прискорень на носовому перпендикулярі; заливання - стандартом відносних переміщень на носовому перпендикулярі; слемінг - стандартами відносних переміщень і швидкостей на носовому перпендикулярі; розгону гвинта - стандартом відносних переміщень в перерізі по диску гребного гвинта.

Згідно з [16] гранично допустимі значення ймовірностей настання цих подій приймалися:

вертикальних прискорень	– 13.5%	$(p_a=0.135)$;
заливання	– 7%	$(p_{dw}=0.07)$;
слемінга	– 3%	$(p_{sl}=0.03)$;
розгону гвинта	– 25%	$(p_{pr}=0.25)$.

Граничне значення швидкості відносних вертикальних переміщень згідно з рекомендаціями [17] приймалося рівним: $V \cdot 0.0928 \frac{0.6}{C_b \sqrt{Lg}}$, де C_b - коефіцієнт загальної повноти.

У розрахунках заливання під ефективним надводним бортом розуміється геометричний надводний борт за вирахуванням поправки на спотворення хвильового профілю (ходову хвилю). Значення останньої приймалося згідно з рекомендаціями для морських транспортних суден [18].

Вважаючи амплитуди процесів, пов'язаних з качкою розподіленими по закону Релея, одержуємо наступні вирази для граничних висот хвиль, при яких імовірність відповідних подій дорівнює допустимій:

$$\text{- для вертикальних прискорень } h = \frac{0.4g}{\bar{\sigma}_A \sqrt{2\ln(\frac{1}{p_A})}}.$$

де $\bar{\sigma}_A$ - стандарт вертикальних прискорень на носовому перпендикулярі при $h_{3\%} = 1\text{ м}$;

$$\text{- для заливання } h = \frac{F_e}{\bar{\sigma}_{r0} \sqrt{2\ln(\frac{1}{p_{dw}})}}.$$

де $\bar{\sigma}_{r0}$ - стандарт відносних вертикальних переміщень на носовому перпендикулярі при $h_{3\%} = 1\text{ м}$;

$$\text{- для слемінга } h = \sqrt{\frac{\frac{V^{*2}}{\bar{\sigma}_{r3}^2} + d_3^2 / \bar{\sigma}_{Vr3}^2}{2\ln(\frac{1}{p_{sl}})}}.$$

де $\bar{\sigma}_{r3}$, $\bar{\sigma}_{Vr3}$, і d_3 - стандарти відносних вертикальних переміщень, відносних вертикальних швидкостей і осадки в перерізі з теоретичного шпангоуту №3 при $h_{3\%} = 1\text{ м}$ відповідно;

$$\text{- для розгону гвинта } h = \frac{H_{pr}}{\bar{\sigma}_{r\ pr} \sqrt{2\ln(\frac{1}{p_{pr}})}}.$$

де H_{pr} , $\bar{\sigma}_{r\ pr}$ - заглиблення верхньої кромки лопати і стандарт відносних вертикальних переміщень в перерізі по диску гребного гвинта при $h_{3\%} = 1\text{ м}$;

РОЗДИЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙС

6.1 Підвищення ефективності роботи морського транспортного судна

У дослідницькій частині даний магістерської роботи «Визначення морехідності. її забезпечення. критерії та контроль в умовах рейсу» видзначени основні переваги в можливість організації навігаційної безпеки.

Основним видом процесу роботи морського транспортного судна є його рейс. Найважливішим елементом загальної організації перевезення є забезпечення доставки навантажених на судно вантажів, безпека життєдіяльності суднового екіпажу і запобігання забруднення навколишнього середовища.

Перевезення всіх видів вантажів необхідно виконати не заподіявши шкоди навколишньому середовищу, не порушивши стандарти безпеки, вимоги міжнародних конвенцій, національних правил та правил компанії.

Поряд з найважливішим завданням охорони людського життя на морі і середовища від забруднення, у всьому світі проводяться заходи щодо зниження навігаційної аварійності, а отже, організації безаварійної проводки судна по заданому маршруту що і має велике економічне значення.

В умовах ринкової економіки, коли всі судноплавні компанії працюють за рахунок створення компанією чистого прибутку, необхідність економічного обґрунтування будь-яких витрат судна набуває особливого значення. Витрати на дослідження складають значну питому вагу в загальних витратах на розвиток торговельного флоту. Вид ефективності цих витрат багато в чому залежить ефективність всієї економіки судноплавної компанії і кожного окремо взятого судна.

6.2 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейси

Розрахунок виконаний на підставі завдання і даних, отриманих у попередніх розділах цієї дипломної роботи, взятих із суднової документації при роботі на переддипломної практики, з довідкових матеріалів кафедри М і ЕМТ НУ«ОМА», прейскурантів, тарифів та ін. Вихідні дані рейсу т/х «NAPOLIS» з порту Деринжи в порт Пирей 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 «NAPOLIS»	D_w	Тон	5345.68
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	478.42
3	Відстань між портами	L	мили	386
4	Кількість навантаженого вантажу: автомобіли	$\Sigma Q_{шт}$	шт	665
5	Фрахтова ставка за 1 шт вантажу	f	\$/шт	150
6	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	шт/ доб.	2400
7	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	шт/ доб.	2880
8	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	16.0
9	Швидкість в каналах, вузостях	v	кан. вуз.	12
10	Добова витрата палива на ходу: важке	q^6_x	тон/доб	36.8
	Добова витрата палива на стоянці: легке	$q_{ст}$	тон/доб	2.0

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5
11	Ціна 1 тони палива: важке	$C_{\text{в}}$	\$/т	550
	легке	$C_{\text{л}}$	\$/т	700
12	Балансова вартість судна	$C_{\text{бал}}$	\$	1069000
13	Річна норма амортизації	Ha	%	10
14	Позаексплуатаційний час	$T_{\text{зе}}$	днів.	15
15	Чисельність екіпажу	$Ч_{\text{ек}}$	чол.	22
16	Час затримки в дорозі	$t_{\text{зат}}$	год.	1
17	Додатковий час в портах стоянки	$t_{\text{доп}}$	год.	1
18	Заробитна платня	$R_{\text{зн}}$	\$/доб	1950
19	Витрати на технічне постачання	$R_{\text{т.пос}}$	\$/доб	120
20	Навігаційні витрати	$R_{\text{нав}}$	\$/доб	100
21	Портови збори	$R_{\text{порт}}$	\$	12500
22	Агентування суден	$R_{\text{аг}}$	\$/доб	100
23	Витрати на страхування судна	$R_{\text{стр}}$	\$/доб	120
24	Витрати на ремонт	$C_{\text{рем}}$	\$/мр.п.	350000
25	Вартість одного доковання	$C_{\text{док}}$	\$	5000

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

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

$$D_q = D_w - G_{\text{зан}}. \quad (6.1)$$

$$D_q = 5345.68 - 478.42 = 4867.26 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

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

де T_k - календарний період, приймаємо 365 диб;

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

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

$$t_x = 386 / (16.0 \times 24) = 1.0 \text{ диб}$$

- стоянковий час:

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

$$t_{cm} = 665 / 2400 + 665 / 2880 + 1/24 = 0.5 \text{ диб.}$$

- час рейсу складе:

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

$$t_p = 1.0 + 0.5 = 1.5 \text{ диб}$$

4. Розраховуємо провизну спроможність судна:

- зроблено шт-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 665 \times 386 = 256690 \text{ шт-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_{\text{ч}} L = 4867.26 \times 386 = 1878762 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

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

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = 665 \times 150 = 99750 \text{ \$/рейс}$$

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

Постійні експлуатаційні витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

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

- витрати на заробітну плату ($R_{\text{зн}}$) 1950 \$/добу;

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

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

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

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

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

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

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

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

$$R_{\text{рем}} = ((5000 + 350000) / 5) / 350 = 203 \text{ $/добу}$$

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

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

$$R_{\text{ам}} = (1069000 \times 0.1) / 350 = 305 \text{ $/добу};$$

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

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

де $H_{сн}$ – норма постачання;

$$R_{сн} = (1069000 \times 0.02) / 350 = 61 \text{ \$/добу};$$

- витрати на технічне постачання ($R_{т.пос.}$) 120 \\$/добу;
- навігаційні витрати. \\$/добу ($R_{нав}$) 100 \\$/добу;
- портови збори ($R_{порт}$) 12500 \\$/рейс;
- витрати з агентування ($R_{аг}$) 100 \\$/добу;
- витрати на страхування ($R_{стр}$) 120 \\$/добу.

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

$$R_{екс} = 1950 + 264 + 203 + 305 + 61 + 120 + 100 + 12500 / 1.5 + \\ + 100 + 120 = 11496 \text{ \$/ добу}$$

7. Розраховуємо непрямі (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 %.

$$R_{кос.} = 11496 \times 0.02 = 230 \text{ \$/добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{заг} = 11496 + 230 = 11726 \text{ \$/добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{\text{заг.екс}} = 11726 \times 1.5 = 17589 \text{ \$/рейс}$$

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

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

$$R^m_x = k_{cm} \cdot q_x \cdot U_m \quad (6.15)$$

$$R^n_x = k_{cm} \cdot q_x \cdot U_n \quad (6.16)$$

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

$$R^m_x = 1.1 \times 36.8 \times 450 = 18216 \text{ \$/ добу}$$

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

$$R^m_{cm} = k_{cm} \cdot q_{cm} \cdot U_n \quad (6.17)$$

$$R^m_{cm} = 1.1 \times 2.0 \times 550 = 1210 \text{ \$/ добу}$$

- витрати на паливо и мастильні матеріали витрати за рейс:

$$\Sigma R_{\text{пер}} = (R^m_x \cdot t_x) + (R^m_{cm} \cdot t_{cm}) \quad (6.18)$$

$$\Sigma R_{\text{пер}} = 18216 \times 1.0 + 1210 \times 0.5 = 18821 \text{ \$/рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

$$\Sigma R_{\text{рейс}} = \Sigma R_{\text{заг.екс}} + \Sigma R_{\text{зм}} \quad (6.19)$$

$$\Sigma R_{рейс} = 17589 + 18821 = 36410 \text{ \$/рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

$$\Sigma \Pi_{рейс} = \Sigma F_{рейс} - \Sigma R_{рейс}. \quad (6.20)$$

$$\Sigma \Pi_{рейс} = 99750 - 36410 = 63340 \text{ \$/рейс}$$

Прибуток судна т/х «NAPOLIS» з порту Деринжи в порт Пирей з вантажем автомобілі за рейс склав 63340 \$/рейс.

Якісних показників роботи судна в рейси розраховуємо за методикою: [22].

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

$$K_e = \frac{T_{екс}}{T_{к}}. \quad (6.21)$$

$$K_e = 350 / 356 = 0.959$$

2. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

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

$$V_{cp} = 386 / 1.5 = 257$$

3. Коефіцієнт ходового часу:

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

$$\varepsilon_x = 1.0 / 1.5 = 0.667$$

4. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

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

$$\mu_6 = 0.986 \times 257 \times 0.667 = 169.019134$$

5. Валова прибутковисть одних судно-днб:

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

$$\mu = 99750 / 1.5 = 66500 \text{ \$/доба}$$

6. Собивартість перевезення однієї тони вантажу в рейси:

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

$$S_{ум} = 36410 / 665 = 54.75 \text{ \$/шт}$$

7. Собивартість 1 тонно-мили в рейси:

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

$$S_{ум-м} = 36410 / 256690 = 0.1418442 \text{ \$/шт-м}$$

8. Собивартість утримання судна в добу експлуатації:

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

$$S_{с-д} = 36410 / 1.5 = 24273 \text{ \$/ доба.екс}$$

10. Рівень прибутковості являє відношення доходів до витрат:

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

$$PF = 99750 / 36410 = 2.74$$

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

6.3. Прогнозування роботи судна. оцінка ефективності рейсу

Якісні показники роботи судна за експлуатаційний період розраховуємо з урахуванням розрахованого експлуатаційного періоду роботи судна за формулою (6.2) за методикою [22]:

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$Ч_p = T_{екс} / t_p \quad (6.30)$$

$$Ч_p = 350 / 1.5 = 233.33$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma Q_{екс} = 665 \times 233.33 = 155164 \text{ шт / рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

$$\Sigma Ql_{екс} = \Sigma Ql Ч_p \quad (6.32)$$

$$\Sigma Ql_{екс} = 256690 \times 233.33 = 59893478 \text{ шт-миль / рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma F_{екс} = 99750 \times 233.33 = 23274668 \text{ \$ / рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma R_{екс} = 36410 \times 233.33 = 8495545 \text{ \$ / рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma \Pi = 63340 \times 233.33 = 14779122 \text{ \$ / рік}$$

7. Рівень прибутковості роботи судна за експлуатаційний період:

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

$$PF = 23274668 / 8495545 = 2.74$$

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

Таблиця 6.2 – Кількісні і якісні показники виконаного рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Валовий дохід	F	\$	99750
2	Затрати загальні	R	\$	36410
3	Прибуток	Π	\$	63340
4	Коефіцієнт ходового часу	ε_x		0.667
5	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	милі/доб	257
6	Доходність судна	μ	\$/ доб	66500
7	Рівень доходності	PF		2.74

8	Собивартисть перевезення 1 шт вантажу	$S_{шт}$	\$/шт	54.75
9	Собивартисть 1 шт-мили	$S_{шт-м}$	\$/шт-м	0.1418442
10	Собивартисть утримання судна за добу експлуатації	$S_{с-д}$	\$/доб.	24273

В результаті проведених розрахунків, наведених у табл. 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень прибутковості 2.74. прибуток 63340 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 14779122 \$. Судно «NAPOLIS» доцільно використовувати на даний лінії.

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 «Yarrow» стоїть в порту Калькутта (Індія) біля причалу № 3 спеціалізованого перевантажувального комплексу для хімічних рідких наливних вантажів.

Отримано повідомлення про інцидент із зрідженим газом: в результаті терористичного акту на території причалу стався вибух, що призвело до пошкодження бочки–контейнеру з сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР) – скрапленням хлористим воднем.

З пошкодженої бочки–контейнеру вилилося 0.5 т СДОР. характер розливу – «вільно».

Метеорологічні умови на момент аварії: час доби – день. 9.00. температура повітря 20⁰. швидкість вітру 2 м/с. вітер – зустрічний. суцільна хмарність. Видстань від судна до місця аварії – 0.3 км. Характер місцевості – територія порту.

Виконати оперативний прогноз хімічної обстановки на час через 1 годину після аварії. Запропонувати заходи по зменшенню можливих втрат серед екіпажу та пасажирів судна.

Визначити заходи щодо спостереження за обстановкою на борту судна і за територіями, прилеглими до судна, для забезпечення охорони судна.

7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території

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

1) Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря

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

Таблиця 7.1 – Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

Швид- кість втру. м/с	Час доби					
	день			ніч		
	Наявність хмарности					
	відсутня	середня	суцільна	відсут- ня	середня	суцільна
0.5	конвек- ція	конвек- ція	ізотер- мια	інвер- сія	інвер- сія	ізотер- мια
0.6 – 2.0	конвек- ція	конвек- ція	ізотер- мια	інвер- сія	інвер- сія	ізотер- мια

2) Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі

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

Розраховуємо еквівалентну кількість $Q_{\text{э1}}$ (т) хлористого водню в первинній хмарі:

$$Q_{\text{з1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0 = 0.28 \cdot 0.3 \cdot 0.23 \cdot 1 \cdot 0.5 = 0.01 \text{ т.}$$

де $K_1 = 0.28$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (табл. 7.2);

$K_3 = 0.3$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози хлористого водню (табл. 7.2);

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

Таблиця 7.2 – Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найме- нування СДОР	Щільність СДОР. т/ м³		Температура кипіння. °С	Порогова токсодоза. мг·хв/л	Значення допоміжних коефіци- ентив						
	Газ	Ридина			K ₁	K ₂	K ₃	K ₇ для темпера- тури повітря (°С)			
								0	10	20	40
Хлорис- тий водень	—	1.191	—85.1	2	0.2 8	0.03 7	0.0 3	<u>0.8</u> 1	<u>0.9</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1.2</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).

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

$Q_0 = 0.5$ – кількість хлористого водню, що розлився при аварії, т.

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

Площа розливу S_p (m^2) хлористого водню дорівнює:

$$S_p = \frac{V_p}{h} = \frac{Q_o / \rho}{h} = \frac{0.5 / 1.191}{0.05} = 8.4 m^2 .$$

де V_p – об'єм хлористого водню, що розлився. m^3 ;

$\rho = 1.191$ – щільність хлористого водню. t/m^3 (табл. 7.2);

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

м.

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

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

$$T = \frac{h \cdot \rho}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{II}} + \frac{1}{K_m \cdot v_{II}} = \frac{0.05 \cdot 1.191}{0.037 \cdot 1.33 \cdot 1} + \frac{1}{0.2 \cdot 12} = 1.6 \text{ год.} = 1 \text{ год. } 36 \text{ хв.}$$

де $K_2 = 0.037$ – коефіцієнт, що залежить від фізико–хімічних властивостей хлористого водню (табл. 7.2);

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

Таблиця 7.3 – Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

Швидкість ві- тру (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

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

$K_M = 0.2$ – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари хлористого водню (табл. 7.4);

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

Таблиця 7.4 – Значення коефіцієнту K_M залежно від впливу характеру місцевості

Рельєф місцевості. вид рослинності і забудови	Вертикальна стійкість повітря		
	конвекція	изотермия	инверсия
Территория порту	0.2	0.2	0.3

Таблиця 7.5 – Швидкість (км/год) перенесення v_{II} 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
Инверсия	5	10	16	21	–	–	–	–	–	–
Изотермия	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59
Конвекция	7	14	21	28	–	–	–	–	–	–

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

$$Q_3 = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{II} \cdot \frac{Q_0}{h \cdot \rho} = 0.72 \cdot 0.037 \cdot 0.3 \cdot 1.33 \cdot 0.23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{0.5}{0.05 \cdot 1.191} = 0.02 \text{ т.}$$

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

4) Визначення глибини і площі зони зараження

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

Для $Q_{\text{с1}} = 0.01$ т та швидкості витру $u = 2$ м/с визначаємо глибину зони зараження первинною хмарою хлористого водню: $\Gamma_1 = 0.26$ км.

Для $Q_{\text{с2}} = 0.02$ т та швидкості витру $u = 2$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою хлористого водню: $\Gamma_2 = 0.34$ 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

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0.5 \cdot \Gamma'' = 0.34 + 0.5 \cdot 0.26 = 0.47 \text{ км.}$$

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

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

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

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

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{matrix} \right\} = 0.47 \text{ км.}$$

Визначаємо площу зони можливого зараження S_v (км²) хмарою хлористого водню:

$$S_v = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^0 = 3.14 \cdot 0.47^2 \cdot 90^0 / 360^0 = 0.17 \text{ км}^2.$$

де $\Gamma = 0.47$ – розрахункова глибина зони зараження, км;

$\varphi = 90^0$ – кутовий розмір зони зараження, град (табл. 8.7).

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_f (км²):

$$S_f = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0.2} = 0.133 \cdot 0.47^2 \cdot 1^{0.2} = 0.03 \text{ км}^2.$$

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

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

Територія можливого хімічного зараження представляє собою сектор, що має кутовий розмір $\varphi = 90^0$ (табл. 7.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковий глибини зони зараження $\Gamma = 0.47$ км. Вершина сектору співпа-

дає з джерелом зараження – місцем розливу хлористого водню. У райони хімічного зараження виділяють зони смертельної концентрації, важкого, середнього і легкого ураження.

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ_1 (км):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_1} \right)^\Psi = 2.31 \cdot 0.2 \cdot \left(\frac{0.03}{6} \right)^{0.58} = 0.02 \text{ км.}$$

де $\lambda = 2.31$; $\Psi = 0.58$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (табл. 8.8);

$Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0.01 + 0.02 = 0.03$ – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару, т;

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

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

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

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

$$\Gamma_{0.41} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0.41}} \right)^\Psi = 2.31 \cdot 0.2 \cdot \left(\frac{0.03}{2.4} \right)^{0.58} = 0.04 \text{ км.}$$

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

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

$$\Gamma_{0.21} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0.21}} \right)^\Psi = 2.31 \cdot 0.2 \cdot \left(\frac{0.03}{1.2} \right)^{0.58} = 0.05 \text{ км.}$$

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

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковий глибини зони зараження $\Gamma = 0.47$ км.

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

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

$$t = \frac{x}{K_m \cdot v_{\Pi}} = \frac{0.3}{0.2 \cdot 12} = 0.72 \text{ год.} \approx 43 \text{ хв.}$$

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

7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

Оцінка масштабів хімічного зараження території порту показала, що зона зараження може поширитись на глибину 0.47 км. До судна «Yarrow» хмара зараженого повітря підійде через 43 хв. В результаті інциденту судно потрапляє в зону легких уражень, що є загрозою для життя членів екіпажу судна. Час дії вражаючих концентрацій хмари становить 1 год. 36 хв.

Для зменшення людських втрат пропонуються наступні заходи:

- оголосити тривогу та повідомити екіпаж про небезпеку, припинити усі роботи;
- терміново провести евакуацію людей за межі зони ураження (напряму руху – в сторону від напрямку руху хмари);
- підготуватися до надання першої медичної допомоги постраждалим;

– зв'язатися з аварійними службами порту для отримання інформації про розвиток аварії.

7.1.4 Заходи щодо спостереження за обстановкою на борту судна и за територіями, прилеглими до судна, для забезпечення охорони судна

Судно повинно бути здатним спостерігати за обстановкою на борту в цілому, за зонами обмеженого доступу на судні та за районами навколо судна. Таке спостереження може бути забезпечено за допомогою: освітлення; вахти, охоронців и палубного дозору, включаючи патрулі; автоматичних пристроїв виявлення несанкціонованого проникнення и засобів спостереження.

Під час використання автоматичних пристроїв виявлення несанкціонованого проникнення повинні приводитись в дію звукові або світлові сигнали тривоги в місці, в якому постійно присутні люди або яке перебуває під постійним наглядом.

У плани охорони судна повинні бути вказані засоби, що забезпечують безперервну роботу устаткування спостереження, з урахуванням можливого впливу погодних умов або порушень в подачі електроживлення.

Для рівня охорони 1 у плани охорони судна повинні бути встановлені заходи охорони, які можуть бути поєднувати використання освітлення, вахти, охоронців чи обладнання охорони и спостереження, з тим, щоб персонал з охорони судна миг спостерігати за судном в цілому, а також за огорожами и зонами обмеженого доступу зокрема.

При здійсненні взаємодії судно–порт або, якщо необхідно, під час знаходження в портовому засоби або на якорний стоянці в темний час доби и в періоди погіршеної видимості палуба судна и місця доступу на судно повин-

ни бути освітлені. Будучи на ходу, судно повинно, коли це необхідно, в максимальній мірі використовувати наявні засоби освітлення, у відповідності з вимогами безпеки мореплавства, з урахуванням положень чинних Міжнародних правил попередження зіткнень суден у морі. При визначенні належного рівня освітлення та місць встановлення засобів освітлення необхідно враховувати наступне:

- у суднового персоналу повинна бути можливість виявляти діяльність за межами судна, як на березі, так і на воді;
- освітлювана площа повинна включати судно і зону навколо нього;
- освітлення повинно полегшувати ідентифікацію членів персоналу в місцях доступу;
- площа освітлення може забезпечуватися за допомогою координації з портовим засобом.

Для рівня охорони 2 в плані охорони судна повинні бути встановлені додаткові заходи охорони, що підлягають застосуванню для підвищення можливостей контролю і спостереження, які включають:

- збільшення періодичності і ретельності проведення дій з охорони дозорами;
- збільшення площі та інтенсивності освітлення або застосування устаткування охорони та спостереження;
- виділення додаткового персоналу для спостережних постів;
- забезпечення координації дій з шлюпковими дозорами на воді, а також пішими або моторизованими патрулями на березі, якщо вони передбачені.

Може знадобитися додаткове освітлення як міста захисту при підвищеній небезпеці настання події, пов'язаний з охороною. При необхідності, потреби в додатковому освітленні можуть задовольнятися шляхом погодження з портовим засобом питання про надання додаткових берегових засобів освітлення.

При рівні охорони 3 судно має слідувати вказівкам, що надійшли від тих, хто приймає заходи у випадку події, пов'язаної з охороною, або її загрози. Заходи охорони, які можуть бути прийняті судном у тисний взаємодії з тими, хто приймає заходи у відповідь, і з портовим засобом включають:

- ввімкнення всього освітлення судна або освітлення зони в безпосередній близькості від судна;
- включення всіх судових засобів спостереження, здатних реєструвати діяльність на судні або в безпосередній близькості від нього;
- максимальне збільшення періоду часу, протягом якого такі засоби спостереження можуть вести реєстрацію;
- підготовку до огляду підводної частини корпусу судна;
- вжиття заходів, спрямованих на запобігання доступу до підводної частини корпусу судна, включаючи повільну роботу гвинтами, якщо це практично можливо.