

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

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра Управління судном

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА

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

Журавльов Денис Русланович

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи *Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна*
«MOL Performance» за маршрутом Фелікстоу - Порт -Саїд

Підпис магістранта _____

Завідувач кафедри _____

Керівник _____ Дмитро КОРБАН

Рецензент _____

Нормоконтроль _____

м. Одеса
2025 рік

Магістерська робота містить 121 с., 35 рис., 51 таб., 68 використаних джерел.

У даній дипломній роботі виконано попереднє опрацювання рейса судна «MOL Performance» з Фелікстоу (порт вантаження) в Порт Саїд (порт вивантаження). Відстань між портами 3277,6 миль. Маршрут плавання проходить в Атлантичному океані, Середземному морі.

Дослідницький розділ магістерської роботи присвячен системному аналізу швартування та маневрування надвеликих контейнеровозів (ULCV) в умовах портової інфраструктури. У розділі виконано комплексний аналіз особливостей швартування та маневрування надвеликих контейнеровозів (ULCV) у сучасних портах. Розглянуто тенденції росту розмірів суден, їхній вплив на портову інфраструктуру та роботу швартових систем. Проведено динамічний швартовий аналіз (DMA) з урахуванням дії вітрових навантажень та умов проходження суден. Визначено критичні фактори, що впливають на безпеку швартування, та обґрунтовано ефективність інноваційних рішень, таких як модулі ShoreTension. Запропоновано рекомендації щодо модернізації інфраструктури та оптимізації конфігурацій швартування для майбутніх суден місткістю понад 40 000 TEU.

Виконано економічне обґрунтування рейсу та аналіз кількісних і якісних його показників.

Представлені деякі аспекти з цивільної оборони на судні.

The master's thesis contains 121 pages, 35 figures, 51 tables, and 68 used sources.

In this diploma paper the preliminary processing of the flight of the «MOL Performance» from Felixstowe (port of loading) to Port Said (port of unloading) was completed. The distance between the ports is 3277.6 miles. The itinerary runs in the Atlantic Ocean, the Mediterranean.

The research section of the master's thesis is devoted to the systematic analysis of mooring and maneuvering of ultra-large container vessels (ULCV) in port infrastructure conditions. This chapter provides a comprehensive analysis of mooring and manoeuvring operations of Ultra Large Container Vessels (ULCV) within modern port environments. Trends in vessel size growth and their impact on port infrastructure and mooring systems are examined. A Dynamic Mooring Analysis (DMA) is conducted, incorporating wind loads and passing ship effects. Critical safety factors are identified, and the effectiveness of innovative technologies such as ShoreTension modules is evaluated. Recommendations are proposed for optimizing mooring configurations and upgrading port infrastructure to accommodate future vessels exceeding 40,000 TEU.

The economic justification of the flight and the analysis of its quantitative and qualitative indicators were performed.

Some aspects of civil defense on a ship are presented.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА	8
1.1 Загальні відомості і головні розміри судна	8
1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики	9
1.3 Маневрені характеристики.....	13
1.4 Навігаційне обладнання.....	17
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ	18
2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу.....	18
2.2 Оцінка запланованого переходу	21
2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході	24
2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації	26
2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні	28
2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання.....	33
2.3.1 Розрахунок ортодромії.....	33
2.3.2 Складання маршрутних листів	34
2.3.3 Графічний план переходу.....	34
2.3.4 Розрахунок природної освітленості	36
2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів	37
2.4 Висновки	38
РОЗДІЛ 3 ОБРОБКА І РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖУ	39
3.1 Транспортні характеристики вантажів	39
3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та документальне оформлення морського перевезення	42
3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна.....	46
3.4 Складання вантажного плану.....	49
3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу	49

РОЗДІЛ 4 ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА.....	51
4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна.....	51
4.2. Розрахунки посадки і початкової остійності.....	58
4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації	61
4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності.....	62
4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності	64
4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності	67
4.7 Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу	68
РОЗДІЛ 5 СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ШВАРТУВАННЯ ТА МАНЕВРУВАННЯ НАДВЕЛИКИХ КОНТЕЙНЕРОВОЗІВ (ULCV) В УМОВАХ ПОРТОВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ	70
5.1 Вступ.....	70
5.2 Вивчення проблеми.....	74
5.3 Заходи для забезпечення безпеки	89
РОЗДІЛ 6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ.....	95
6.1 Морські вантажні контейнерні перевезення	95
6.2 Підвищення ефективності роботи морського транспортного судна	95
6.3 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу	102
РОЗДІЛ 7 ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ	116
7.1. Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту.....	105
Висновок	105
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	115

ВСТУП

В представленій дипломній роботі «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «MOL Performance» з Фелікстоу (порт вантаження) в Порт Саїд (порт вивантаження). Актуальність даної роботи полягає в тому, що виконавець повинен спланувати і пропрацювати весь рейс від початку і до кінця, враховуючи всі вимоги, обмеження, небезпеки, інтереси і можливості. Він зобов'язаний вміти отримувати основну, коротку і конкретну інформацію, а потім правильно нею скористатися.

При комплексному опрацюванні рейсу доводиться виробляти навігаційне планування рейсу; обробляти і розміщувати вантажі; здійснювати контроль за посадкою, остійністю і міцністю корпусу судна; виконувати розрахунки економічних показників рейсу; проявляти свої знання в області охорони навколишнього середовища і міжнародних конвенцій.

В дослідницькому розділі розглядається системний аналіз швартування та маневрування надвеликих контейнеровозів (ULCV) в умовах портової інфраструктури.

Стрімке зростання розмірів контейнеровозів в останні десятиліття докорінно трансформувало вимоги до портової інфраструктури, технологій безпечної швартовки та організації маневрових операцій. Сучасні та перспективні судна класу ULCV, місткістю 24 000–30 000 TEU і більше, характеризуються значною площею парусності, підвищеними вітровими навантаженнями та високою чутливістю до збурень, що ускладнює їхнє утримання біля причальної стінки.

Порти, розташовані поблизу інтенсивних фарватерів, зокрема такі як Роттердам, стикаються з подвійним викликом: необхідністю забезпечення безпечних умов для пришвартованих ULCV. Зростання довжини, ширини та осадки майбутніх суден посилює навантаження на швартовну систему, кнехти, відбійники та лінії, що потребує впровадження нових методів аналізу та оновлених рекомендацій IACS.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

1.	Назва судна	MOL Performance
2.	Тип судна	Container Carrier
3.	Позивний сигнал судна	H9UW
4.	IMO	9250971
5.	MMSI	256075000
6.	Рік і місце побудови	2002 Ishikajima-Harima Heavy Industries Co. Ltd.
7.	Клас Регістру	Ніппон Кайдзі Кіокай
8.	Порт приписки	Valletta
9.	Судновласник	Нові азійські перевезення - Гонконг, Китай
10.	Менеджмент	Нові азійські перевезення - Гонконг, Китай
11.	Довжина найбільша L (м)	298,87
12.	Довжина між перпендикулярами $L_{\perp\perp}$	281,40
13.	Ширина найбільша B (м)	40,0
14.	Висота борту до верхньої палуби H (м)	24,20
15.	Найбільша осідання T (м)	Ts 14,042 Tt 14,334 Tw 13,750 Tf 14,304
16.	Осадка T (м) в повному вантажу и порожньому	$T_{\max}$ 14.042 m T_{msn} 4,757 m
17.	Водотоннажність (т) в повному вантажу Δ порожньому Δ_0	101826 27373
18.	Повна вантажопідйомність Δ_w (т)	74453
19.	Головний двигун: тип: потужність: частота обертання:	DU - SULZER 11RTA 96C x 1 SET MCR: 60,390 KW $\times$ 100.0 rpm NOR: 51,330 KW $\times$ 94.7 rpm
20.	Режим роботи головного двигуна	Full Ahead/Astern 41

		Half Ahead/Astern 34 Slow Ahead/Astern 28 Dead Slow Ahead/Astern 21
21.	Швидкість судна	23.4
22.	Гребний гвинт: Кількість лопастей: Діаметр та крок гвинта (м) Дискове відношення: Напрямок обертання:	6 лопатей 8900, 9060 / 0,7 96,6 об/хв Правий
23.	Тип руля і площа його пера (м ²)	Streamline, semi-balanced hanging, 62,282 м ²
24.	Тип стернової машини: Підрулюючий пристрій:	Электрогидравлическая 4 ram-4cylinders
25.	Суднова радіостанція: Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району A1, A2, A3, A4 та включає в себе:	GMDSS CONSOLE FURUNO Model: RC-1800 F
26.	Валова реєстрова місткість (GRT)	74071
27.	Чиста реєстрова місткість (NRT)	28667
28.	Добова витрата палива: На ходу: важке паливо (HFO) На стоянці: дизельне паливо (DO)	120 19,4
29.	Координати центру мас порожнього судна	Z = 15.57 X = 19.37

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики

Схематичний креслення бічного виду судна з розташуванням приміщень для вантажів і запасів із зазначенням місткості вантажних приміщень приведений на рис. 1.1. Дані по вантажним приміщенням наведені далі в табличній формі (табл. 1.2), з таким розрахунком, щоб можна було використовувати при розміщенні вантажів і розрахунку остійності і міцності судна.

Таблиця 1.2 – Кількість контейнерів на судні

(a) Number of stowing container			
In case of 5 tier on deck (40' base)			
	in hold	on deck	total
20' container	248	*56	*304
40' container	1.377	1.336	2.713
Total in 20' size base			5.730
In case of 5 tier on deck (20' base)			
	in hold	on deck	total
20' container	1.908	*2.408	*4.316
40' container	547	160	707
Total in 20' size base			*5.730
In case of 6 tier on deck (20' size base)			
In case of 7 tier on deck (20' size base)			
Note: mark is including in the flat rack container for lashing gear box (N-4)			
(b) Max. number of 45' container (only on deck loading)			
In case of 5 tier on deck		910 container	
In case of 6 tier on deck		986 container	
In case of 7 tier on deck		1.098 container	

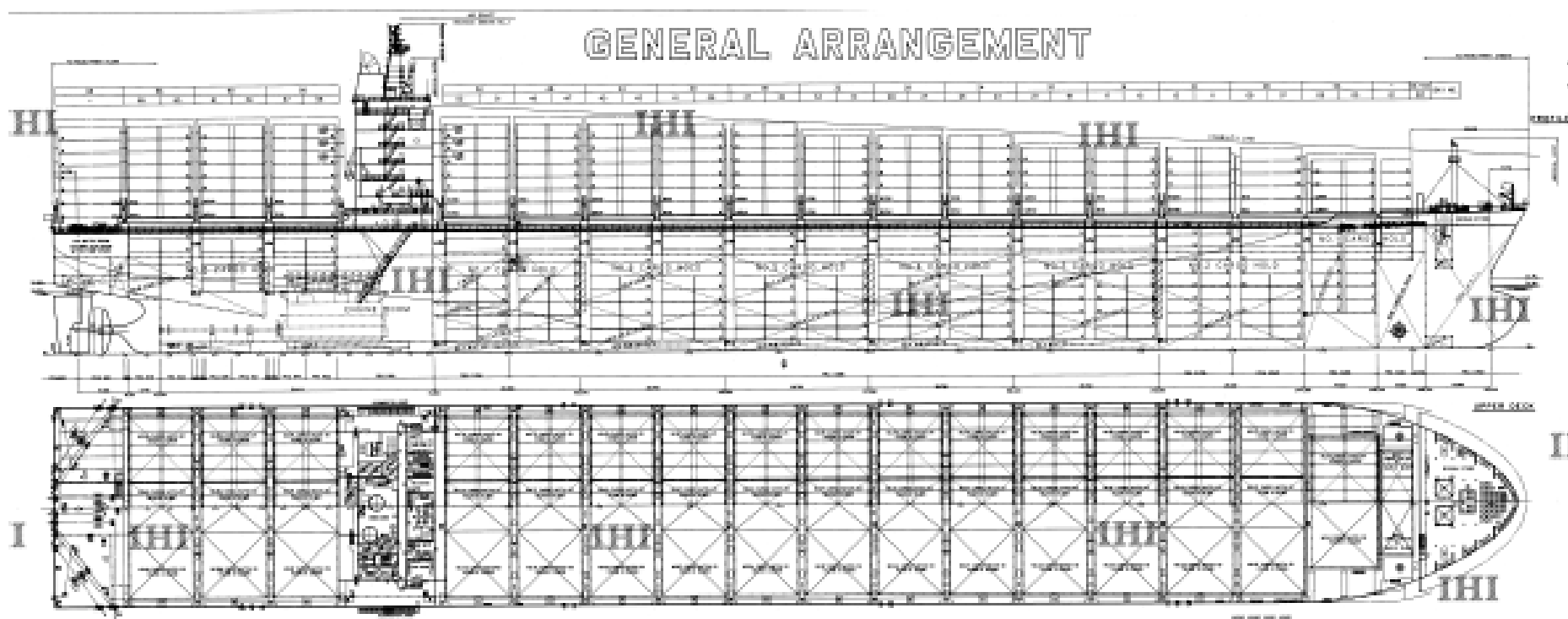


Рисунок 1.1 – Бічний вид судна, вид верхньої палуби

Вантажна шкала судна представлена на рис. 1.2.

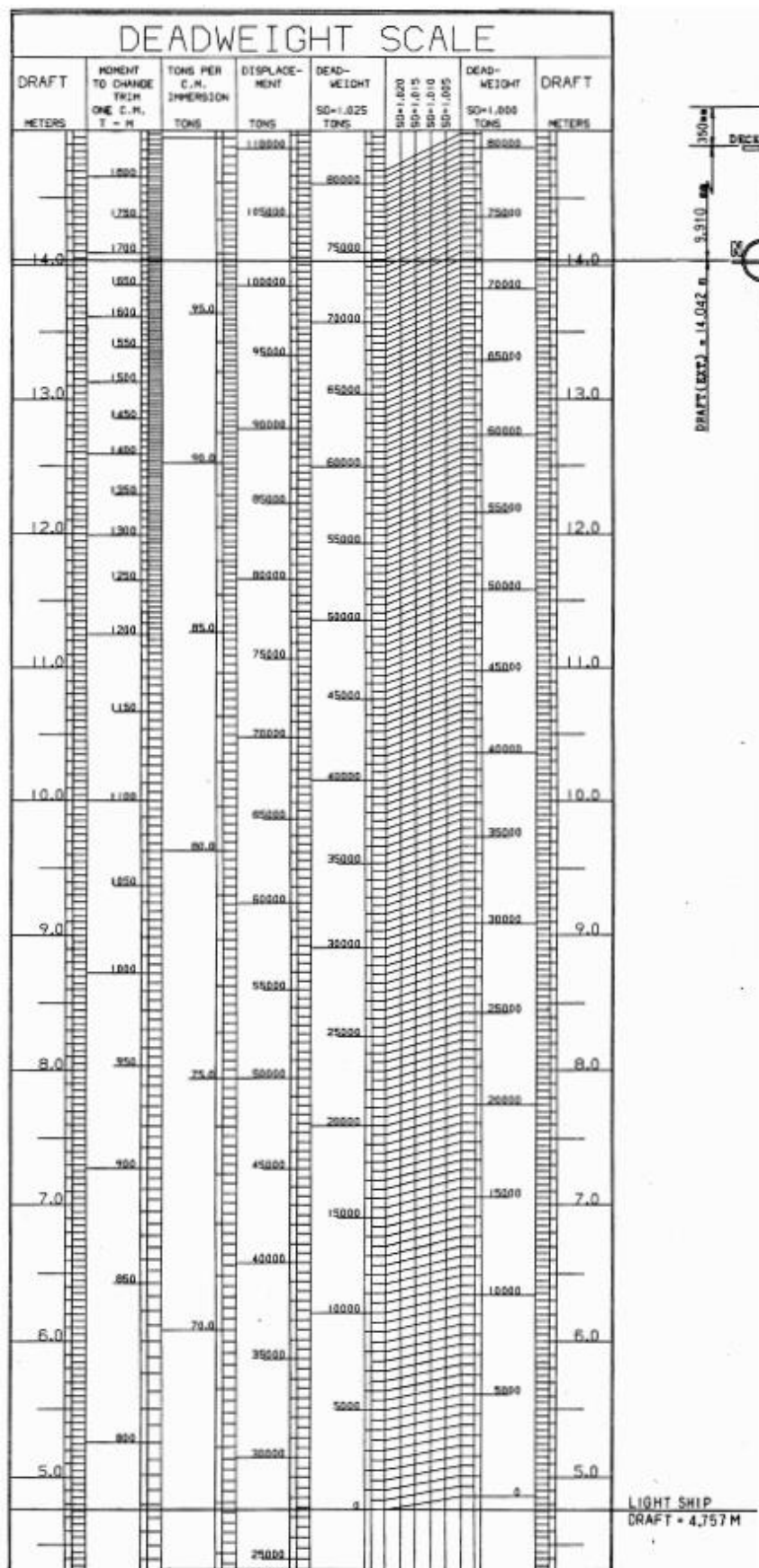


Рисунок 1.2. – Вантажна шкала судна

1.3 Маневрені характеристики

Дані про маневрені характеристики, дані про діаметру повороту, дані по роботі рульового пристрою, збільшення осадки, дані про діаметр повороту, гальмівному шляху представлені на рис. 1.3 - Maneuvering characteristics, на рис.1.4 - Crash stop test.

Лоцманська картка судна наведена на рис. 1.5. В таблицях 1.3 та 1.4 приведені данні по якірному та рульовому пристроях.

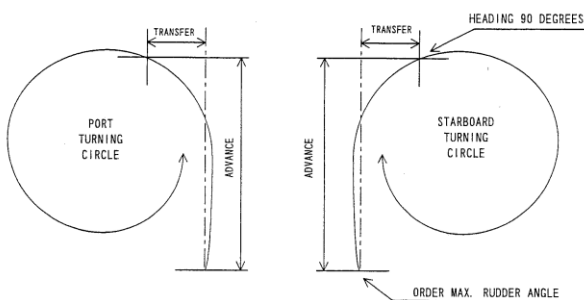
Таблиця 1.3. Якірний пристрій

Name	No	Type	Particular	Maker
Rover anchor	2	AC-14 Stockless, High Holding type	12,075 kg	Kiyomoto Co., Ltd
Chain cable	2	Welded special steel with stud	Grade 3 97 mm dia. x 371,25 m	Daito Engineering Co., Ltd

Таблиця 1.4. Рульовий пристрій

Particular Item	Type	Duty capacity	No. of set	Maker
Steering gear	Electro –Hydraulic 2 rams – 4 cylinders 2 pumps – 2 motors 150 kN	4,756 kN-m	1	Kawasaki Heavy Industries Ltd.

SNO.3151

MANEUVERING CHARACTERISTICS**TURNING CIRCLE**

		NORMAL / FULL LOAD			NORMAL BALLAST		
		ADVANCE	TRANSFER	TIME	ADVANCE	TRANSFER	TIME
NORMAL FULL SPEED	PORT	1,140 M	530 M	2'-20"	1,120 M	670 M	2'-00"
	STARBOARD	1,170 M	550 M	2'-30"	1,140 M	630 M	2'-10"
HARBOUR HALF SPEED	PORT	1,020 M	530 M	5'-20"	980 M	600 M	5'-00"
	STARBOARD	1,050 M	550 M	5'-30"	990 M	620 M	5'-10"

DISTANCE AND TIME REQUIRED TO STOP SHIP (WHEN CRASH ASTERN OPERATED)

		NORMAL / FULL LOAD		NORMAL BALLAST	
		DISTANCE	TIME	DISTANCE	TIME
NORMAL FULL SPEED		4,460 M	10'-30"	2,760 M	6'-30"
HARBOUR HALF SPEED		510 M	3'-20"	410 M	2'-30"

RPM vs SPEED

		NORMAL / FULL LOAD		NORMAL BALLAST	
		RPM	SPEED (KNOTS)	RPM	SPEED (KNOTS)
MCR		104.0	27.1	105.0	28.8
NOR (85 %)		99.0	26.3	100.0	27.8
70 % MCR		93.0	25.2	94.0	26.3
H A R B O U R	FULL	41.0	11.7	41.0	12.8
	HALF	34.0	9.4	34.0	10.3
	SLOW	28.0	7.7	28.0	8.6
	DEAD SLOW	21.0	5.6	21.0	6.4

SHIP'S CONDITION

	NORMAL FULL LOAD	NORMAL BALLAST
DISPLACEMENT (MT)	87,810	46,744
DRAFT (M)	12.54	7.51
TRIM BY STERN (M)	0.00	4.46

WARNING: - The response of the _____ may be different from that listed above if any of the following conditions, upon which the maneuvering information is based, are varied:

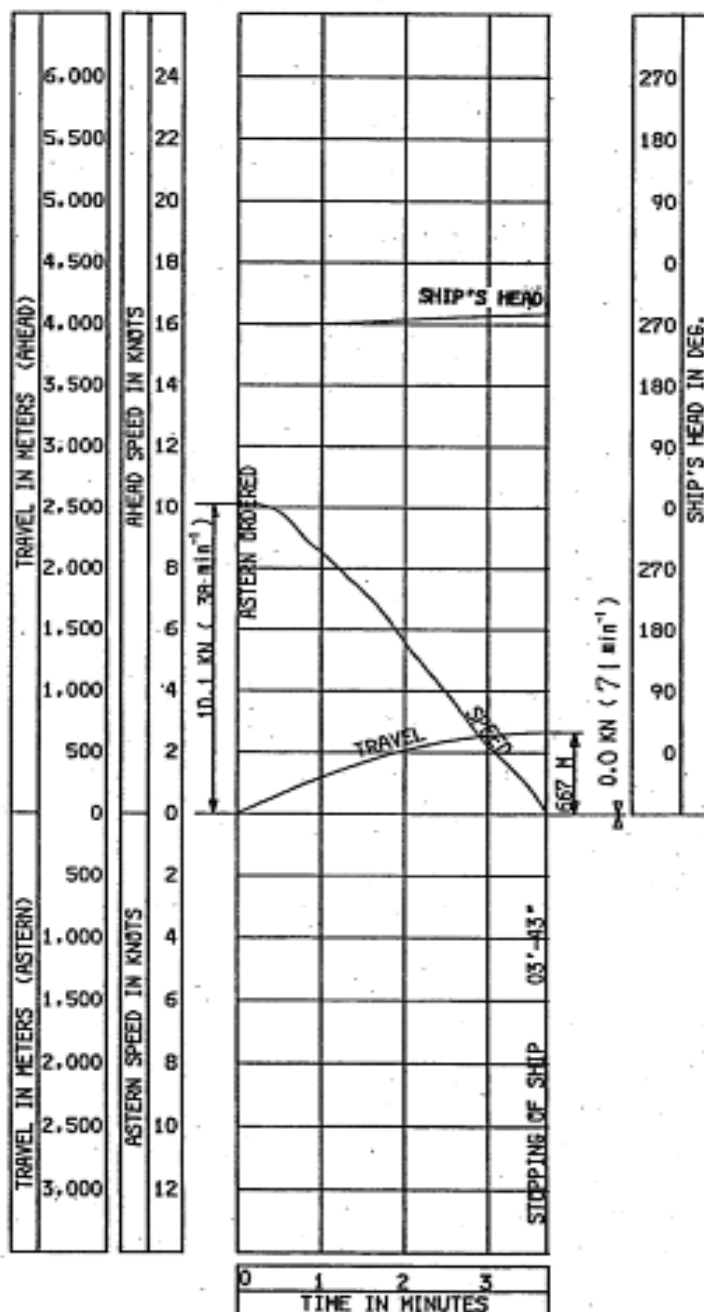
- (1) Calm weather - wind 10 knots or less, calm sea;
- (2) No current;
- (3) Water depth twice the vessel's draft or greater;
- (4) Clean hull; and
- (5) Intermediate drafts or unusual trim.

As the data in these tables for _____ were obtained by analytical calculations, the master of the vessel is requested to verify the values after the vessel is placed into service.

Рисунок 1.3 - Maneuvering characteristics

2.3 CRASH STOP ASTERN TEST (1/2) s.
HARBOUR HALF AHEAD → FULL ASTERN
 (2ND SEA TRIAL) (BALLAST CONDITION)

CONDITION	
PLACE	OFF GATO NEAR REEF
WEATHER	BLUE SKY WITH REVERSED CLOUDS
WIND	SV-2
SEA CONDITION	SMOOTH
ENGINE LOAD	HARBOUR HALF



SHIP'S LOCUS IS DRAWN ON NEXT PAGE.

Рисунок 1.4 - Crash stop test



VESSEL'S CHECKLIST FOR PILOTED MOVEMENTS

PART I (To be completed for all movements)

Vessel's Name MOL Performance		Vessel's Call Sign H9UW
Vessel's GRT 74.071	Vessel's LOA 293.87 m	Vessel's Beam 40.00 m
Vessel's Type Container vessel	Vessel's Draught Forward: 13.10 m Aft: 13.60 m	
Vessel's Height 49.9 m	Amidship: 12.95 m	

Vessel's height refers to the height of the vessel measured vertically from the waterline of the vessel to the highest point of the vessel including its cargo, structure or equipment on board.

The height was [please tick (☒) in the appropriate box]

- ☐ determined from vessel's General Arrangement Plan No.
- ☐ obtained from other source (Ref. No.)
- ☐ established by actual measurement.

EQUIPMENT CHECK

In Good Working Order?

- | YES | NO | |
|-------------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| ☒ | ☐ | Main Engine |
| ☒ | ☐ | Main Steering Gear |
| ☒ | ☐ | Anchor Gear |
| ☒ | ☐ | Thrusters (Bow/Stern) |
| ☒ | ☐ | Ship's Whistle/Siren |
| ☒ | ☐ | Rudder Indicator |
| ☒ | ☐ | RPM (Tachometer) Indicator |

In Good Working Order?

- | YES | NO | |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| ☒ | ☐ | Telegraph |
| ☒ | ☐ | Gyro Compass |
| ☒ | ☐ | Standard Magnetic Compass |
| ☒ | ☐ | Radar |
| ☒ | ☐ | Echo-Sounding Device |
| ☒ | ☐ | Radiotelephone (VHF) |
| ☒ | ☐ | Tow Rope |

Remarks:

.....

.....

Any defects in, and any matter peculiar to, the ship and its machinery and equipment of which the master knows and which might affect materially the navigation of the ship.

.....

.....

.....

PART II (To be completed by all arriving vessels only)

- | YES | NO | |
|--------------------------|-------------------------------------|---|
| ☐ | ☒ | Is your vessel required to be anchored at the Quarantine Anchorage for Port Health Clearance? |

PART III (To be completed by: a. all Bulk/Gas/Chemical Carriers and Tankers proceeding to shipyards

OR b. all Tankers/Conventional vessels carrying bulk liquid cargo & processing to Authority Berths.)

- | YES | NO | |
|--------------------------|-------------------------------------|---|
| ☐ | ☒ | Do you have a valid Gas-Free Certificate from PSA Chemistry Dept? |

Remarks:

I hereby declare that the information provided above is to the best of my knowledge true and correct.

Рисунок 1.5 - Vessel's checklist

1.4 Навігаційне обладнання

Дані всіх технічних засобів навігації (ТЗН) судна (електрорадіонавігаційні прилади та системи) представлені в таблиці 1.5.

Точнісні характеристики наявних на судні ТЗН представлені в таблиці 1.6.

Таблиця 1.5. - Технічні засоби навігації судна

Прилад, система	Тип, марка	К-ть
Магнітний компас	W.ludolf GFK-BII (1050N-N)	1
Гірокомпас	C.Plath, Navigat x mk2	1
Радіолокатор / ЗАРП	FURUNO FAR 2825-3A	1
Радіолокатор / ЗАРП	FURUNO FAR 2835S-7AF	1
Ехолот	DEBEG 4630	1
Лаг	DEBEG 4675	1
Супутникові системи визначення місця	GPS FURUNO GP 80	2
Авторульовий	NAVIPILOT 4000	1
AIC	SAM Electronics uais DEBEG 3400	1
НАВТЕКС	FURUNO NX-600	1
Приймач факсимільних карт погоди	FURUNO FAX 215	1

Таблиця 1.6 - Точнісні характеристики технічних засобів навігації.

Тип, марка ТЗН	Умови	Вимірювані навігаційні параметри	Середня квадратична похибка одного виміру
Gyrocompass	рухоме судно	курс/пеленг	$0.75^{\circ} \cdot \secant \text{ latitude}$
Mag.compass	рухоме судно	курс	$\pm 3^{\circ}$
Radars	електронний візир шкали до 3 миль шкали більше 3 миль	пеленг дистанція дистанція	$\pm 1^{\circ}$ 1% of the maximum range of the scale in use
GPS	рухоме судно		13 – 36 metres
Echograph ATLAS	Щільність води $\rho=1.025 \text{ т/м}$ $t=20^{\circ}\text{C}$	глибина	± 1.5 метра
Speed & distance indicator		швидкість	± 0.1 узла

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

Загальні вимоги у кодексі з підготовки та дипломування моряків та несення вахти (ПДНВ-78/95) у розділі А-VIII / 2, частина 2, формулюються наступним чином:

1. Майбутній рейс має плануватися заздалегідь, беручи до уваги всю наявну до цього інформацію;
2. Старший механік повинен, проконсультувавшись з капітаном, визначити заздалегідь потреби майбутнього рейсу, беручи до уваги потреби в паливі, воді, мастильних матеріалах, хімікатах, витратних та інших запасних частинах, інструментах, запасах та інших вимог;
3. До початку кожного рейсу капітан кожного судна повинен забезпечити, щоб передбачуваний шлях з порту відходу до першого порту заходу планувався, використовуючи правильно підібрані відповідні карти та інші навігаційні посібники, необхідні для майбутнього рейсу, що містять точну повну і відкориговану інформацію щодо тих навігаційних обмежень і небезпек, які мають постійний або передбачуваний характер, і які мають відношення до безпеки плавання суден;
4. Після перевірки запланованого шляху, беручи до уваги всю інформацію що до нього, запланований шлях повинен 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;
5. Якщо в ході рейсу прийнято рішення про зміну наступного порту заходу або якщо необхідно суттєво відхилитися від запланованого шляху з інших причин, змінений шлях повинен опрацьовуватися заздалегідь, до того

як він буде істотно змінений.

Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу містяться у:

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

Планування переходу і його виконання включає в себе послідовні фази:

- Оцінка (Appraisal);
- Планування (Planning);
- Підготовка (Preparation);
- Виконання (Execution);
- Управління (Monitoring).

Оцінка майбутнього плавання проводиться на основі зібраної інформації, яку судноводій може зібрати з таких джерел:

- Каталог карт і книг (Catalogue of Admiralty Charts and Publications NP131);
- Океанські шляхи світу (Ocean Passage For the World) – містять відомості про кліматичні особливості районів світу, про системи океанських течій;
- Маршрутні і лоцманські довідкові карти;
- Лоції (Pilot Books, Sailing Directions);
- Перелік вогнів і туманних сигналів (Admiralty List of Lights and Fog Signals);
- Таблиці припливів (Tide Tables);

- Повідомлення мореплавцям (Notices to Mariners);
- Інформація про радіосигнали (Radio Signal Information);
- Радіонавігаційні і місцеві попередження (Radio and Local Warnings);
- NAVTEX
- Посадка і остійність судна (Draft and Stability of Ship).

Планування переходу складається з трьох етапів:

Трансокеанський перехід і відкриті морські води;

Прибережні води і вузькості;

Ділянки лоцманської проводки.

При плануванні трансокеанського переходу вибирають шлях з урахуванням оцінки метеорологічних умов (клімату, 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, мастил, води, провізії.

Прибережне плавання і плавання в обмежених водах вимагає значно більшої уваги. Шлях обирають осторонь від небезпек з урахуванням систем розподілу руху. Беруть до уваги національні вимоги та обмеження при проходженні територіальних вод. Враховують час проходження найбільш складних ділянок, освітленість на цей час, дії приливних течій і т.п.

При плануванні плавання по ділянках лоцманської проводки необхідно враховувати маневрові елементи свого судна, співвідношення заглиблення і глибин під кілем, збільшення опаді від швидкості і від крену на повороті, зміна швидкості, необхідне для встановлення часу проходження, коли можуть виникнути обмеження при підході вночі або залежно від висоти припливу.

При виконанні переходу головним завданням є контроль за безпечним плаванням судна за маршрутом, заданому попередньою прокладкою шляхом безперервного ведення виконавчої прокладки. Управління переходом покладається на капітана судна, який є координуючим ланкою при оцінці переходу, його плануванні та виконанні.

2.2 Оцінка запланованого переходу

У цьому параграфі наводимо конкретну інформацію, що відноситься до розроблюємого переходу, що відповідає етапу «Passage plan Appraisal». Для цього проводиться підбір навігаційних карт, посібників і публікацій на заданий перехід по Каталогю Адміралтейських карт і публікацій (Catalogue of Admiralty Charts and Publications). Вибрані Адміралтейські карти на перехід представлені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Список карт на перехід

№ карти Chart No	Назва карти Title of Chart or Plan	Масштаб 1: Scale 1:	Перее видання Date of Publ-on	Нове видання New Edition
1	2	3	4	5
Генеральні карти				
4014	North Atlantic Ocean Eastern Part	10000000	Dec. 1975	07. 2020
4103	English Channel to the Strait of Gibraltar and the arquipelago dos Acores	3500000	Dec. 1979	06. 2021
1104	Bay of Biscay	1000000	Nov. 1972	07.2021
87	Cabo Finisterre to the Strait of Gibraltar	1000000	Dec. 1972	11.2018
4300	Mediterranean and Black Seas	4200000	Apr. 1988	12. 2021
4301	Mediterranean Sea Western Part	2250000	Sept.1976	10.2020
4302	Mediterranean Sea Eastern Part	2250000	July 1995	09. 2020
Шляхові, приватні карти і плани				
1491	Harwich and Felixstowe	10000	Oct 1973	12. 2017
2052	Orford Ness to The Naze	50000	Feb 1974	07. 2021
2449	Dover Strait to Westerschelde	150000	Aug 1986	03. 2022
323	Dover strait-Eastern part	75000	May 1989	03.2022
1892	Dover Strait Western Part	75000	Dec. 1973	03. 2022
2451	Newhaven to Dover and Cap D'Antifer to Cap Gris-Nez	150000	May1999	04. 2021
2450	Anvil Point to Beachy Head	150000	Oct. 1977	04. 2021
2669	Channel Islands and adjacent Coast of France	150000	Feb. 1989	02. 2022

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5
2656	English Channel-Central Part	325000	May1982	03.2020
2655	English Channel Western Entrance	325000	June1982	03.2020
3636	Cabo Espichel to Cabo de Sao Vicente	200000	Feb. 1987	11. 2018
91	Cabo de Sao Vicente to the Strait of Gibraltar	350000	Dec. 1972	11. 2018
142	Strait of Gibraltar	100000	June 1971	11. 2018
3578	Eastern Approaches to the Strait of Gibraltar	150000	Jan. 1984	11. 2018
773	Strait of Gibraltar to Isla de Alboran	300000	Oct. 1991	04. 2018
774	Motril to Cartagena Including Isla de Alboran	300000	May 1985	11. 2018
1909	Ile Plane to Cherchell	300000	July 1976	07. 2017
1910	Cherchell to Bejaia	300000	July 1976	07. 2017
252	Cap Corbelin to Cap Takouch	300000	Feb. 1972	07. 2021
2121	Ras el Hadid (Cap de Fer)to Iles Cani	300000	Feb. 1974	07.2020
2122	Bizerte to Capo San Marco	300000	Avg. 1972	012021
2123	Capo Granrtola to Capo Passero	300000	Avg. 1972	01.2020
2573	El Burullos to El Arish	300000	Sept. 1982	02. 2021
240	Approaches to Port Said Port Said	25000 12500	Sept. 2004	03. 2021
Допоміжні карти				
5006	The World Time Zone Chart			
5500	Mariners Routeing Guide – English Channel and Southern North Sea			
5308	The World Sailing Ship Routes			
5309	World General Surface Current Distribution			
5375	Magnetic variation. 2005 and Annual rates of Change – North Atlantic Ocean and Mediterranean Sea			
D608 3	The World Load Line Regulations			

Таблиця 2.2 – Список публікацій на перехід

NP No	TITLE
-------	-------

SAILING DIRECTIONS	
28	Dover Strait Pilot
27	Channel Pilot
67	West Coast of Spain & Portugal Pilot
1	Africa Pilot, Vol. 1
45	Mediterranean Pilot, Vol. 1
49	Mediterranean Pilot, Vol. 5
ADMIRALTY LIST OF LIGHTS AND FOG SIGNALS	
74	Volume A, British Isles and North Coast of France
77	Volume D, South Europe – Atlantic Coast and Africa
78	Volume E, Mediterranean, Black and Red Seas
ADMIRALTY LIST OF RADIO SIGNALS	
281(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(1)	Part 1, Maritime Safety Information Services: Europe, Africa and Asia
284	Meteorological Observation Stations
285	Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS)
286(1)	Volume 6 Part 1, Pilot Service, Vessel Traffic services and Port Operations: United Kingdom and Ireland (including European channel ports)
286(2)	Volume 6 – Part 2. Pilot Services. Vessel Traffic Services and Port Operations (Europe excluding UK, Ireland, Channel Ports and the Mediterranean)
286(3)	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	
201	Volume 1 – European waters (including Mediterranean)
202	Volume 2 – Atlantic and Indian Ocean
ADMIRALTY DISTANCE TABLES	
350	Part 1 – Atlantic Ocean, NW Europe, Mediterranean Sea, Caribbean Sea and Gulf of Mexico
ASTRONOMICAL PUBLICATIONS	
314-00	Nautical Almanac
303 (4)	Sight Reduction Forms (H.494)
323	Star Finder and Identifier
401 (2)	Sight Reduction Tables for Marine Navigator – Vol. II Lat 30° – 45°

Продовження таблиці 2.2

MISCELLANEOUS PUBLICATIONS	
100	The Mariners Handbook

136	Ocean Passages for the World (4 th Edition, 1987)
131	Catalogue of Admiralty Charts and Publication
294	How to Correct your charts the Admiralty Way
735	IALA Maritime Buoyage System, Edition 5 1994
5011	Symbols and Abbreviations used on Admiralty Charts, Edition 2 1998
SOFTWARE	
Guide to Port Entry 2009	
Fairplay 2008	

2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

З посібника ALRS 283 вибираємо інформацію, необхідну для отримання факсимільних карт погоди за маршрутом переходу, зводимо її в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

N п/п	Радіостанція	Позначення і межі карти	Тема передачі	Час передачі
1	Northwood	54°N 82°W 26°N 45°W 54°N 51°E 28°N 12°E	Surface Analysis Significant Wind Areas T+24	0400(00) 0900(06) 1200(06) 1500(12) 1800(12) 0748(00) 2112(12)
2	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)

За допомогою посібника ALRS 285 вибираємо інформацію про районах NAVAREA і станціях NAVTEX за маршрутом переходу. Дані зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Райони NAVAREA, станції NAVTEX на переході

№	Ділянка переходу	Ділянка NAVAREA	Станції NAVTEX	Координатор NAVAREA
1	East Atlantic and North Sea	I	Oostende [T] Noton [K] Corsen [A]	UK
2	Atlantic Ocean (Portugal Coast)	II	Monsanto [R]	France
3	South Coast of Spain	III	Tarifa [G]	Spain
4	Mediterranean Sea	III	Roma [R] Alexandria [N] Limnos [L]	Spain

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

Таблиця 2.5 – Зв'язок на переході

№	Станція	Спосіб зв'язку	Канали, частоти	Примітка
1	Felixstowe Pilots and Port of Harwich	VHF	09; 16; 06; 71	Approach, berthing, unberthing; VTS; RP Cargo Operations.
2	Dover Strait Dover Coastguard Dover traffic	VHF	11 79	Dover strait Reporting system area
3	Strait of Gibraltar (Tarifa) VTS	VHF	16, 10	Gibraltar Strait, Reporting System Area

Продовження табл. 2.5

1	2	3	4	5
4	Marsala VTS	VHF	16; 12; 14	Call sign, name of ship, IMO number, Last/Next Port of

				Call, Cargo
5	Port Said Pilots and Port	VHF	16; 12; 13; 09	Call sign, name of ship, IMO number, Next port of Call, ETA, LOA, Draught

Таблиця 2.6 – СУРС по маршруту переходу

№	Traffic separation scheme	Station	VHF	Reporting point description
	Rotterdam	Rotterdam VTS	14	Reporting system area
	Dover Strait	Dover Strait VTS	79	Reporting system area
	Gibraltar Strait	Tarifa VTS	16, 10	Reporting system area

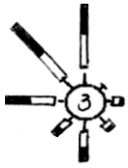
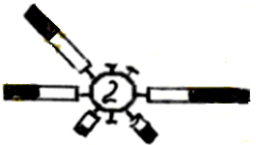
На підставі аналізу підібраних і відкоригованих матеріалів робимо висновок про те, що інформаційного забезпечення для безпечного плавання на переході досить.

2.2.2. Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

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

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

Метеорологічні елементи	Фелікст оу	Ліссабон	Алжир	Мальта	Порт Саїд
-------------------------	---------------	----------	-------	--------	--------------

1		2	3	4	5	6
Повторюваність вітру, %	N	13	34	13	18	23
	NE	13	5	41	16	23
	E	11	1	8	10	3
	SE	3	1	0	8	1
	S	7	5	1	10	0
	SW	17	14	2	6	5
	W	21	11	16	9	5
	NW	14	28	16	21	40
	штиль	1	1	3	2	0
Середня швидкість вітру,		4	6	4	4	3
Число днів з туманом		1	0	3	0	0
Середня хмарність, бали		5	4	3	2	2
Число ясних днів		7	12	7	17	27
Число похмурих днів		10	4	1	1	1
Середня кількість опадів,		87	38	14	2	0
Макс. кількість опадів за		38	36	38	18	33
Число днів з опадами		8	5	5	1	0
Число днів з грозою		4	0	2	1	0
Середня температура		13	15	22	22	24
Відносна вологість повітря,		70	65	75	70	73
Рози вітрів						

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

Характеристики за ділянками	Атлантичне узбережжя	Західна частина	Східна частина
-----------------------------	----------------------	-----------------	----------------

		Середземного моря	Середземного моря
1	2	3	4
Температура повітря, °C		22	28
Температура води, °C		19-20	24
Відносна вологість, %		82	72
Повторюваність туманів, %		30	5
Видимість менше 2 міль		5	1
Хмарність, бали		6	2
Солоність води, ‰		63	57
Щільність води, г/см ³ (або кг/м ³)		1.027	1.025
Постійні течії	назва	Гольфстрім	Туніське
	термодинамічна характеристика	тепле	тепле
	напрявлення	ENE	ENE
	швидкість, вузл.	1-2	1-2
	стійкість	50-75	50-75
Швидкість припливних течій, вузл.		1-3	0,5
Висота хвиль, м	середня	3	1
	максимальна	6	3
Період хвиль, с		7	5

2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні

Порт Felixstowe розташований в гавані Harwich на Е узбережжі Англії.

Порт Felixstowe має у розпорядженні чудові комунікації, побудовані нові причальні споруди і добре обладнаний вантажними засобами, контейнерний термінал відповідає найсучаснішим вимогам і технологіям. Також в порту є причали для Ro-Ro, лісової продукції, генерального вантажу і рідких вантажів.

Порт обробляє приблизно 3250000 teu і 750000 тонн лісової продукції щорічно.

Порт здатний приймати всі типи суден будь яких розмірів.

Розрахунковий час прибуття повідомляється за 24 години.

Зв'язок: УКВ: Ch 16 і Ch 71, які є головними робочими каналами.

У порту швидкість проходження повинна бути не більше 8 вузлів.

Морські буї, фарватери і канали: Канал Harwich: глибоководний канал, фарватер якого огорожений нумерованими буями.

У вхідній канал необхідно входити тільки з лоцманом на борту.

Внутрішні проходи порту і каналу також огорожені повсюди плавучими буями. У гавані необхідно прямувати з особливою обережністю, оскільки проходи для суден вузькі і двом судам, що йде на зустріч один-одному важко розійтись.

Лоцманська проводка обов'язкова.

Лоцманська станція повідомляється за 8 годин до відходу-приходу судна в порт.

Всі якірні місця знаходяться перед вхідними каналом в порт Фелікстоу і Харвіч.

У порту діють сильні припливно-відливні течії, швидкість яких досягає 1-2 вузла.

У порту є достатня кількість потужних буксирів. Також є рятувальна служба.

У порту можна провести будь-який ремонт судна, поповнити запаси палива, води і провізії (рис. 2.1).

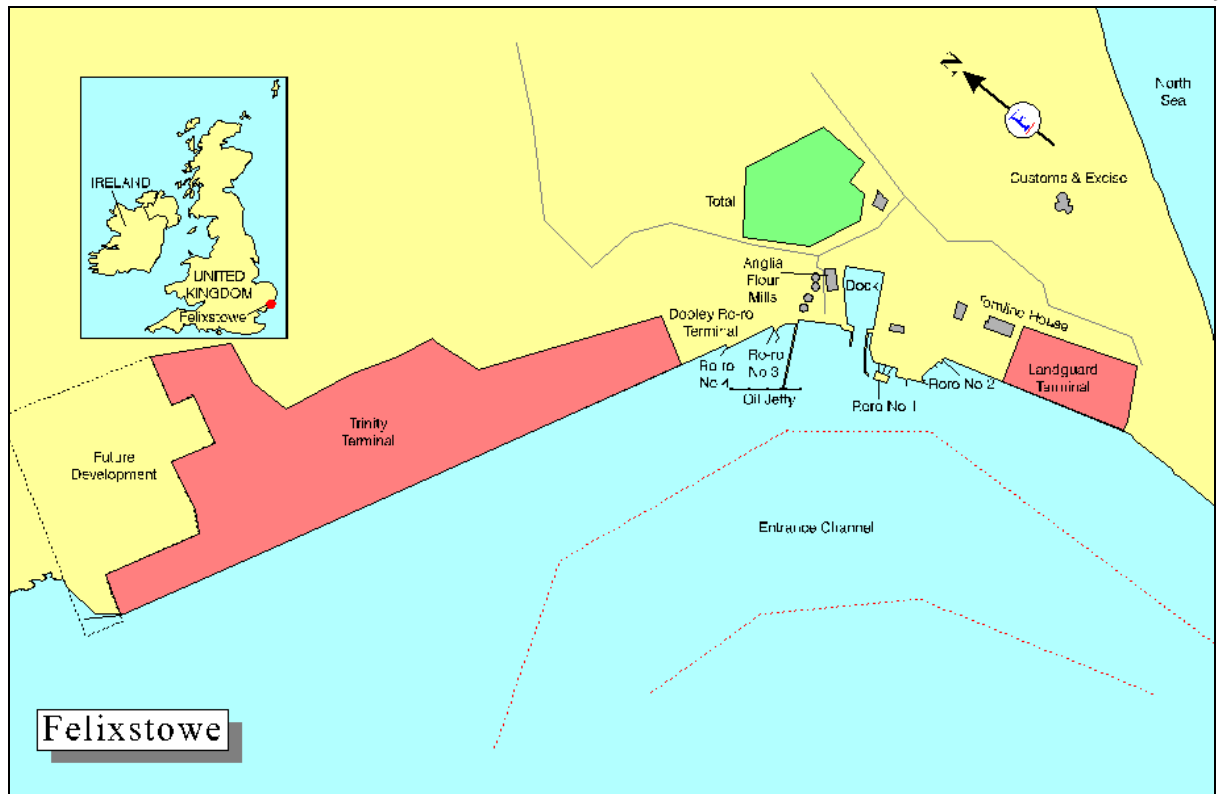


Рисунок 2.1 – План порту Фелікстоу

Порт – Саїд

Порт Порт – Саїд доступний для великих суден, розташований при вході в Суецький канал. У зовнішньоторговельному обороті Єгипту порт посідає друге місце після порту Александрія.

Прикметні пункти.

При підході до порту з моря насамперед розпізнається висока вежа маяка Порт – Саїд, міські будівлі, портові споруди і великі судна, що знаходяться в порту. У 4, 5 і 6 кбт до ESE від маяка Порт – Саїд прикметні три пілони.

Гідрометеорологічні явища.

Течія на підході до порту Порт – Саїд зазвичай йде в південно-східному напрямку, а від Західного молу повертає на N; швидкість його 0,5 – 1,5 вузла. При сильних поривах західного вітру швидкість течії може досягати 4 вузлів.

Лоцманська служба.

При вході в порт Порт – Саїд і виході з нього лоцманська проводка обов'язкова для всіх суден валовою місткістю більше 500 рег. тонн. Лоцманська

проводка в порту Порт – Саїд обов'язкова для всіх судів. Швартовні операції здійснюються за допомогою портового лоцмана.

Лоцманська проводка при вході в порт починається і при виході з нього закінчується біля першої пари світяться буїв вхідного морського каналу.

Вхід в порт Порт – Саїд розташований між двома бетонними молами. Східний мол значно коротше Західного і тягнеться від берега на 13,5 кбт до NNE. У 5 кбт від краю Східного молу до NW виступає вузький Поперечний мол довжиною 1,8 кбт.

Вогонь встановлений на краю Східного молу.

Маяк Порт – Саїд встановлений в східній частині міста Порт – Саїд у 4,5 кбт до SW від західного вхідного мису порту.

Вхідний морський канал веде з моря в порт, канал проритий уздовж східного боку Західного молу. Довжина каналу від морістой пари світних буїв до траверзу маяка Порт – Саїд 5,1 милі, ширина каналу у його морістой частини 3,5 кбт і, поступово зменшуючись, становить менше 2 кбт у внутрішній частині. У каналі підтримується гарантована глибина, достатня для проходу суден з осадкою 12 м. У морістої частини каналу під дією течії спостерігається знесення судів до Е.

Якірні місця. Судна, які очікують дозволу на вхід у порт, стають на якір у районі якірної стоянки, ґрунт тут мул, якоря тримає добре. Район стоянки доступний для суден з осадкою до 9,2 м.

Наставляння для входу в порт Порт – Саїд.

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

При підході з W потрібно йти по глибинах більше 20 м, не випускаючи з уваги маяк Дамієтта. Підходити з Е потрібно постійно виробляючи промір, дотримуючись глибин більше 20 м і навіть 40 м в районі між меридіанами 33 град 20 хв і 32 град 54 хв східної довготи. При вході в порт або вихід з нього

підхідний буй потрібно залишати з лівого борту (рис. 2.2).

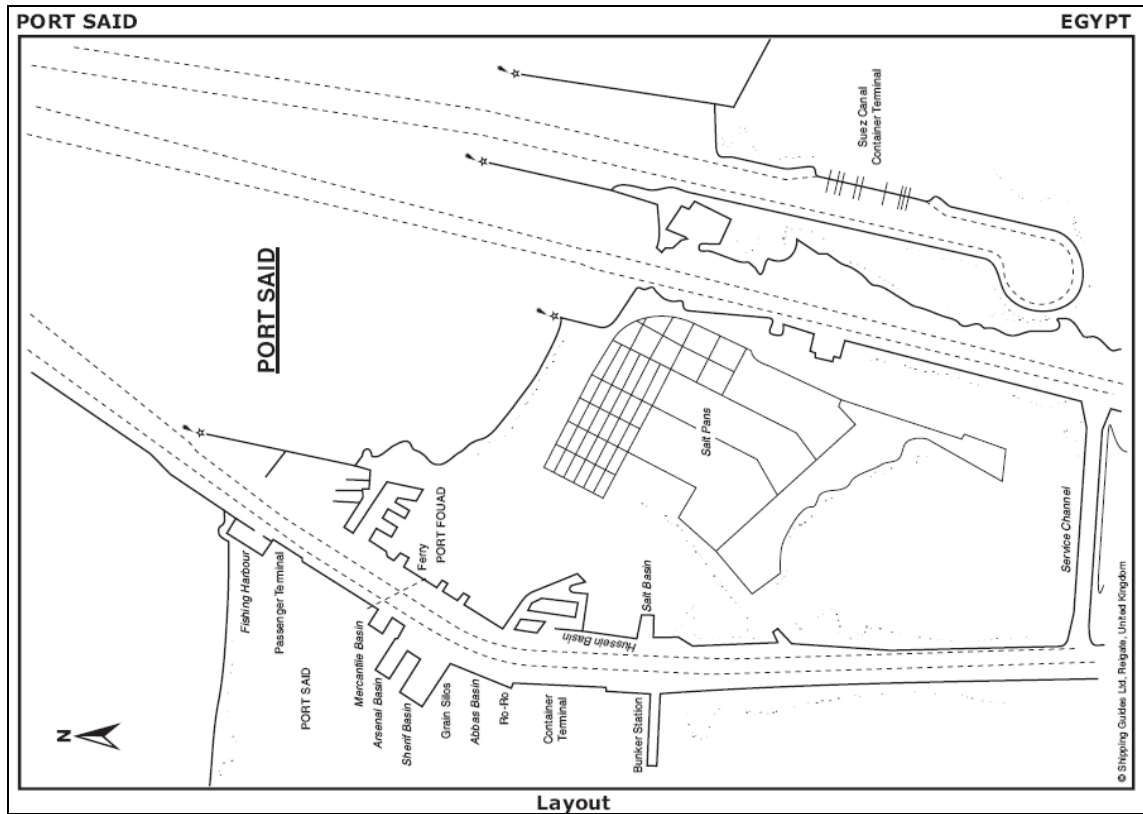


Рисунок 2.2 – План порту Порт-Саїд

Таблиця 2.9 – Засоби навігаційного обладнання

№	Назва	Координати φ λ	Дальність видимості, милі	Хар-ки	Траверз	
					істинний пеленг	найкорот ша відстань
1	N Pier	51°56,9'N 01°19,0'E	10	F1	60°	0,25'
2	F3	51°23,9'N 2°00,4'E	22	F1 10s	80°	6,0'
3	Sandettie Lt F	51°09,3 N 001°47,1 E	15	FL 5s	141	3,4
4	South GoodwinLtV	51°07,9 N 001°28,4 E	15	FL(2) 20s	321	2,7
5	Varne Lt F	51°01,2 N 001°23,9 E	19	FL 20s	141	0,6
6	Dungeness	50°54,8 N 000°58,5 E	10	F 10s	321	4,3
7	Royal Sovereign	50°43,4 N 000°26,0 E	12	FL 20s	345	7,8

Продовження табл. 2.9

1	2	3	4	5	6	7
8	Beachyhead	50°44,0 N 000°14,4 E	20	FL(2) 20s	345	10,3
9	Channel Lt F	49°54,3 N 002°53,7 W	25	FL 15s	165	5,4
10	Lanby	48°31,1 N 005°49,1 W	20	FL 4s	300	6,3
11	Cap Spartel	35°47,4 N 005°55,4 W	30	FL(4) 20s	180	7,6
12	Cabo de Sao Vicente	37°01,3 N 008°59,7 W	32	FL 5s	73	11,8
13	Pointe Malubata	35°48,9 N 005°44,9 W	22	FL 5s	180	6,2
14	Tarifa	36°00,0 N 005°36,5 W	26	FL(3) 10s	0	5,0
15	Punta Almina	35°53,8 N 005°16,8 W	22	FL(2) 10s	171	5,9
16	Damietta	31°31,2 N 031°50,9 E	25	FL(4) 15s	196	16,0
17	El Bahar Touer	31°18,1 N 032°21,5 E	14	FL(4) 20s	128	0,37
18	Port Said	31°16,3 N 032°17,6 E	24	FL(2) 10s	305	1,25

2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1 Розрахунок ортодромії

Основними критеріями при виборі оптимального шляху будемо вважати безпеку плавання і мінімум часу переходу, що є основою ефективної роботи морського транспорту.

Критерії вибору шляху нерозривно пов'язані з конкретними умовами майбутнього переходу - вітром і хвилюванням, опадами і видимістю, течіями і льодами і т. д. Кожне з яких має більший або менший вплив на оптимальність того чи іншого маршруту.

При виборі трансокеанського шляху необхідно використовувати рекомендації викладені в посібниках «Океанські шляхи світу», The Mariners Handbook, Ocean Passages of the World.

Перехід Фелікстоу – Порт-Саїд не містить трансокеанського переходу. Розрахунок ортодромії не виконувався.

2.3.2 Складання маршрутних листів

Відповідно до рекомендацій ІМО, при плануванні рейсу необхідно скласти маршрутні листи, які повинні лежати на штурманському столі. Безумовно, протягом рейсу в маршрутні листи вносяться необхідні зміни. Маршрутний лист приведено на рис. 2.3.

2.3.3 Графічний план переходу

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

PASSAGE PLAN							ROUTE 01	
VOYAGE No. 1							DATE :	
From the port : Felixtowe							To the port : Port Said	
No	WP	Latitude	Longitude	Course	WP Distance	MTGO	PASS Distance	NAVAIDS
06:40 Pilot boards the ship. Check all systems. Unmooring from the pier and proceed to the Dover Strait. BACH# 1491								
1	0	51°56.6	N	001°18.8	E	-	0	N Pier
2	1	51°55.5	N	001°18.8	E	177	1,1	Landguard Pt
3	2	51°55.5	N	001°21.1	E	91	1,4	Landguard Pt
4	3	51°56.5	N	001°30.8	E	81	6,1	GPS
After pilot disembarkation Main Engine changed status from Man. to FSA and proceed to Dover Strait. Proceeding through the channel system. Keep sharp look out. VTS VHF CH: 11; 79 BACH# 323, 1892								
5	4	51°54.9	N	001°33.9	E	130	2,5	GPS
6	5	51°52.9	N	001°32.7	E	201	2,1	GPS
7	6	51°50.4	N	001°39.2	E	122	4,8	GPS
8	7	51°22.7	N	001°51.0	E	165	28,7	GPS
9	8	51°12.2	N	001°44.0	E	203	11,3	E. Goodwin
10	9	50°36.7	N	000°34.2	E	231	56,7	GPS
Dover strait passed, changing RPMs of ME. Atlantic ocean (Portugal coast), Gibraltar strait and Mediterranean Sea passage for 5 days. Astronomical position observations as alternative ship position fixing.								
11	10	49°59.0	N	003°00.0	W	255	141,7	Channel Lt
12	11	48°43.5	N	005°27.1	W	232	122,1	GPS
13	12	43°13.9	N	009°57.1	W	210	379,1	GPS
14	13	38°45.6	N	009°54.9	W	180	268,3	GPS
15	14	36°51.3	N	009°11.6	W	163	119,3	Cabo de Sao Vicente
16	15	35°55.1	N	006°12.0	W	111	155,2	GPS
17	16	35°55.1	N	005°36.6	W	90	28,7	Tarifa
18	17	35°59.0	N	005°22.6	W	71	12	Punta Almina
19	18	37°52.4	N	008°59.5	E	81	698,4	GPS
20	19	37°32.1	N	011°01.8	E	102	98,8	GPS
21	20	35°30.0	N	016°01.7	E	117	270,2	GPS
22	21	31°45.9	N	031°59.0	E	106	827,7	Damietta
23	22	31°25.0	N	032°24.0	E	135	29,8	El Bahar
Main Engine to Maneuring Status. Reduce speed to 17 and than to 8 knots. Port Said Pilot boards the Ship and proceeding to the port								
24	23	31°19.7	N	032°22.5	E	194	5,5	El Bahar
25	24	31°16.0	N	032°19.1	E	218	4,7	Port Said
26	25	31°14.8	N	032°18.1	E	215	1,4	Port Said

Distance Berth to Berth :	3277,6
Pilot Distance Departure :	9,0
Pilot Distance Arrival :	7,0
Distance Pilot to Pilot :	3261,6

Departure port local time : GMT 0 hrs Destination port LT : GMT +2 hrs

All charts and publications corrected up to No.

PUBLICATIONS : NP 281(1), 282, 283(1), 286(1,2,3), 27, 28, 45, 1, 67

Guide to Port Entry .

Weather and navigation warning : 1) INMAR SAT-C; 2) NAVTEX

Master :

Navigation Officers :

Рисунок 2.3 – Маршрутный лист

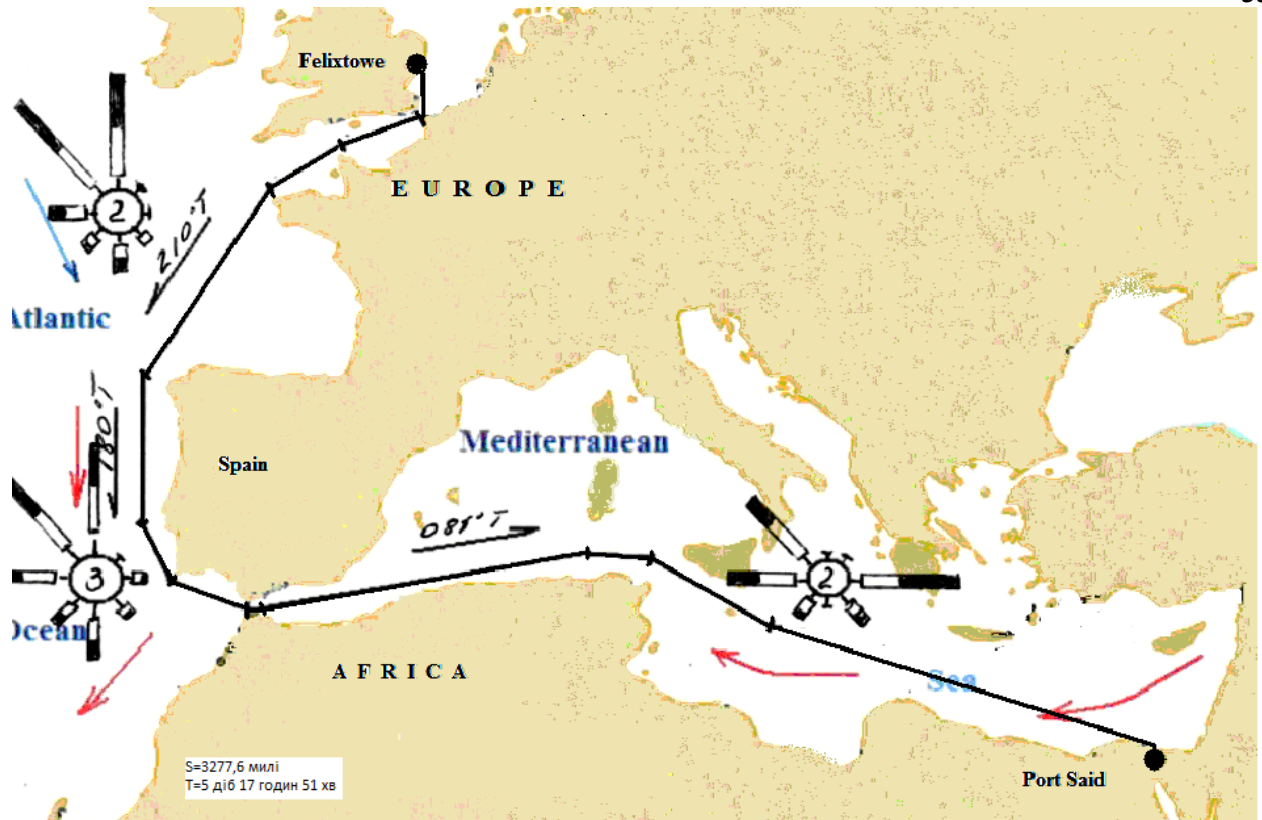


Рисунок 2.4 - Графічний план переходу

2.3.4 Розрахунок природної освітленості

Природна освітленість суттєво впливає на безпеку плавання, як про це свідчить аварійна статистика. Розрахунки освітленості виконують двома послідовними наближеннями. Спочатку, за широтою і Грінвіцькому дат планованого плавання, вибирають з МАЕ без інтерполяції моменти місцевого середнього часу сходу і заходу Сонця і Місяця. За округленої довготі передбачуваного місця на полудень кожної доби ці моменти переводять у суднове час T_c і на кожен такий момент знаходять прокладкою наперед координати φ і λ місця судна. Потім для передвчислення місць судна за звичайною методикою розраховують за МАЕ моменти T_c явищ, що характеризують освітленість.

Результати розрахунків моментів явищ, що характеризують освітленість на переході Фелікстоу – Порт-Саїд, представлені в табл. 2.10.

Таблиця 2.10– Елементи освітленості

Дата	ННС	Сонце				КНС	Місяць		
		Схід, Тп	А	Захід, Тп	А		Схід, Тп	Вік, дні	Захід, Тп
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20.03	04.45	05.58	89	18.19	271	19.27	08.44	5	00.04
21.03	05.16	06.20	89	18.42	271	19.41	10.21	6	01.06
22.03	05.39	06.33	89	18.23	271	19.18	11.31	7	02.02
23.03	04.53	05.48	88	17.40	272	18.36	11.40	8	02.19
24.03	05.09	06.04	88	18.00	272	18.53	13.06	10	03.25
25.03	05.30	06.23	88	18.20	272	19.12	14.40	11	04.23
26.03	04.55	05.48	87	18.06	273	18.59	15.32	12	04.23

2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

Результати передобчислювання припливів повинні бути такими, щоб в подальшому, під час плавання судна в даному районі, потреби в складних розрахунках не було. Зазвичай буває достатньо скласти таблиці і ілюструють їх графіки для добового коливання рівня і зміни елементів приливо-отливного течії.

Таблиці припливів містять відомості про час настання і висотах повних і малих вод. Таким чином вибираємо з таблиць припливів для порту Фелікстоу часи наступу і висоти вод, для порту Порт-Саїд припливи розраховувати не будемо, так як коливання води в порту незначні. За оперативний час відходу прийнята дата 20 березня в 07ч.00м. Ці дані представлені в таблиці 2.10. А також представлені графік припливів на малюнку 2.5.

Таблиця 2.11 – Припливи в порту Фелікстоу

Фелікстоу			
20/03		20/03	
Тп	hп	Тп	hп
02:42	3.8	14:51	3.9
Тм	hм	Тм	hм
08:02	0.7	20:27	0.4

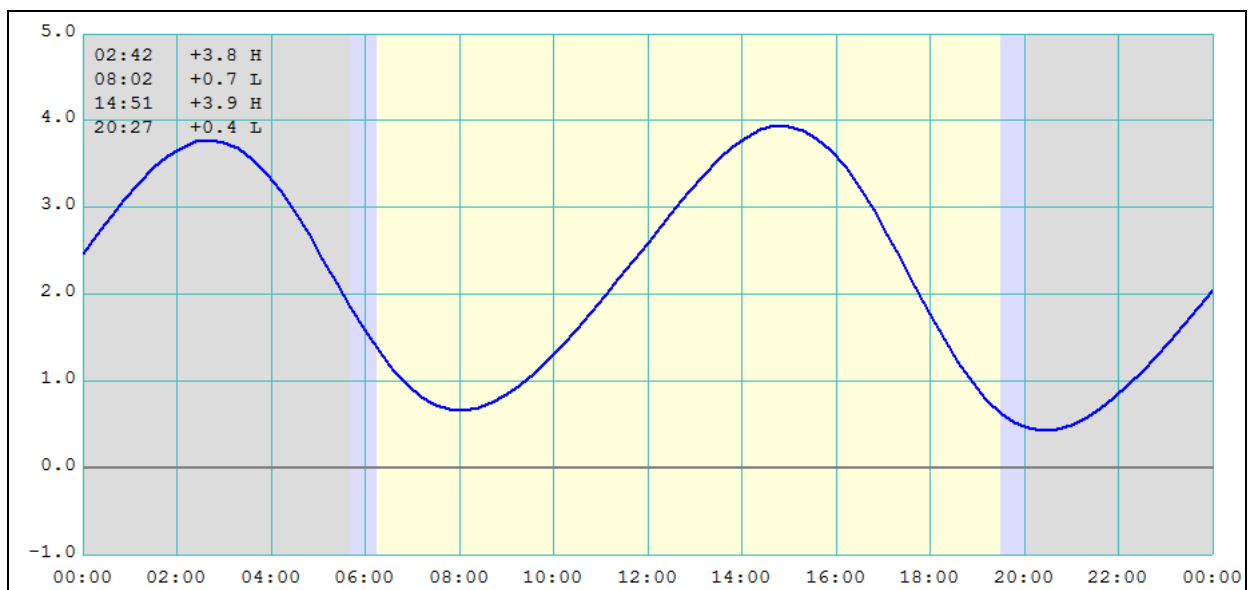


Рисунок 2.5 – Графік повної і малої води для порту Фелікстоу

2.4 Висновки

Зібрана інформація та виконані розрахунки, а також попередня прокладка дають змогу прийти до висновку, що в навігаційному відношенні безпека плавання забезпечена.

РОЗДІЛ 3

ОБРОБКА І РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖУ

3.1 Транспортні характеристики вантажів

Розрахунок вантажного плану та детальне вивчення транспортних характеристик і властивостей вантажів є одним з важливих етапів підготовки до перевезення та доставці вантажа.

Контейнери. Під вантажним контейнером розуміється одиниця транспортного устаткування багаторазово використовувана на одному або декількох видах транспорту, призначена для перевезення і тимчасового зберігання вантажів, з пристосуваннями, що забезпечують механізовану установку і зняття її з транспортних засобів.

Вантажі в контейнерах повинні укладатися так щоб виключалась можливість їх пошкоджень, переміщення вантажу всередині контейнера в умовах морського перевезення і щоб навантаження на підлогу і тиск на стінки контейнера були рівномірними.

Двері контейнера повинні вільно закриватися і відкриватися, для чого при укладанні вантажу необхідно залишати вільний простір між вантажем і дверима контейнера: для контейнерів масою бруто до 5 т – від 3 до 5 см, масою бруто понад 5 т – 5 см.

При перевезенні в контейнерах вантажів в первинній (цехової) упаковці або полегшеної тарі вантажовідправником повинні застосовуватися засоби, що оберігають вантажі від потертості, смятості, примерзання або перегріву, підмочки (обладка стін контейнера папером, обгортка вантажу в м'які ізолюючі матеріали, установка захисних планок, гумових прокладок і т.д.).

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

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

На кожному контейнері, на добре видному важкодоступному для ушкодження місці поруч з будь-якої іншої табличкою про допущення, виданої для офіційних цілей, постійно кріпиться табличка про допуск за умовами безпеки.

На табличці повинно бути залишено вільне місце для включення величин (коефіцієнтів) міцності торцевої та/або бічної стінки

На табличці оставляється також вільне місце для дати першого та наступних оглядів (місяць і рік), якщо нанесення таких на табличці передбачено.

Кожен контейнер, що використовується в міжнародному судноплавстві, повинен за своєю конструкцією та технічним станом відповідати вимогам Міжнародної конвенції щодо безпечних контейнерів (КБК) 1972 р.

У відповідності з Правилами конвенції контейнер підлягає огляду адміністративного органу країни, який видає свідоцтво Про допущення з безпеки», згідно з КПК, а на контейнер прикріплюється табличка про допущення. Початковий термін дії свідоцтва 5 років, в подальшому перегляд проводиться через кожні 2 роки.

Конструкція виготовлених контейнерів, повинна відповідати Правилам з виготовлення контейнерів. За діючими Правилами контейнер повинен витримувати штабелювання в 6 ярусів.

Якщо в контейнері здійснюється перевезення вантажів під митною пломбою, він повинен по своїй конструкції відповідати вимогам Митної конвенції 1972 і мати спеціальну табличку з написом «Допущений до перевезення під митним печатками і пломбами».

Основні транспортні характеристики вантажів, що перевозяться представимо в табличній формі.

Таблиця 3.1 – Транспортні характеристики вантажів

№ п/п	Найменування	ество,	партии	груза,	контей	непа.	IMDG Code	Норми вантажних робіт, шт/добу
-------	--------------	--------	--------	--------	--------	-------	-----------	--------------------------------

	вантажу				Номер ООН	Клас	Знак маркування	Категорія розміщення і обробка	Аварійні дії (АВК)	Вантаження	Вивантаження
1	Контейнери 20'	1099	15312,7	GP	-	-	-	-	-	3500	3000
2	Контейнери 40'	1634	34630,4	GP	-	-	-	-	-		
3	Контейнери 20'	21	289,9	RS	-	-	-	-	-		
4	Контейнери 40'	15	301,7	RS	-	-	-	-	-		
5	Контейнери 20'	1	13,5	GP	3091	9		Category A	F-A, S-I		
6	Контейнери 40'	4	79,8	GP	3065	3		Category E	F-E, S-D		
7	Контейнери 20'	3	44,4	GP	1379	4.2		Category A	F-A, S-J		
8	Контейнери 40'	1	18,9	GP	3028	8		Category A	F-A, S-B		
Всього		2778	50691,3								

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

Усі вантажні пристрої судна повинні бути цілком підготовлені до приймання 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 вчасно підготувати вантажні пристрої судна і причал порту до вантажних операцій.

У попередній інформації Капітан повинний подати відомості про осадку судна, кількість вантажу і розподіл його по трюмах або танках, наявності палубного вантажу або великовагових вантажів із указівкою їхньої маси, найменування вантажоодержувачів, справності суднових перевантажувальних засобів, а також про всі потреби судна в паливі, воді, продуктах, необхідному ремонті й інших потребах судна, задоволення яких входить в обов'язки порту.

Судно повинне бути обладнане схваленою у встановленому порядку системою кріплення контейнерів і/або мати необхідну кількість знімних засобів кріплення для виконання схем, приведених в "Наставлянні по кріпленню контейнерів", у тому числі для разового перевезення.

Люкові кришки, призначені для розміщення контейнерів, повинні мати надійне кріплення схваленого типу від навантажень, що зрушують і відривають, створюваних контейнерами.

На люкових кришках, палубах і інших міцних конструкціях судна повинні бути встановлені в достатній кількості рими й обухи.

Припустиме число ярусів контейнерів визначається схемами, розробленими з врахуванням:

- вимог до остійності судна;
- навантажень, що допускаються, на суднові конструкції;
- навантажень, що допускаються, на контейнери;
- навантажень, що допускаються, на засоби кріплення контейнерів.

По закінченні підготовки судна до вантажних робіт капітан подає на ім'я начальника порту чи на адресу відправника вантажу Повідомлення капітана, яким він формально фіксує фактичну готовність судна до навантаження. У Повідомленні капітана повідомляють про дату, час готовності судна до прийому (здачі) вантажу через відповідні люки трюмів, вантажопідйомності суднових вантажних засобів, часу прийому палива і води й інші потреби судна.

Перевезення вантажів морським транспортом здійснюється на основі договору морського перевезення, який має такі основні форми: чартер, коносамент, букінг-нот, бере-нот і фиксчюр-нот.

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

Договір морського перевезення вантажу повинен бути складений у письмовій формі.

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

Як договір морського перевезення при дрібних відправках генеральних вантажів в лінійному судноплавстві використовують коносамент. На відміну від чартеру умови лінійного коносамента розробляє судноплавна компанія (конференція) односторонньо, без узгодження з власниками вантажу, і вони є єдиними для всіх відправників і діють протягом тривалого часу.

Важливою особливістю перевезень за коносаментом є те, що лінійні компанії, як правило, приймають вантаж до перевезення раніше часу до підходу судна (забезпечують його зберігання на своїх складах, виробляють комплектацію судових партій та підготовку вантажних документів). Завантаження/вивантаження оплачується судовласником і організовується на причалах лінії.

Коносамент є один з головних документів в операціях, пов'язаних з використанням морських суден. З юридичного боку коносамент є:

- розпискою перевізника про приймання вантажу зазначеного роду, в зазначеній кількості і
- надбання;
- доказ укладення договору перевезення;
- товаророзпорядчий документ, який дозволяє його власнику розпоряджатися вантажем.

В іноземному праві вказується, що для видачі коносамента потрібно, перш за все, фактичне вручення вантажу перевізнику, передача йому фізичного володіння вантажем і контроль над ним.

Видача коносамента допускається тільки після приймання вантажу до перевезення.

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

У практиці міжнародної торгівлі переважають ордерні коносаменти, оскільки вони полегшують передачу прав на вантаж. Іменні ж коносаменти виписуються рідше, переважно на цінні вантажі.

Штурманська розписка є посвідченням судовласника до прийняття товару до перевезення. Виписує цей документ помічник капітана на підтвердження отримання конкретної партії вантажу на борт судна.

Чартерний (фрахтовий) коносамент - документ, який інкорпорується шляхом посилання окремі з умов чартер-партії. Але коносамент, виданий по чартеру, який не включає умов чартеру за договором з одержувачем вантажу або індосатом, не є фрахтовим коносаментом.

Делівері-ордер - товаророзпорядчий документ, що видається перевізником або вантажоодержувачем з підтвердженням капітаном судна. Використовується у разі продажу вантажоодержувачем товару до того, як він прийняв поставку.

Таймшит - документ - відомість обліку часу стоянки судна (сталійного часу), передбаченого чартером на проведення вантажних операцій. Він складається в кожному порту навантаження та

розвантаження судна, підписується капітаном і представником фрахтувальника. Служить підставою для розрахунку за диспачу і демереджу. У таймшиті фіксуються всі виробничі операції і непродуктивні простой за час стоянки судна в порту. У ньому зазначаються: найменування порту і судна; дата та час прибуття судна та вручення судна нотиса про готовність до навантаження (розвантаження); дата та час фактичного початку та закінчення вантажних робіт; тривалість і причини перерв у роботі; норма вантажних робіт по чартеру.

Морська накладна (лінійна накладна, океанська накладна) - документ, який підтверджує наявність договору перевезення вантажу морським шляхом та прийняття чи завантаження вантажу перевізником і по якому перевізник зобов'язується доставити вантаж вантажоодержувачу, зазначеному в документі.

Комерційний акт - документ, складений перевізником, або його представником, що засвідчує факт нестачі, псування або пошкодження вантажу при його видачі одержувачу в пункті призначення. Він фіксує розмір, характер та причини несхоронності вантажу і є підставою для покладення матеріальної відповідальності на перевізника.

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

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

Люкові записки складають окремо по кожному трюму і містять перелік всіх коносаментних партій, розміщених в цьому відсіку в порядку черговості їх розвантаження. Їх виписує вантажний помічник капітана на основі виконавчого вантажного плану і коносамента.

Прийом і здача контейнерів проводиться за їх кількістю, з зовнішнім оглядом контейнерів і перевіркою цілісності пломб первинних вантажовідправників, стану закриттів і без зважування. У перевізних документах вказуються відтиски знаків на пломбах. У разі виявлення в момент передачі технічної несправності контейнера, в результаті якої міг мати місце доступ до вантажу або можлива його псування, а також при виявленні пошкодження або відсутності пломб, або невідповідності знаків і номерів на пломбах даним, зазначеним у перевізних документах, прийом або здача контейнерів здійснюється з перевіркою знаходиться в контейнері вантажу. Така перевірка проводиться комісією, що складається з представників вантажовласника, перевізника та митниці. Слід мати на увазі, що перевізник

має право у будь-який час розкрити контейнер і перевірити його вміст. Якщо при цьому буде виявлено, що вантаж в контейнері не може бути перевезений безпечно, без пошкодження або додаткових витрат з боку перевізника, останній може відмовитися від перевезення.

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

Повний розрахункове водотоннажність судна Δ_p , яке служить вихідною величиною при визначенні його чистої вантажопідйомності $\Delta_{\text{ч}}$ на рейс, залежить від вантажних марок в портах вантаження і вивантаження і вантажних марок і обмежень опади на трасі переходу.

Для визначення Δ_p необхідно по карті зон і сезонних районів визначити діючі вантажні марки відповідно до пори року.

Перехід Фелікстоу – Порт-Саїд починається в зоні дії зимової вантажної марки і закінчується в зоні дії літньої вантажної марки без обмежень по осадці. За розрахункову водотоннажність приймаємо, встановлену для зони дії зимової вантажної марки.

Повна водотоннажність по зимову вантажну марку (з ТЕХ судна):

$$\Delta_p = \Delta_z; \quad \Delta_p = 99020 \text{ т.}$$

Після знаходження розрахункового водотоннажності судна визначають повну вантажопідйомність (дедвейт) судна:

$$\Delta_w = \Delta_p - \Delta_0,$$

де Δ_0 – водотоннажність судна порожньому, т.

$$\Delta_w = 99020 - 27373 = 71647 \text{ т}$$

Ходовое время определяется по формуле:

$$t_p = S/(V_s \cdot 24) + t_{\text{зп}}, = 5,74 \text{ доб}$$

де V_s - швидкість судна;

S - протяжність траси переходу, милі;

$t_{\text{зп}}$ - час затримки судна в дорозі, діб.

Нормативна тривалість стоянкового часу розраховується за формулою:

$$t_{\text{ст}} = \frac{\sum Q_i}{M},$$

де Q_i – кількість контейнерів, шт;

M – валова норма вантажних робіт, шт/добу.

$$t_{\text{ст}} = t_{\text{ст}}^{\text{п}} + t_{\text{ст}}^{\text{вигр}}$$

$$t_{\text{ст}} = 2778/3000 = 0,9 \text{ діб}$$

Кількість вантажу, що може прийняти судно, залежить від величини запасів. Зазвичай немає необхідності враховувати стоянкові запаси, що витрачаються в порту навантаження, тому що до моменту закінчення навантаження стоянкові запаси, передбачені на час навантаження будуть витрачені. Тому загальна кількість рейсових запасів $P_{\text{зап}}$ розраховується як сума ходових запасів $P_{\text{зап}}^x$ і необхідних для порту вивантаження стоянкових запасів $P_{\text{зап}}^{\text{ст}}$:

$$P_{\text{зап}} = P_{\text{зап}}^x + P_{\text{зап}}^{\text{ст}};$$

Кількість ходових запасів становить суму:

$$P_{\text{зап}}^x = P_{\text{т}}^x + P_{\text{в}}^x + P_{\text{см}}^x;$$

де $P_{\text{т}}^x$, $P_{\text{в}}^x$, $P_{\text{см}}^x$ – відповідно кількість палива, води й мастила необхідне на перехід від порту навантаження до порту вивантаження з урахуванням коефіцієнта штормового запасу $k_{\text{шт}}$ по даним судновласника

$$P_{\text{т}}^x = q_{\text{т}}^x \cdot t_{\text{х}} \cdot k_{\text{шт}};$$

$$P_{\text{в}}^x = q_{\text{в}}^x \cdot t_{\text{х}} \cdot k_{\text{шт}};$$

$$P_{\text{см}}^x = q_{\text{м}}^x \cdot t_{\text{х}} \cdot k_{\text{шт}};$$

де $q_{\text{т}}^x$, $q_{\text{в}}^x$, $q_{\text{м}}^x$ – добова норма витрачання палива, води і масла на ходу судна відповідно, т/добу..

$$P_{\text{т}}^x = 217,5 \cdot 5,74 \cdot 1,15 = 1373,3 \text{ т}$$

$$P_{\text{в}}^x = 8 \cdot 5,74 \cdot 1,15 = 50,5 \text{ т}$$

$$P_{\text{см}}^x = 0,97 \cdot 5,74 \cdot 1,15 = 6,1 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}}^x = 1373,3 + 50,5 + 6,15 = 1429,9 \text{ т}$$

Аналогічно знаходять кількість стоянкових запасів:

$$P_{\text{зап}}^{\text{ст}} = P_{\text{т}}^{\text{ст}} + P_{\text{в}}^{\text{ст}} + P_{\text{см}}^{\text{ст}};$$

$$P_{\text{Т}}^{\text{СТ}} = q_{\text{Т}}^{\text{СТ}} \cdot t_{\text{СТ}};$$

$$P_{\text{В}}^{\text{СТ}} = q_{\text{В}}^{\text{СТ}} \cdot t_{\text{СТ}};$$

$$P_{\text{СМ}}^{\text{СТ}} = q_{\text{М}}^{\text{СТ}} \cdot t_{\text{СТ}};$$

де $q_{\text{Т}}^{\text{СТ}}$, $q_{\text{В}}^{\text{СТ}}$, $q_{\text{М}}^{\text{СТ}}$ – добова норма витрачання палива, води і масла на стоянці судна відповідно, т/добу.

$$P_{\text{Т}}^{\text{СТ}} = 19,4 \cdot 0,9 = 17,5 \text{ т}$$

$$P_{\text{В}}^{\text{СТ}} = 8 \cdot 0,9 = 7,2 \text{ т}$$

$$P_{\text{СМ}}^{\text{СТ}} = 0,05 \cdot 0,9 = 0,1 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}}^{\text{СТ}} = 17,5 + 7,2 + 0,1 = 24,8 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}} = 1429,9 + 24,8 = 1454,7 \text{ т}$$

Оскільки рейс фактичний, то кількість запасів прийнятих на судно відрізняється від розрахованого.

Запаси палива, мастила і води прийняті трохи більше чим необхідно на рейс.

На відхід на судні було: важкого палива 5545 т; дизельного палива 90 т; води 140 т; мастила 51,4 т; інших запасів 37,3 т.

$$\text{Усього } P_{\text{зап}} = 5863,7 \text{ т}$$

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

$$\Delta_{\text{ч}} = \Delta_{\text{W}} - (P_{\text{зап}} + P_{\text{кон}});$$

де $P_{\text{кон}}$ – константа (екіпаж, постачання та ін.)

$$\Delta_{\text{ч}} = 71647 - 5863,7 - 1008 = 64775,3 \text{ т}$$

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

3.4 Складання вантажного плану

Перевізник несе відповідальність за неправильне розміщення вантажів на судні. Неправильне чи невдале розміщення вантажів, перевантаження окремих відсіків неминуче приводить до перенапруг корпусу, а в окремих випадках до

ушкоджень і навіть аварії судна. Тому судно повинне бути завантажене так, щоб не з'явилося крену, були належний диферент і достатня остійність, не були порушені умови місцевої і загальної міцності. Це досягається відповідним розподілом вагового навантаження по вантажних приміщеннях судна.

Розміщення контейнерів представлено в главі 4 на рис.4.1 і в табл.4.4.

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

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

Гідрометеорологічні умови плавання, опис та характеристика портів заходу в частині що стосується вантажних операцій представлені в розділі 2.

Порт відходу: Фелікстоу (густина води $\rho=1,025 \text{ т/м}^3$)

Розташування: Фелікстоу знаходиться в гирлі бухти Харвіч на східному узбережжі Англії.

Дані про трафік: приблизно 23,100,000 т вантажу і 4,150,000 TEU обробляються щорічно.

Зони вантажної марки: Зимово сезонна зона II Північної Атлантики, зима з 1 листопада по 31 березня, літо з 1 квітня по 31 жовтня.

Максимальний розмір: немає обмежень на довжину, осадка 15.0 м.

Ремонт: Доступний.

Прісна вода: Є в наявності.

Бункеровка: Всі види моторного палива та дизельного палива можна доставити баржею або автоцистерною.

Державні свята: Понаднормовий час доступний за домовленістю, окрім 25 грудня.

Час роботи: протягом 24 годин.

Порт приходу: Порт Саїд (Єгипет). Густина води $\rho = 1,025 \text{ т/м}^3$.

Порт Саїд розташований біля північного входу до Суецького каналу, обхідний канал, побудований між 17 км і Середземним морем. В порту є 20 буксирів, потужність яких варіюється від 320-4000 к.с.

Зона вантажної марки: літо.

Бункеровка. Всі сорти бункера доступні. Мінімальна кількість бункера 200 т.

Державні свята: Мультель-Набі, День праці, Шам-ель-Нессім, День революції, День евакуації (18 червня), Рамадан Байрам (кінець Рамадану), День революції Лівії, День збройних сил, Курбан-Байрам, п'ятниця - тижневий день відпочинку, але це не впливає на працю.

Час роботи: протягом 24 годин.

Відстань між портами: $S = 3277,6$ миль

Час виконання рейсу: березень.

У порту Фелікстоу діє зимова вантажна марка.

У порту Порт-Саїд діє літня вантажна марка.

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

Абсциси відраховуються від мідель-шпангоуту і мають знак в кормовій частині “ + ”, а в носовій частині “ – ”. Диферент на корму має знак “ + ”, а на ніс “ – ”.

Розподіл запасів на судні на відхід і прихід представлено в табл.4.1 и табл.4.2

Таблиця 4.1 - Розподіл запасів на відхід

Найменування цистерн	Міст- кість, т	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо $\rho = 0,98 \text{ т/м}^3$						
NO.3 L.F.O.T. (P)	967,6	850	-59,13	5,28	-50261	4488
NO.3 L.F.O.T. (S)	967,6	850	-59,13	5,28	-50261	4488
NO.4 L.F.O.T. (P)	781,7	750	-31,37	5,29	-23528	3968
NO.4 L.F.O.T. (S)	781,7	750	-31,37	5,29	-23528	3968
NO.5 L.F.O.T. (S)	607,4	510	-1,58	4,66	-806	2377
NO.6 L.F.O.T. (P)	658,5	600	26,07	4,44	15642	2664
NO.6 L.F.O.T. (S)	658,5	600	26,07	4,44	15642	2664
NO.7 L.F.O.T. (P)	797,6	450	53,73	3,81	24179	1715
FO SETT TK(S)	94	90	79,26	14,28	7133	1285
FO SERV. TK(S)	104,9	95	75,21	14,62	7145	1389
Всього моторного палива		5545			-78643	29006
Дизельне паливо $\rho = 0,88 \text{ т/м}^3$						
D.O.T. (P)	237,4	80	55,06	1,04	4405	83
NO.1 D.O.SERV. T(S)	17,2	5	87,21	21,79	436	109
NO.2 D.O.SERV. T(S)	82,9	5	87,24	18,99	436	95
Всього дизельного палива		90			5277	287

Продовження табл.4.1

1	2	3	4	5	6	7
Мастило $\rho = 0,92 \text{ т/м}^3$						
L.O.SUMP.T (C)	73,6	10,2	84,93	1,48	866	15
NO1 CYL.OIL STOR.T.(S)	205	8,3	94,84	11,25	787	93
NO2 CYL.OIL STOR.T.(S)	80,7	9,5	97,28	10,36	924	98
M/E L.O.STOR.T.(S)	85,4	9,4	95,53	17,20	898	162
M/E L.O.SETT.T.(S)	4,1	2,2	83,05	22,12	183	49
M/E L.O.PURI T.(S)	4,6	2,1	83,05	22,12	174	46
G/E L.O.STOR.T.(S)	16,9	5,1	88,04	21,53	449	110
G/E L.O.SETT.T.(S)	6,7	4,6	88,03	17,17	405	79
Всього мастила		51,4			4686	652
Вода $\rho = 1,00 \text{ т/м}^3$						
F.W.T.(P)	243,2	70	62,54	14,61	4378	1023
DR.W.T.(S)	243,2	70	62,54	14,61	4378	1023
Всього води		140			8756	2046
Інші						
BILGE T. (C)	143,5	10,2	113,46	1,14	1157	12
CLEAN DRAIN T.(P)	71,9	11,3	79,07	1,16	893	13
WASTE OIL T.(S)	95,6	12,5	89,60	1,19	1120	15
NO1 W. OIL SETT. T.(S)	9,2	1,2	78,04	21,88	94	26
NO2 W. OIL SETT. T.(S)	9,2	1,3	80,44	21,88	105	28
WASTE OIL SERV.T.(S)	9,2	0,8	75,64	21,88	61	18
Всього		37,3			3430	112
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:		5863,7	-9,63	5,47	-56494	32103

Таблиця 4.2.- Розподіл запасів на прихід

Найменування цистерн	Міст- кість, т	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо $\rho = 0,98 \text{ т/м}^3$						
NO.3 L.F.O.T. (P)	967,6	850	-59,13	5,28	-50261	4488
NO.3 L.F.O.T. (S)	967,6	850	-59,13	5,28	-50261	4488
NO.4 L.F.O.T. (P)	781,7	750	-31,37	5,29	-23528	3968

Продовження табл.4.2

1	2	3	4	5	6	7
NO.4 L.F.O.T. (S)	781,7	750	-31,37	5,29	-23528	3968
NO.5 L.F.O.T. (S)	607,4	510	-1,58	4,66	-806	2377
NO.7 L.F.O.T. (P)	797,6	401,5	53,73	3,81	21573	1530
FO SETT TK(S)	94	90	79,26	14,28	7133	1285
FO SERV. TK(S)	104,9	95	75,21	14,62	7145	1389
Всього моторного палива		4296,5			-112533	23493
Дизельне паливо $\rho = 0,88 \text{ т/м}^3$						
D.O.T. (P)	237,4	80	55,06	1,04	4405	83
NO.1 D.O.SERV. T(S)	17,2	5	87,21	21,79	436	109
NO.2 D.O.SERV. T(S)	82,9	5	87,24	18,99	436	95
Всього дизельного палива		90			5277	287
Мастило $\rho = 0,92 \text{ т/м}^3$						
L.O.SUMP.T (C)	73,6	9,1	84,93	1,48	773	13
NO1 CYL.OIL STOR.T.(S)	205	7,3	94,84	11,25	692	82
NO2 CYL.OIL STOR.T.(S)	80,7	8,3	97,28	10,36	807	86
M/E L.O.STOR.T.(S)	85,4	8,2	95,53	17,20	783	141
M/E L.O.SETT.T.(S)	4,1	2,2	83,05	22,12	183	49
M/E L.O.PURI T.(S)	4,6	2,1	83,05	22,12	174	46
G/E L.O.STOR.T.(S)	16,9	4,1	88,04	21,53	361	88
G/E L.O.SETT.T.(S)	6,7	4,5	88,03	17,17	396	77
Всього мастила		45,8			4169	582
Вода $\rho = 1,00 \text{ т/м}^3$						
F.W.T.(P)	243,2	47	62,54	14,61	2939	687
DR.W.T.(S)	243,2	47,1	62,54	14,61	2946	688
Всього води		94,1			5885	1375
Інші						
BILGE T. (C)	143,5	10,2	113,46	1,14	1157	12
CLEAN DRAIN T.(P)	71,9	11,3	79,07	1,16	893	13
WASTE OIL T.(S)	95,6	12,5	89,60	1,19	1120	15
NO1 W. OIL SETT. T.(S)	9,2	1,2	78,04	21,88	94	26
NO2 W. OIL SETT. T.(S)	9,2	1,3	80,44	21,88	105	28

Продовження табл.4.2

1	2	3	4	5	6	7
WASTE OIL SERV.T.(S)	9,2	0,8	75,64	21,88	61	18
Всього		37,3			3430	112
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:		4563,7	-20,55	5,66	-93772	25849

Розміщення баласту приведено в табл.4.3.

Таблиця 4.3.– Розподіл баласту

Найменування цистерн	Місткість, т	Маса т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
NO 4 W.B.T. (C)	636,1	636	-31,24	1,04	-19869	661
NO 4 U.W.B.T. (P)	528,4	160	-31,20	11,33	-4992	1813
NO 4 U.W.B.T. (S)	528,4	340	-31,20	12,94	-10608	4400
NO 5 W.B.T. (P)	608,5	608	-2,47	1,04	-1502	632
NO 5 W.B.T. (S)	608,5	608	-2,47	1,04	-1502	632
NO 5 U.W.B.T. (P)	530,4	160	-2,48	11,30	-397	1808
NO 5 U.W.B.T. (S)	530,4	340	-2,48	12,91	-843	4389
NO 6 U.W.B.T. (P)	530,4	160	26,28	11,30	4205	1808
NO 6 U.W.B.T. (S)	530,4	340	26,28	12,91	8935	4389
ВСЬОГО БАЛАСТУ:		3352	7,93	6,13	26573	20532

Розподіл вантажів представлено в табл.4.4.

Таблиця 4.4– Розподіл вантажу

Бей №	Кількість, од.	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
В трюмах						
01	14	203,7	-122,01	22,26	-24853	4534
03	28	387,4	-114,76	18,30	-44458	7089
05	34	488,8	-108,19	19,97	-52883	9761
07	2	19,9	-100,14	19,00	-1993	378
09	10	73,4	-94,01	17,26	-6900	1267

Продовження табл.4.4

1	2	3	4	5	6	7
11	74	1102,8	-85,96	16,25	-94797	17921
13	80	1280,0	-79,39	16,22	-101619	20762
15	16	276,2	-71,14	9,84	-19649	2718
17	22	378,0	-65,01	10,45	-24574	3950
19	14	155,9	-56,76	5,83	-8849	909
21	14	156,6	-50,63	5,75	-7929	900
23	58	908,1	-42,38	8,44	-38485	7664
25	58	871,9	-36,25	8,67	-31606	7559
27	22	274,6	-28,00	7,22	-7689	1983
29	22	282,8	-21,87	7,00	-6185	1980
31	26	359,6	-13,62	6,59	-4898	2370
33	26	340,0	-7,49	6,59	-2547	2241
35	5	94,0	0,76	3,89	71	366
37	5	97,5	6,90	3,88	673	378
39	40	622,9	15,14	5,86	9431	3650
41	40	634,9	21,28	6,07	13511	3854
43	36	552,1	29,52	7,60	16298	4196
45	36	583,6	35,66	7,72	20811	4505
47	32	542,5	43,90	7,31	23816	3966
49	32	552,8	50,04	7,35	27662	4063
51	4	9,1	58,28	7,30	530	66
59	4	21,3	106,86	13,77	2276	293
61	4	40,8	113,00	13,77	4610	562
63	26	265,4	121,24	17,30	32177	4591
65	26	279,6	127,38	17,16	35615	4798
Всього 20'	810	11856,2			-292433	129274
08	50	453,1	-97,07	19,99	-43982	9057
16	72	1269,4	-68,07	16,94	-86408	21504
20	90	2020,6	-53,69	14,38	-108486	29056
24	56	1163,8	-39,31	16,66	-45749	19389
28	98	1590,3	-24,93	14,98	-39646	23823
32	98	2403,0	-10,55	13,64	-25352	32777

Продовження табл.4.4

1	2	3	4	5	6	7
36	119	2678,3	3,83	13,40	10258	35889
40	84	1685,8	18,21	14,67	30698	24731
44	88	2000,6	32,59	14,11	65200	28228
48	88	2038,0	46,97	14,91	95725	30387
52	110	1388,3	61,35	11,87	85172	16479
56	51	947,1	95,55	19,01	90495	18004
60	60	1204,8	109,93	18,61	132444	22421
64	28	666,8	124,31	22,01	82890	14676
Всього 40'	1092	21509,9			243256	326421
На палубі						
01	32	384,1	-122,01	30,51	-46864	11719
03	34	328,6	-114,88	30,25	-37750	9940
05	28	187,0	-108,07	31,81	-20209	5948
11	36	427,1	-86,08	31,28	-36765	13360
13	36	406,8	-79,27	31,37	-32247	12761
15	20	325,0	-71,48	31,80	-23231	10335
17	24	432,5	-64,67	30,93	-27970	13377
19	8	85,3	-57,10	31,56	-4871	2692
21	8	112,4	-50,29	32,03	-5653	3600
23	12	185,6	-42,72	31,03	-7929	5759
25	12	194,2	-35,91	30,79	-6974	5979
27	8	86,3	-28,34	31,61	-2446	2728
29	8	89,7	-21,53	31,54	-1931	2829
31	3	48,5	-13,96	33,23	-677	1612
33	4	61,3	-7,15	32,18	-438	1973
35	3	48,9	0,42	30,57	21	1495
37	3	40,9	7,23	30,51	296	1248
39	1	13,2	14,80	31,20	195	412
41	2	27,8	21,61	31,07	601	864
55	16	158,4	92,14	35,13	14595	5565
57	16	160,7	98,95	35,19	15901	5655
Всього 20'	314	3804,3			-224346	119851

Продовження табл.4.4

1	2	3	4	5	6	7
08	48	697,3	-97,07	30,97	-67687	21595
16	24	425,6	-68,07	30,89	-28971	13147
20	36	945,5	-53,69	31,28	-50764	29575
24	36	991,3	-39,31	32,11	-38968	31831
28	36	959,4	-24,93	31,55	-23918	30269
32	45	1142,3	-10,55	32,58	-12051	37216
36	45	1240,7	3,83	32,57	4752	40410
40	22	324,9	18,21	33,26	5916	10806
44	56	1525,0	32,59	32,55	49700	49639
48	48	1181,5	46,97	32,12	55495	37950
52	16	300,9	61,35	35,12	18460	10568
56	6	97,1	95,55	34,96	9278	3395
60	48	1211,7	109,93	31,85	133202	38593
64	48	1337,7	124,31	32,51	166289	43489
68	48	1140,0	138,18	31,72	157525	36161
Всього 40'	562	13520,9			378258	434644
ВСЬОГО	2778	50691,3	2,07	19,93	104737	1010190

Апліката центру ваги контейнерів визначалася таким чином: рахувався момент кожного ярусу контейнерів відносно основної площини, потім визначався сумарний момент (всіх контейнерів в трюмах і палубі), і потім розраховувалася апліката центру ваги цих контейнерів діленням сумарного моменту на їх масу.

Аналогічним чином визначалася абсциса центру ваги контейнерів.

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

Таблиця 4.5 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на відхід

Найменування статей навантаження	На відхід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		х	z	M _x	M _z
Судно порожнє	27373	19,37	15,57	530215	426198
Константа	1008	75,28	13,24	75882	13346
Суднові запаси	5863,7	-9,63	5,47	-56494	32103
Вантаж	50691,3	2,07	19,93	104737	1010190
Баласт	3352	7,93	6,13	26573	20532
Всього водотоннажність	88587	7,71	17,02	680913,0	1502369

Таблиця 4.6 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на прихід

Найменування статей навантаження	На прихід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		х	z	M _x	M _z
Судно порожнє	27373	19,37	15,57	530215	426198
Константа	1008	75,28	13,24	75882	13346
Суднові запаси	4563,7	-20,55	5,66	-93772	25849
Вантаж	50691,3	2,07	19,93	104737	1010190
Баласт	3352	7,93	6,13	26573	20532
Всього водотоннажність	86988	7,40	17,20	643635	1496115

Схематично розподіл вантажу представлено на бей-плані (рис.4.1).

4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності

Розрахунок посадки судна на відхід на прихід виконується з використанням вантажної шкали і гідростатичних кривих.

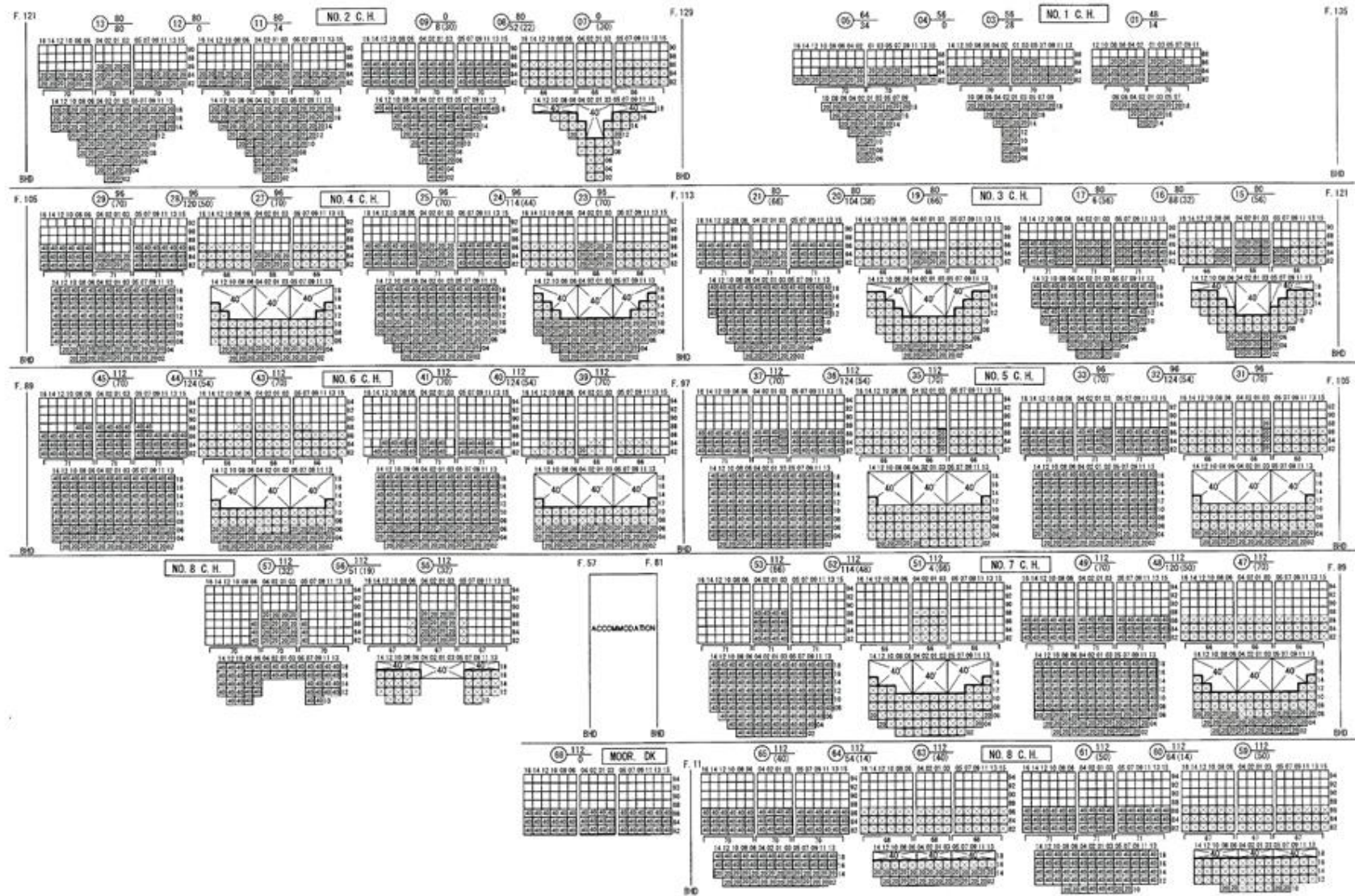


Рисунок 4.1 – Бей-план

Таблиця 4.7 – Розрахунок посадки судна на відхід і на прихід

Найменування величин	Позначення та формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
Водотоннажність масова, т	D	88288	86988
Абсциса центра ваги судна, м	x_g	7,71	7,40
Водотоннажність об'ємна, м ³	$V = D / \rho$	86135	84866
Густина води, т/м ³	ρ	1,025	1,025
Осадка судна, м	T	12,60	12,45
Момент диферентуючий на 1 см, тм/см	M_{cm}	1407,7	1375,4
Абсциса центра плавучості судна, м	x_c	5,89	5,78
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	x_f	12,95	12,59
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	18,77	18,74
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,609	0,608
Диферент судна, м	$d = D(x_g - x_c) / (100M_{cm})$	1,14	1,02
Осадка судна носом, м	$T_H = T - (L/2 + x_f) d/L$	11,98	11,89
Осадка судна кормою, м	$T_K = T_H + d$	13,12	12,91

Для виконання розрахунків та контролю остійності судна необхідно визначити поправки на вплив вільної поверхні рідких вантажів (запасів і баласту) до метацентричної висоти і плечам статичної остійності. При визначенні виправлення на вільні поверхні в розрахунок приймаються цистерни запасів з найбільшим виправленням Δm_h незалежно від ступеня їхнього заповнення. Поправочні моменти Δm_h вибираються з таблиці даних по судових цистернах, що приводиться в Інформації.

Таблиця 4.8 - Поправки на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h , тм
1	2
NO.3 L.F.O.T. (P)	547
NO.3 L.F.O.T. (S)	547
NO.4 L.F.O.T. (P)	133
NO.4 L.F.O.T. (S)	134

Продовження табл.4.8.

1	2
NO.5 L.F.O.T. (S)	17
NO.6 L.F.O.T. (P)	17
NO.6 L.F.O.T. (S)	17
NO.7 L.F.O.T. (P)	329
D.O.T. (P)	254
NO 4 U.W.B.T. (P)	17
NO 4 U.W.B.T. (S)	17
NO 5 U.W.B.T. (P)	17
NO 5 U.W.B.T. (S)	17
NO 6 U.W.B.T. (P)	17
NO 6 U.W.B.T. (S)	17
Сума: $\Sigma \Delta m_h$	2097

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний у табл.4.9.

Таблиця 4.9 – Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення та формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
Водотоннажність масова, т	D	88288	86988
Невиправлена апліката центра ваги судна, м	z_{g0}	17,02	17,20
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	18,77	18,74
Невиправлена метацентрична висота, м	$h_0 = z_m - z_{g0}$	1,75	1,54
Виправлення на вільні поверхні, м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / D$	0,02	0,02
Виправлена апліката центра ваги судна, м	$z_g = z_{g0} + \Delta h$	17,04	17,22
Виправлена метацентрична висота, м	$h = h_0 - \Delta h$	1,73	1,52

4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації

Перевірку остійності за матеріалами Інформації виконаємо по критичній аплікаті центра ваги судна.

Таблиця 4.10– Перевірка остійності по критичній аплікаті центра ваги судна

Найменування величин	Позначення та формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
Водотоннажність масова, т	D	88288	86988
Виправлена апліката центра ваги судна, м	z_g	17,04	17,22
Максимальна гранична апліката центра ваги судна, м	$z_g^{\max}$	18,32	18,29

Оскільки $Z_g < Z_g^{\max}$, то остійність задовольняє всім вимогам.

4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності

Плечі статичної остійності розраховані з використанням таблиці плечей остійності форми (Cross-Curves of Stability).

Плечі остійності форми l_ϕ вибираються по осадці для тих кутів крену, які приведені в таблиці. Ці плечі відлічуються від точки К, що відповідає кільовій лінії.

Плечі остійності ваги необхідно розраховувати по формулі:

$$l_g = z_g \sin \theta,$$

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

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

Розрахунок плечей діаграми статичної остійності виконується в табличній формі. У таблиці також представлений розрахунок площ під діаграмою статичної остійності до 30° , до 40° і від 30° до 40° з використанням коефіцієнтів Сімпсона.

Таблиця 4.11 – Розрахунок плечей статичної остійності на відхід

Водотоннажність D, т							88288	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							17,02	
Апліката умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м							17,04	
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плече форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \cdot \sin \theta^\circ$	Плече статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \theta^\circ$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	3,286	0,174	2,965	0,321	4	1,284	3	0,963
20	6,577	0,342	5,828	0,749	2	1,498	3	2,247
30	9,868	0,500	8,520	1,348	4	5,392	1	1,348
40	12,730	0,643	10,957	1,773	1	1,773	$\sum_{30}$	4,558
50	14,428	0,766	13,053	1,375	$\sum_{40}$	9,947	$a_{0-30} = 3 \times 0,1745 \times 4,228/8 = 0,298$	
60	15,264	0,866	14,757	0,507	$a_{0-40} = 0,1745 \times 9,947/3 = 0,579$			
70	15,436	0,940	16,018	-0,582				
					$a_{30-40} = 0,579 - 0,298 = 0,281$			

Таблиця 4.12 – Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність D, т							86988	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							17,20	
Апліката умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м							17,22	
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плече форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \cdot \sin \theta^\circ$	Плече статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \theta^\circ$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	3,283	0,174	2,996	0,287	4	1,148	3	0,861
20	6,576	0,342	5,889	0,687	2	1,374	3	2,061
30	9,868	0,500	8,610	1,258	4	5,032	1	1,258
40	12,752	0,643	11,072	1,680	1	1,680	$\sum_{30}$	4,180
50	14,464	0,766	13,191	1,273	$\sum_{40}$	9,234	$a_{0-30} = 3 \times 0,1745 \times 4,18/8 = 0,274$	
60	15,307	0,866	14,913	0,394	$a_{0-40} = 0,1745 \times 9,234/3 = 0,537$			
70	15,477	0,940	16,187	-0,710				
					$a_{30-40} = 0,537 - 0,274 = 0,263$			

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

4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності

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

Розрахунок нормованих параметрів остійності виконаний у табл. 4.13.

Таблиця 4.13 – Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення та формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	88288	86988
Осадка судна, м	T	12,60	12,45
Виправлена метацентрична висота, м	h	1,73	1,52
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	l_{w1} (з Інформації)	0,106	0,107
Кренувальне плече від пориву вітру, м	$l_{w2} = 1,5 l_{w1}$	0,159	0,161
Відносна площа скулових кілів, %	$100 A_k / (L B)$	0,436	
Коефіцієнт	k	0,991	
Відносна ширина	B/T	3,17	3,21
Безрозмірний множник	X_1	0,866	0,858
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,609	0,608
Безрозмірний множник	X_2	0,954	0,953
Інерційний коефіцієнт	$c=0,373+0,023B/T-0,043L/100$	0,325	0,326
Період хитавиці, с	$T_\theta = 2 c B / \sqrt{h}$	19,8	21,2
Коефіцієнт	S	0,0355	0,0350
Коефіцієнт	$r = 0,73 + 0,6 (z_g - T) / T$	0,941	0,960
Амплітуда качки, °	$\theta_f = 109 k X_1 X_2 \sqrt{rS}$	16,3	16,2
Кут заливання, °	θ_f	40,6	40,9

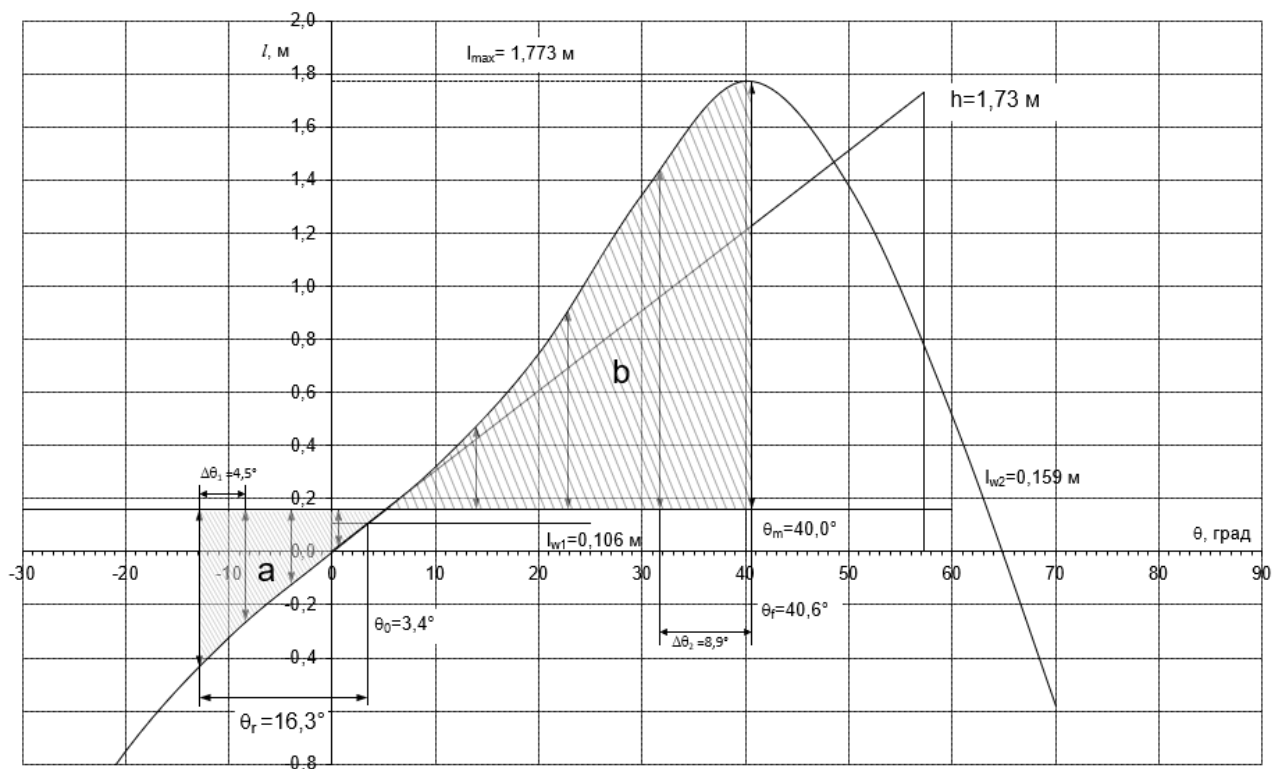


Рисунок 4.2 - Діаграма статичної остійності на відхід і визначення критерію погоди

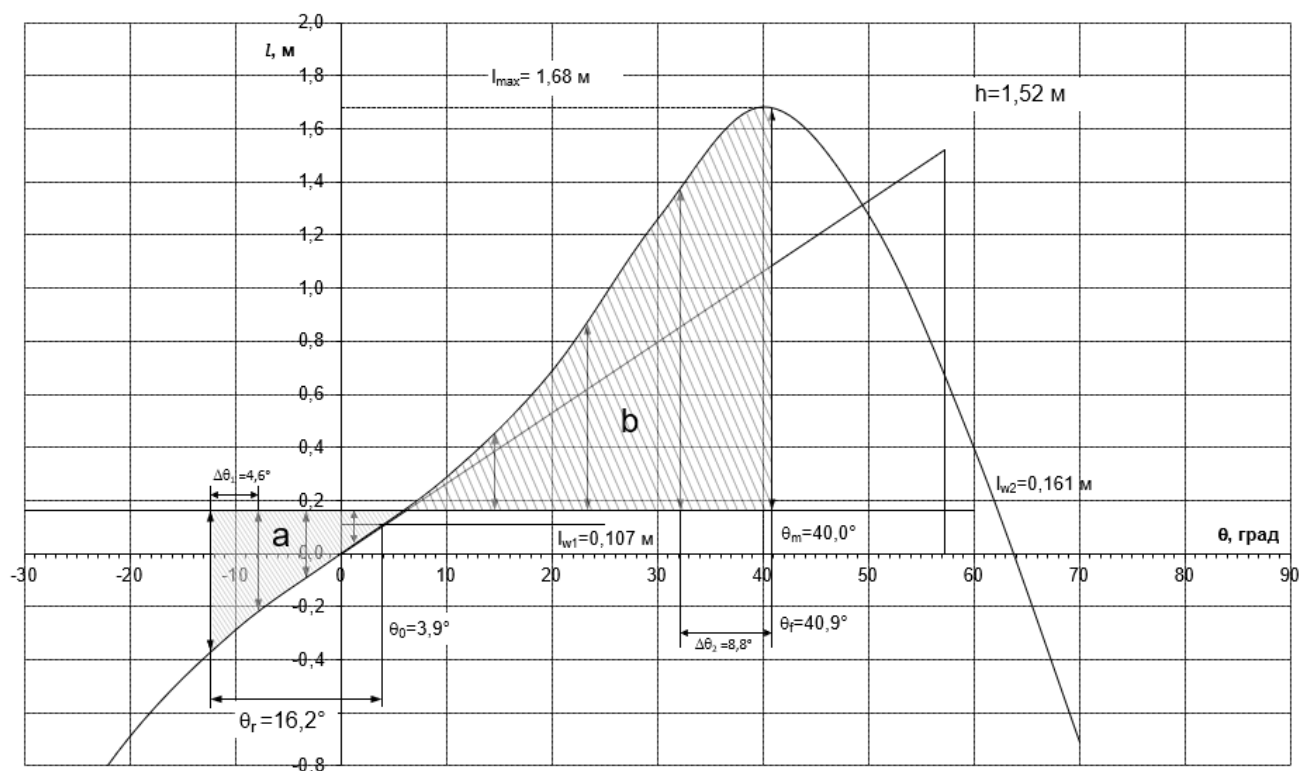


Рисунок 4.3 - Діаграма статичної остійності на прихід і визначення критерію погоди

Продовження табл.4.13

1	2	3	4
Кут входу палуби у воду, °	$\theta_d = \arctg(2(H - T) / B)$	30,1	30,4
Кут крена від постійного вітру, °	θ_0	3,4	3,9
Кут крена при качці назустріч вітру, °	$\theta_1 = \theta_r - \theta_0$	12,9	12,3
Границя площ. “b” діаграми справа, °	θ_b	40,6	40,9
Площа “a” діаграми, м-рад	a	0,089	0,080
Площа “b” діаграми, м-рад	b	0,490	0,457
Критерій погоди	$K = b / a$	5,51	5,71

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

Для розрахунку величини площ “a” і “b” використаємо правило Сімпсона. Для цього площі “a” і “b” діляться на чотири ділянки однакової довжини по куту крену. Розрахунок площ виконується в табличній формі аналогічно розрахунку площі a_{0-40} . При цьому, замість множника 0,1745, приймаємо довжини ділянок $\Delta\theta_1$ і $\Delta\theta_2$ у радіанах.

Таблиця 4.14 – Визначення площ “a” і “b” на відхід за правилом Сімпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (12,9 + 1,5 \cdot 3,4)/4 = 4,5^\circ$			$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 4,5^\circ/57,3 = 0,0785 \text{ рад}$		
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (40,6 - 1,5 \cdot 3,4)/4 = 8,88^\circ$			$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 8,88^\circ/57,3 = 0,1549 \text{ рад}$		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0,593$	1	0,593	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,420$	4	1,680	$b_2 = 0,316$	4	1,264
$a_3 = 0,279$	2	0,558	$b_3 = 0,750$	2	1,500
$a_4 = 0,139$	4	0,556	$b_4 = 1,280$	4	5,120
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 1,610$	1	1,610
		$\Sigma_a = 3,387$			$\Sigma_b = 9,494$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 3,387 \times 0,0785 = 0,089$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 9,494 \times 0,1549 = 0,49$		

Таблиця 4.15 – Визначення площ “a” і “b” на прихід за правилом Сімпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (12,3 + 1,5 \cdot 3,9)/4 = 4,54^\circ$			$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 4,54^\circ/57,3 = 0,0794 \text{ рад}$		
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (40,9 - 1,5 \cdot 3,9)/4 = 8,76^\circ$			$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 8,76^\circ/57,3 = 0,1531 \text{ рад}$		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0,530$	1	0,530	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,376$	4	1,504	$b_2 = 0,294$	4	1,176
$a_3 = 0,251$	2	0,502	$b_3 = 0,709$	2	1,418
$a_4 = 0,123$	4	0,492	$b_4 = 1,210$	4	4,840
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 1,515$	1	1,515
		$\Sigma_a = 3,028$			$\Sigma_b = 8,949$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 3,028 \times 0,0794 = 0,080$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 8,949 \times 0,1531 = 0,457$		

4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

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

Таблиця 4.16 – Перевірка виконання рекомендацій ІМО

Найменування величин	Позна-чення	Значення величин			Викон. (YES/NO)
		норма-тивне	відхід	прихід	
Загальні критерії					
Площа під ДСО до кута крену 30 ⁰ , м·рад	A ₃₀	≥ 0,055	0,298	0,274	YES
Площа під ДСО до кута крену 40 ⁰ , м·рад	A ₄₀	≥ 0,09	0,579	0,537	YES
Площа під ДСО між 30 ° і 40 °, м рад	A ₃₀₋₄₀	≥ 0,03	0,281	0,263	YES
Плече ДСО при куті крену 30° або більше, м	l ₃₀	≥ 0,20	1,348	1,258	YES
Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, °	θ _m	≥ 25	40,0	40,0	YES
Виправлена метацентрична висота, м	h	> 0,15	1,73	1,52	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	5,51	5,71	YES
Кут крену від постійного вітру, °	θ ₀	≤ 16	3,4	3,9	YES

На відхід і на прихід остійність судна задовольняє всім вимогам ІМО.

4.7 Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу

Перевірка подовжньої міцності судна виконується відповідно до суднової Інструкції по завантаженню (або Інструкції по міцності судна) у формі рекомендованих нею розрахункових таблиць зазвичай по перерізуючим силам і згинальним моментам у кількох розрахункових поперечних перерізах судна. Виконання такого розрахунку закінчується побудовою епюр перерізуючих сил і згинальних моментів, на яких також наносяться їх допустимі значення для прогину і перегину.

У даному рейсі перевірка подовжньої міцності корпусу судна виконується з комп'ютерної програмою, схваленою класифікаційним товариством.

Результати розрахунку по судновій програмі перерізають сили SF і згинального моменту BM на відхід судна представлені в табл.4.17.

Таблиця 4.17. – Перевірка подовжньої міцності на відхід

Пере- тин	X, м	SF, т	SFsea, %	Дод.SF, т	BM, тм	BMsea,%	Дод.BM, тм
1	2	3	4	5	6	7	8
11	10,10	2078	55,6	3740	15619	24620	63,4
25	22,70	4764	70,4	6770	60357	97290	62,0
41	37,08	5841	83,0	7040	138820	180000	77,1
57	51,46	6389	86,3	7400	226947	272310	83,3
81	70,66	4472	69,8	6410	335457	374670	89,5
85	85,66	1257	20,0	6290	375201	455440	82,4
89	100,04	112	1,7	6460	382504	520010	73,6
93	114,42	-760	11,5	-6590	375017	520760	72,0
97	128,80	-2183	33,1	-6600	355175	521950	68,0
101	143,18	-3109	47,2	-6590	313212	520590	60,2
105	157,56	-3277	49,7	-6590	266872	474900	56,2
109	171,94	-4198	64,9	-6470	208743	415210	50,3

Продовження табл.4.17

1	2	3	4	5	6	7	8
113	186,32	-3243	48,8	-6640	153288	328820	46,6
117	200,7	-2590	35,6	-7280	108050	262020	41,2
121	215,08	-2373	35,1	-6750	73625	203730	36,1
125	229,90	-1679	31,6	-5320	41104	170320	24,1
129	244,08	-1394	29,0	-4810	20355	60020	33,9
133	258,7	-660	10,2	-6460	3919	61600	6,4
136	268,32	-103	1,4	-7450	800	24620	3,3

Максимальна перерізуюча сила 6389 т на 57 шпангоуті.

Максимальний згинальний момент 382504 тм на 89 шпангоуті.

На рис.4.4. представлена епюра міцності на відхід.

Протягом всього рейсу загальна поздовжня міцність забезпечена.

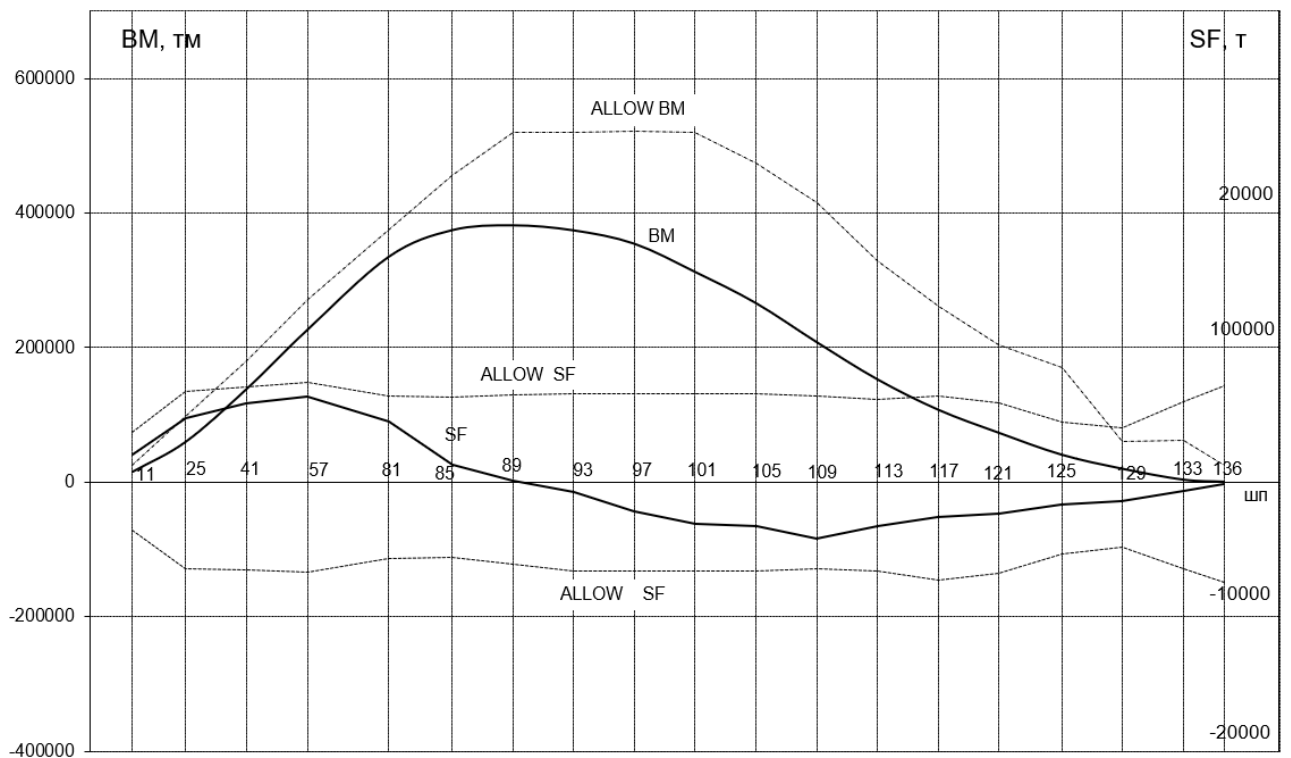


Рисунок 4.4. Контроль міцності на відхід

РОЗДІЛ 5

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ШВАРТУВАННЯ ТА МАНЕВРУВАННЯ НАДВЕЛИКИХ КОНТЕЙНЕРОВОЗІВ (ULCV) В УМОВАХ ПОРТОВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

5.1 Вступ

Розміри контейнеровозів зростають, завдяки чому ULCV можуть перевозити понад 20 000 TEU. За даними [28], кількість судноплавних ліній зменшилася, але середня місткість контейнеровозів зросла на 25% між 2014 і 2022 роками. У 2017 році перше судно такого розміру вступило в експлуатацію: MOL Triumph загальною довжиною 400 і ширина 58,8 м. Флот ULCV становив 18% від загальної місткості контейнерів у 2022 році [29] та 31% від загальної потужності, розгорнутої у другому кварталі 2023 року. До 2019 року гонконзька OOCL володіла найбільшим у світі контейнеровозом; 21 413 TEU «OOCL Hong Kong», спущений на воду в 2017 році. Наразі найбільшим у світі контейнеровозом є HMM Algeciras з 23 964 TEU, яке вступило в експлуатацію в квітні 2020 року [30]. Судно має ширину 61 м, довжину 400 м і осадкою 16,52 м був першим із семи гігантів, побудованих південнокорейською DSME. Ці судна були названі Megamax24 [31] і характеризуються 24 рядами в ширину.

Велика французька судноплавна компанія CMA CGM поставила дев'ять контейнеровозів місткістю 23 000 TEU, при цьому CMA CGM JACQUES SAADE є найбільшим у світі контейнеровозом, що працює на СПГ [32]. COSCO має проекти нових ULCV місткістю 25 000 TEU, схвалені державною суднобудівною компанією Китаю [33]. Сьогодні налічується 139 суден Megamax місткістю від 18 000 до 24 000 TEU, що стало стандартним судном на багатьох магістралях зі сходу на захід, на основі [34]. Alphalineran аналізує Gigamax, гіпотетичне контейнеровоз місткістю до 28 880 TEU, і зважує плюси і мінуси такої конструкції.

Далі в майбутньому звіт про контейнерні перевезення від [35] згадує можливість суден місткістю 50 000 TEU, але, ймовірно, не більше, до 2067 року. У майбутньому розвиток контейнеровозів, ймовірно, буде набагато повільнішим, ніж в останні десятиліття. Поки попит не наздожене пропозицію, замовлень на більші судна не буде. Ймовірно, це станеться далі, враховуючи, що також можна наздогнати більше суден меншого розміру. Зростання контейнерної торгівлі сповільнилося після фінансової кризи, але продовжує зростати. Автор у роботі [36] передбачив зростання контейнерного флоту з 0,25 мільярдів дедвейтів у 2015 році до 0,5 мільярдів дедвейтів у 2050 році. А у статті [37] передбачено майбутній ULCV у 30 000 TEU до 2025 року. Результати були засновані на регресійному аналізі розмірів суден і обмежень, виявлених у портовій інфраструктурі та операціях щодо часу очікування та обробки вантажів.

У роботі [38] проаналізували зростання розміру контейнеровозів після Emma Maersk у 2006 році та представили методологію для прогнозування розміру контейнеровозів. Таке швидке збільшення розміру пов'язане з масовими перевезеннями, що зменшує вартість одного TEU, що дозволяє досягти економії на масштабі. Збільшення місткості суден підвищує надійність і знижує витрати на доставку. Це можливо завдяки стратегічному партнерству між компаніями та їхній здатності збирати вантажі. Порти повинні адаптувати свою інфраструктуру, яка розрахована на 100 років або більше, виходячи з невизначеності майбутнього ULCV, який має прогнозований термін служби лише 20 років [37 – 42]. Збільшення розмірів цих ULCV створює проблеми не тільки для проектування контейнерних кранів, причальних стінок та іншої морської інфраструктури, такої як під'їзні канали, поворотні та портові басейни та причальні кишені, але й для проектування системи швартування, а також на оперативність вантажно-розвантажувальної діяльності та безпека перебування на причалі.

З експлуатаційної точки зору існують обмеження щодо ефекту проходження судна на пришвартовані судна. У міру того, як контейнеровози

збільшуються в розмірах, ефекти проходження судна стають більш несприятливими, перешкоджаючи навантажувально-розвантажувальним операціям. Ось чому важливо визначити обмеження щодо відстані та швидкості для ULCV в довгостроковій перспективі. Компанія MARIN розробила дослідження прохідного судна для пришвартованого судна Panamax і прохідного судна місткістю 12 500 TEU з критерієм обмеження руху 0,15 кН. Граничні умови були досягнуті на дистанції 75 м і 6,5 вузлів, без кута дрейфу. Дослідження показало, що умови погіршуються, коли є кут дрейфу, особливо в напрямку до терміналу (від'ємні кути). Крім того, вітер також стає більш суворим через збільшення площі вітру. Приклад впливу сил вітру для різних напрямків вітру наведено в [43], який показує, що квартування напрямків вітру створює найбільші сили на швартовках, а не позапричальні вітри з 90° пн. високі сили коливання). Негативний вплив явища коливань гавані, спричиненого довгими хвилями, на нормальну роботу порту, що, у свою чергу, впливає на рух судна та швартову систему, було встановлено в останніх дослідженнях, таких як [44,45].

Попередні дослідження були зосереджені на аналізі майбутніх очікуваних розмірів контейнеровозів на основі ринкових умов, обмежень робочого навантаження на терміналах і фізичних обмежень [37]. Інші дослідження вивчали рух пришвартованих суден і вплив суден, що проходять за поточних умов [46], представили числову оцінку хвиль, створюваних суднами, що проходять, розповсюдження та хвилювання, пов'язані з керуванням простом гавані [47], а також вивчали чутливість уразливості портових територій, що представляють експлуатаційний інтерес до зміни клімату [48].

Проте в літературі існує прогалина щодо кількісної оцінки впливу майбутніх ULCV, як пришвартованих, так і з динамічними вітровими умовами, на систему швартування та операції, що є центром цього дослідження. Слід зазначити, що для цього дослідження не враховувалися ані хвилі, ані інфрагравітаційні хвилі, оскільки досліджувана зона є високозахищеною територією.

Таблиця 7.1 — Основні характеристики сучасного та майбутнього ULCV

Показник	Сучасне судно	Майбутнє судно (≈40 000 TEU)	Зміна, %
Дедвейт, t	183 000	472 000	+158%
Довжина L, m	376	430,9	+14,6%
Ширина B, m	56,4	75	+33%
Висота борту H, m	37,2	64,5	+73%
Площа вітрового борту AL, m ²	14 000	27 795	+99%
Мінімальна міцність швартовного канату (MBL), кН	1176	3000	+155%
Кількість швартовних ліній	16	28	+75%
Попереднє натягнення, % від MBL	12,5%	12,5%	—

Таким чином, це дослідження має на меті визначити вплив ULCV під вплив динамічних умов вітру та умов проходження судна шляхом виконання динамічного швартового аналізу (DMA). На додаток до аналізу обмежень існуючих швартовних систем і пропонування заходів пом'якшення, це дослідження також досліджує потенціал нових та інноваційних швартовних технологій для вирішення проблем, пов'язаних з ULCV (рис. 5.1).

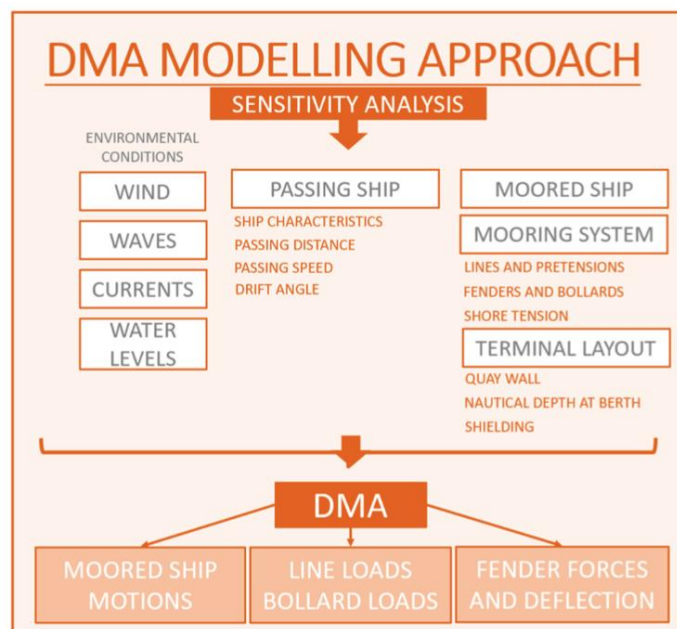


Рисунок 5.1 - Методика динамічного швартового аналізу

Крім того, дослідження відкриває можливості для вирішення проблем ULCV, враховуючи не лише технічні аспекти, але також економічні та нормативні наслідки впровадження нових швартових технологій, а також

потенційну економію коштів і переваги для ширшої морської галузі, а також нормативно-правові рамки, які необхідно буде запровадити для забезпечення безпечного та ефективного використання нових швартових систем. Загалом, це дослідження забезпечує всебічний та інноваційний аналіз проблем, пов'язаних з ULCV, і потенційних рішень, які можуть бути використані для забезпечення безпечної та ефективної обробки цих суден на контейнерних терміналах. Розглядаючи технічні аспекти швартових операцій, дослідження дає цінну інформацію про майбутнє морської інфраструктури та операцій.

5.2 Вивчення проблеми

Цей аналіз базується на конкретному дослідженні порту Роттердам (Нідерланди), представленому на рис. 5.2, де працюють кілька контейнерних терміналів. Досліджуваний термінал розташований поруч із жвавим фарватером і піддається впливу морських вітрів, що надходять із південного заходу, заходу та півночі. Цей фарватер веде до інших контейнерних терміналів, тому пришвартовані судна піддаються впливу сил, створюваних пропливаючими кораблями. Спочатку термінал не був розроблений для поточних і майбутніх розмірів ULCV, тому Роттердамський порт хоче визначити їх вплив і можливі заходи, які необхідно вжити. Головне занепокоєння викликає швартовне обладнання, зокрема, чи буде наявних кнехтів достатньо для цих суден. Це проблема, з якою зараз мають справу багато портів.

Вхідні дані були надані Роттердамським портом для аналізу прикладу на терміналі. Дані включають схему терміналу, вибрані судна на основі огляду літератури, систему швартування, умови навколишнього середовища та умови проходження судна на основі результатів аналізу AIS (системи автоматичної ідентифікації).

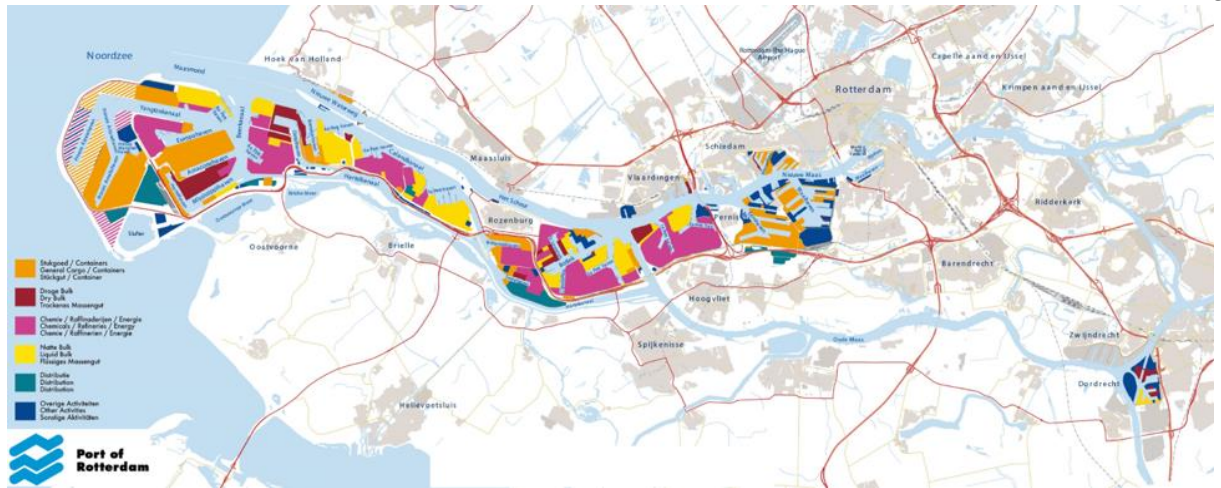


Рисунок 5.2 - Порт Роттердам

Вхідну інформацію було закодовано для дослідження, як показано нижче. Знання плану порту було доречним для визначення типології причальної стінки, прилеглих глибин і орієнтації причалу щодо напрямків падаючого вітру. Що стосується досліджуваного судна, надана інформація дозволила побудувати числову модель, яка представляє його геометрично, і встановити положення тумбів і розташування ліній, необхідних за допомогою числового інструменту (рис. 5.3 і 5.4). Крім того, дані AIS були оброблено для визначення відстаней і модальних швидкостей суден, що пливають перед досліджуваним пірсом.

Для початку, щоб створити макет терміналу для DMA, було встановлено причальну стінку глибиною NAP $-17,65$ м, з максимальною проектною глибиною NAP $-19,65$ м. Обраний підхід розпочався з визначення майбутніх контейнеровозів. Було проаналізовано майбутні прогнози щодо розмірів контейнеровозів та їх вплив на портову інфраструктуру, обладнання та операції.

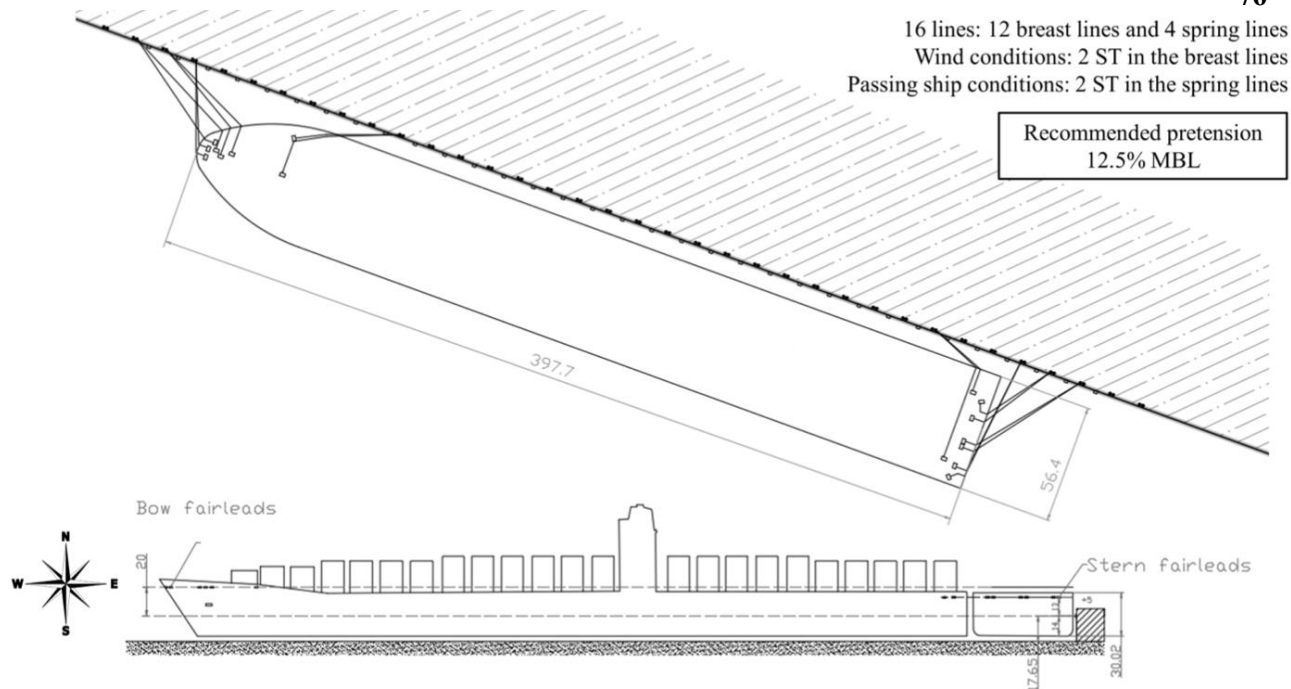


Рисунок 5.3 - Швартування сучасного судна

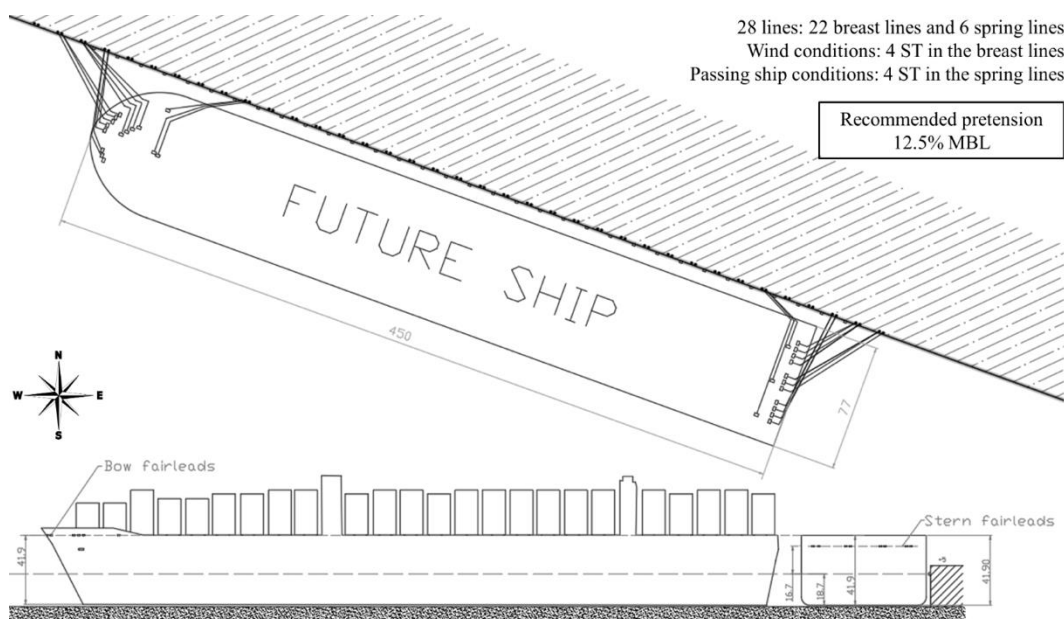


Рисунок 5.4 - Швартова схема майбутніх суден

На основі огляду літератури та рекомендацій порту Роттердама, як нашого прикладу, було обрано судно місткістю 40 000 TEU для вивчення можливостей адаптації портової інфраструктури для цього майбутнього ULCV, ефект якого порівнювався з нинішнім приклад судна, яке заходить до контейнерних терміналів.

Для сучасного судна було вибрано поточну схему швартування, а для майбутнього судна – схему швартування було визначено за критеріями Міжнародної асоціації класифікаційних товариств (IACS) [61, 62]. Отримана мінімальна міцність на розрив відповідно до IACS для сучасного судна 1637 кН. Однак поточні лінії, що використовуються, становлять 1176 кН. Цей MBL призводить до прийнятної швидкості вітру, що перевищує граничний критерій 21 м/с, встановлений згаданими рекомендаціями (на основі аналізу DMA). Таким чином, 1176 кН було обрано як MBL.

Сучасне судно вимагатиме загалом 16 швартовних канатів відповідно до вказівок IACS, з MBL 1176 кН і WLL 588 кН. Лінії були розділені на 12 нагрудних і 4 пружинні лінії відповідно до поточного розташування. Відповідно до рекомендацій порту Роттердама було застосовано попереднє натягування 12,5% від MBL канатів. У таблиці 5.2 підсумовано майбутні характеристики судна, використані для аналізу, а на рис. 5.3 показано визначене розташування швартовки.

Таблиця 5.2 - Характеристики сучасного судна

D, t	183 000
B, m	56,4
H, m	37,2
a, m	30,2 – 14 = 16,2
A _L , m ²	14 000
L, m	376

Майбутнє судно вимагатиме загалом 28 швартовних канатів відповідно до вказівок IACS, з MBL 3000 кН і WLL 1500 кН. Лінії були розділені за такою ж схемою, як у сучасному судні, з метою порівняння та на основі експертних критеріїв, отримавши 22 лінії грудей і 6 пружинних ліній. Відповідно до рекомендацій Порту Роттердама було застосовано попередній натяг 12,5% від MBL ліній. Таблиця 5.3 підсумовує характеристики майбутнього судна, які використовуються для аналізу, а рис. 5,4 показує визначену схему швартування.

Таблиця 5.3 - Характеристики майбутнього великого судна

D, t	472 000
B, m	75
H, m	64,5
a, m	$41,9 - 18,7 = 23,2$
A_L, m^2	27 795
L, m	430,9

На рис. 5.6 показано короткий перелік вхідних параметрів, вибраних для динамічного аналізу швартування, включаючи розміри судна, властивості канату та крила, а також глибину води. По-перше, DMA проводився виключно з умовами динамічного вітру в діапазоні від класів вітру BFT 6 до 11, з 10-хвилинними усередненими швидкостями вітру з усіх напрямків з інтервалами 30°. Потім умови проходження судна були проаналізовані разом із верхньою межею класу вітру BFT 6 із напрямків поза причалом (330° N–60° N), оскільки це граничний робочий стан вітру, коли судно проходить повз, відповідно до рекомендацій порту Роттердам.

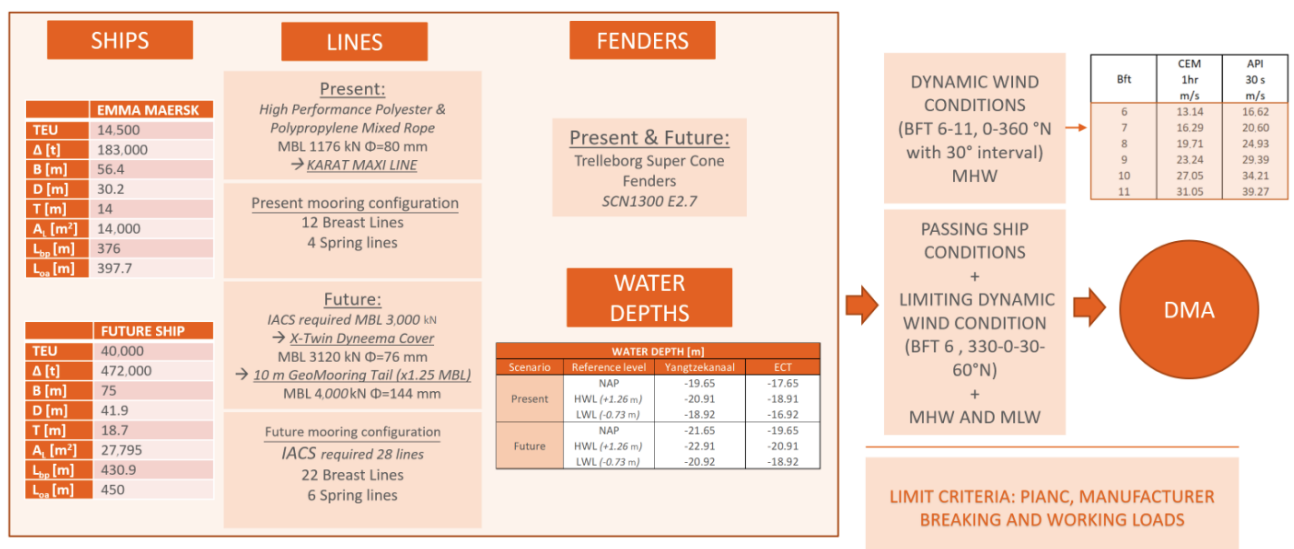


Рисунок 5.5 - Вибір параметрів для динамічного аналізу швартування

Для виконання аналізу судна, що проходить, необхідно визначити відстані, швидкості та кути дрейфу. Ці умови були обрані на основі досвіду

лоцмана, адміністрації порту та статистичного аналізу, виконаного з даними AIS. В даний час судна не проходять ближче 100 м між пришвартованим і прохідним корпусом суден. Однак, щоб оцінити мінливість навантажень, що проходять повз судно через відстань, що проходить, як альтернативу було обрано випадок відстані 120 м. Для майбутнього судна було підраховано, що відстань у 100 м буде надто близькою, а прийнятною мінімальною відстанню для такого розміру судна може бути 120 м. Так само, щоб проаналізувати цю чутливість через відстань проходження, також було вибрано сценарій 150 м.

Сценарії швидкості проходження визначаються аналогічно дистанції проходження. В даний час судна не будуть проходити вздовж каналу, виходячи з досвіду лоцманів, зі швидкістю вище 4 вузлів. Однак, щоб оцінити мінливість через швидкість проходження, також було проведено моделювання для 5 вузлів, як для сучасного судна, так і для майбутнього судна, на основі рекомендацій порту Роттердама. Крім того, це рішення може підтверджуватися даними AIS, оскільки показано на карті на рис. 5.6 і як гістограма на рис. 5,7, яка демонструє, що більшість суден проходять зі швидкістю 4–6 вузлів.

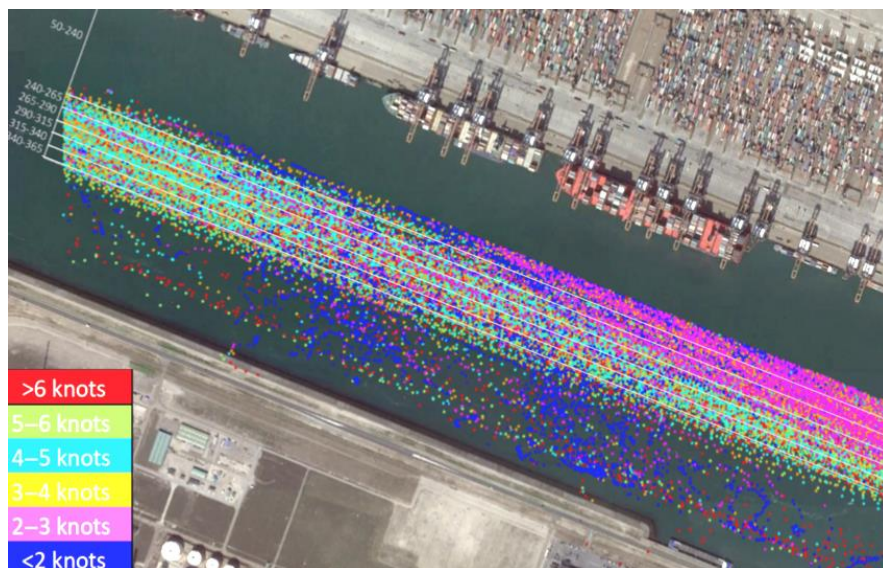


Рисунок 5.6 - Прогнозована швидкість проходження даних AIS в каналі порту в період з квітня 2022 року по березень 2023 року

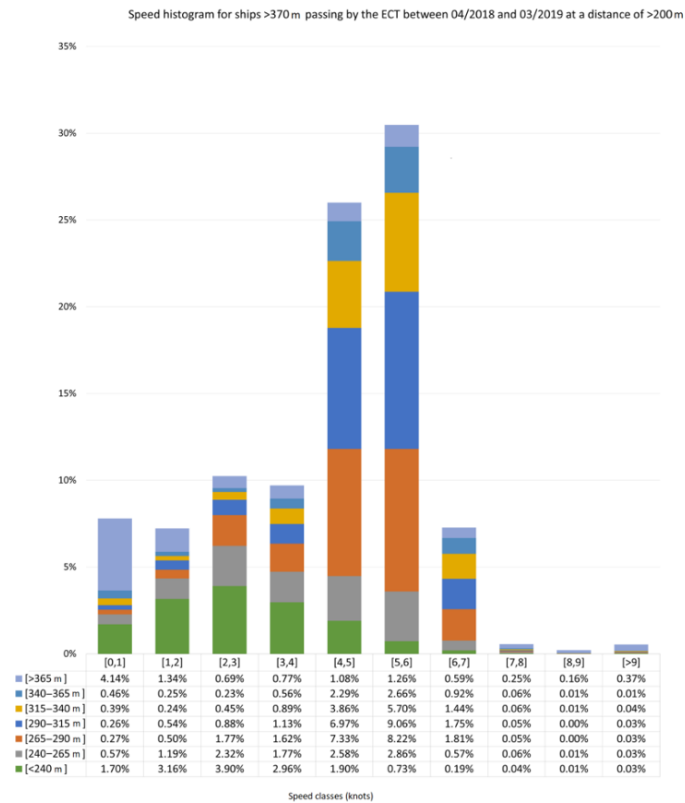


Рисунок 5.7 - Гістограма швидкості проходження у вузлах для суден понад 370 м у період з квітня 2022 року по березень 2023 року на дистанціях проходження понад 200 м від лінії терміналу

Останнє моделювання, представлене в Dynamic Mooring Analysis, включало використання модулів ShoreTension. Ці модулі окупають додаткову швартовку під великим натягом, значно зменшуючи рухи та навантаження. Їм потрібна лише електроенергія для зовнішньої гідравлічної системи під час початку роботи [63]. Це нова та покращена конфігурація швартування, рекомендована портом Роттердама для отримання безпечніших умов швартування на терміналах.

Вплив динаміки вітру на швартування

На рисунках 5.8 і 5.9 показано значні результати хвилі та коливання, відповідно, для різних швидкостей і напрямків вітру. На роботу в порту впливають значні погони та коливання, що досягають 0,4 м (позначено червоними лініями на малюнках), що вважається межею, за якої крани все ще можуть працювати відповідно до вказівок PIANC.

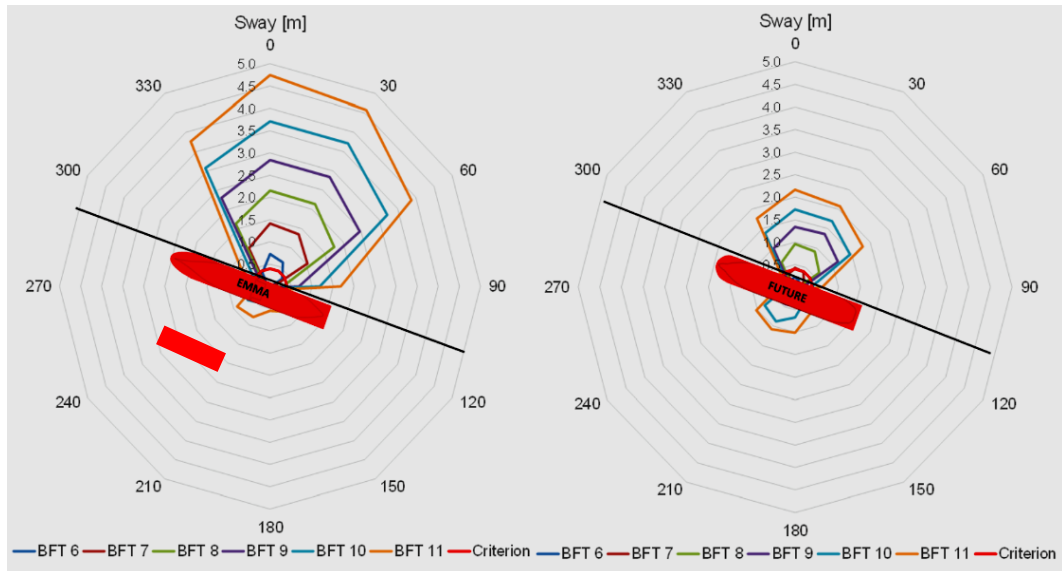


Рисунок 5.8 - Результати значного коливання в умовах динамічного

З точки зору хвильових рухів, сучасне судно досягає верхньої межі BFT 6, а майбутнє судно досягає верхньої межі BFT 8 із середньою швидкістю вітру 19 м/с за 10 хв. Що стосується коливання, сучасне судно досягає навіть нижче верхньої межі BFT 6, у той час як майбутнє судно досягне верхньої межі BFT 7, з усередненим вітром 15 м/с за 10 хв. Погойдування є більш критичним, ніж хвилясті рухи, оскільки вони є основними рухами, на які впливають динамічні умови вітру під час здування з причалу. Крім того, рухи на майбутньому судні менші, оскільки судно пришвартовано з більшою кількістю та міцніших канатів відповідно до нових вказівок IACS.

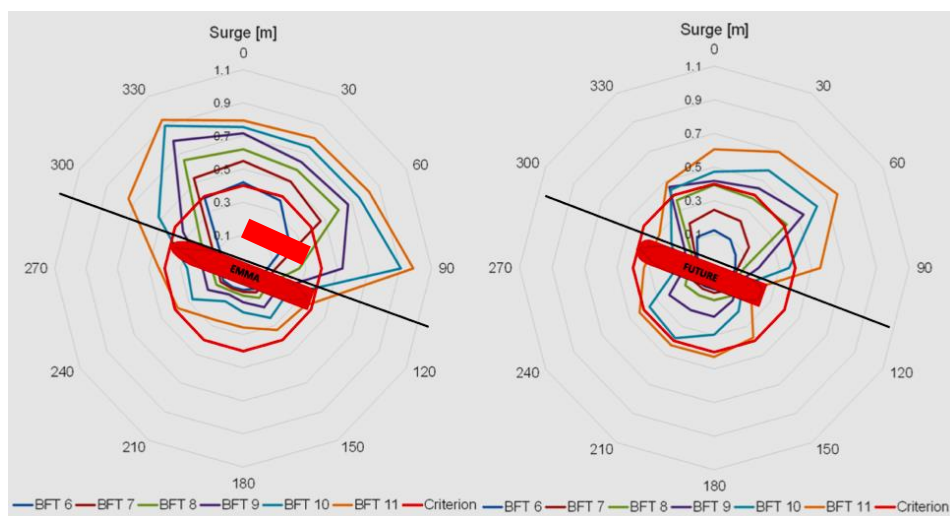


Рисунок 5.9 - Значні хвилі руху призводять до динамічного вітру

Щоб зменшити коливання та навантаження на швартовну систему, сучасного судна було змодельовано з двома модулями ShoreTension у грудних

лініях, а майбутнє судно було змодельовано з чотирма модулями ShoreTension у грудних лініях. Як наслідок, хвильовий рух було зменшено нижче граничних критеріїв для обох суден. Проте коливання все ще перевищувало межу для вітрів з 0° пн.ш. і 30° пн.ш., навіть якщо рухи були значно зменшені.

На рис. 5.10 показані результати максимального навантаження на шнур для різних швидкостей і напрямків вітру з ShoreTension і без нього для обох суден. Максимальна межа робочого навантаження для швартовних канатів у сучасного судна становила 590 кН, а для майбутнього судна — 1590 кН, як показано червоною лінією на малюнках. В сучасному судні було досягнуто обмеження для верхньої межі BFT 6, а для майбутнього судна верхня межа була BFT 8. Помітно, як навантаження для майбутнього судна вищі порівняно з сучасним судном. Майбутнє судно було піддано вищій силі, тому що його площа вітру більша, як показано на рис.5.8. Однак рухи були меншими для майбутнього судна, оскільки є більше і міцніших ліній. Збільшення сили вітру на майбутнє судно відображено в лінійних навантаженнях, які значно зросли порівняно з сучасним судном.

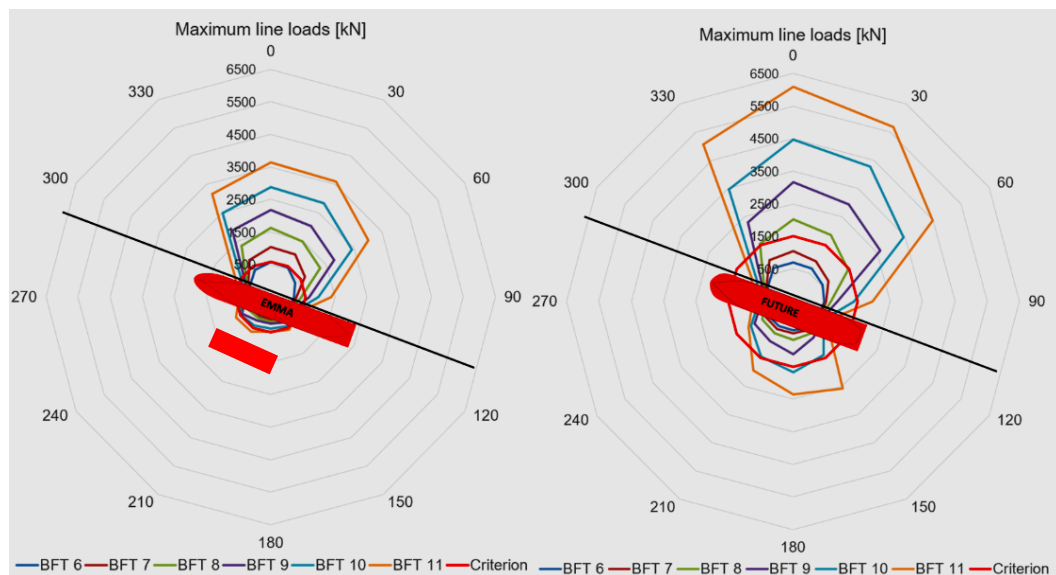


Рисунок 5.10 - Максимальне навантаження на лінію досягається за динамічних умов вітру

Таблиця 7.4 — Порівняння динамічних рухів суден у вітрових умовах

Показник	Сучасне ULCV	Майбутнє ULCV	Коментар

Макс. хвилювання (heave), m	до 0,40	до 0,35	Майбутнє судно має менші рухи
Макс. коливання (surge), m	до 0,45	до 0,38	Пружні лінії ефективніші при збільшеній кількості
Межа PIANC для роботи кранів, m	0,40	0,40	—
Критичний напрямок вітру	0° та 30°	0°	Найбільші навантаження на грудні лінії
Досягнутий граничний клас BFT	6	8	За умови застосування нових рекомендацій

На рис. 5.11 і 5.12 показано максимальне навантаження в кожній лінії для верхньої межі BFT 8, що надходить від 0° пн.ш. і 60° пн.ш. для сучасного судна і майбутнього судна відповідно. Важливо відзначити, що максимальне навантаження в кожній лінії не обов'язково відбувається одночасно, особливо для пружинної та грудної ліній. Ці таблиці не показують загальне навантаження на судно, але вони дають консервативне уявлення про максимальне завантаження судна та різницю у навантаженні між сучасним судном і майбутнім судном. Наприклад, при верхній межі BFT 8 і 0° пн.ш. сучасне судно мало загальне навантаження 11 840 кН з урахуванням усіх канатів, тоді як майбутнє судно мало загальне навантаження 30 402 кН з урахуванням усіх максимальних навантажень на канатів. Крім того, оскільки судини були піддані динамічним вітровим умовам, лінії грудей мали середнє максимальне навантаження приблизно вдвічі більше, ніж пружинні лінії.

Також помітно, що перехрестя, розташовані майже перпендикулярно набережній, завантажені набагато більше, ніж усі інші лінії. Це пояснюється тим, що напрямок вітру поза набережною збільшує навантаження на грудні лінії, особливо на ті з них, які мають найбільші кути до набережної. Ці лінії перевищують ліміт і спричиняють високі навантаження на тумби, які перевищують ліміти, як показано на наступних рисунках 5.11, 5.12.

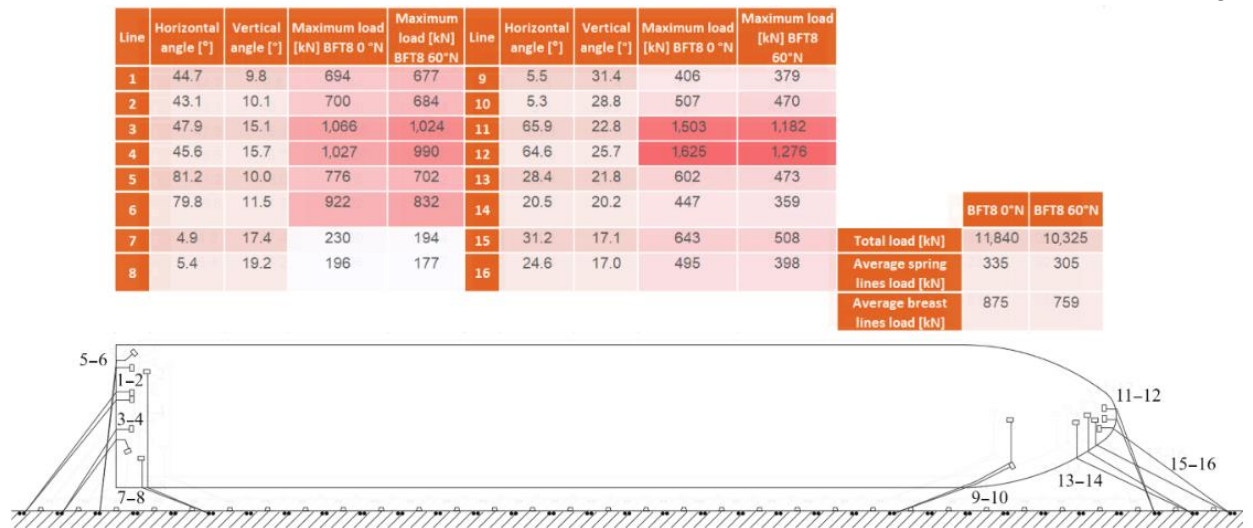


Рисунок 5.11 - Максимальне навантаження на лінію та розподіл кутів у сучасному судні



Рисунок 5.12 -Максимальні навантаження на лінію та розподіл кутів у майбутньому судні

На рис. 5.13 показано максимальні навантаження на кнехт для різних швидкостей і напрямків вітру з ShoreTension і без нього для обох суден. Максимальне розрахункове навантаження на кнехт на терміналі становило 240 т. Ця межа була перевищена для обох суден у вищому класі BFT 8. Також помітно, що навантаження на кнехт, створювані майбутнім судном на верхній межі BFT 8, були значно вищими, ніж навантаження, створювані сучасним судном. Навантаження на тумби були представлені для звичайного сценарію та сценарій із ShoreTension.

Крім того, навантаження на болард у корпусі ShoreTension було розділено на звичайні болларди та болларди ShoreTension. Для сучасного судна навантаження було зменшено нижче межі. Для майбутнього судна навантаження на кнехт перевищили граничні критерії через збільшення навантажень на канат. Завдяки ShoreTension навантаження на болларди були знижені нижче межі, за винятком вітрів, що надходять із 0° пн.ш.. Використання модулів ShoreTension може бути рішенням для забезпечення безпечних умов у боллардах.

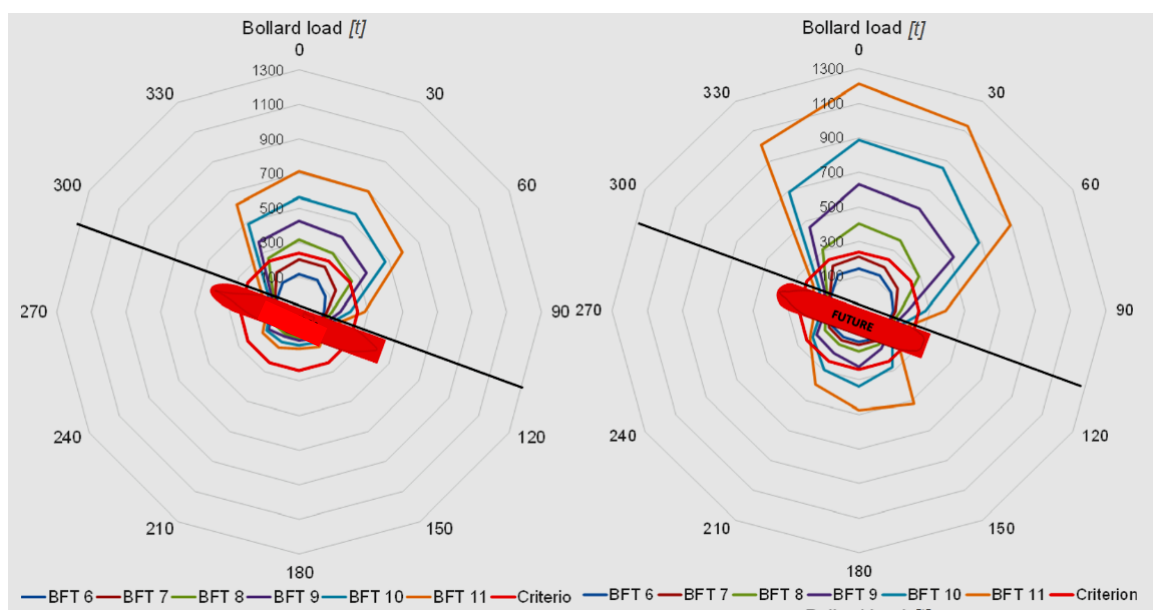


Рисунок 5.13 - Результати навантаження на кнехт для динамічних умов вітру

Випадки проходження судна з динамічними умовами вітру

Швартові, які були найбільш навантаженими під час проходження судна, були пружинні троси, оскільки основним рухом був сплеск. Ось чому модулі ShoreTension були розміщені в пружинних лініях для обох суден, з двома модулями в сучасному судні і чотирма модулями в майбутньому судні.

На рис. 5.14 і 5.15 представлено максимальні стрибки та коливання, створені під час сценаріїв проходження для описаних випадків. На роботу в порту вплинуло, коли максимальні хвилі досягали 1 м, а коливання досягали 0,3 м (чорні лінії на малюнках), відповідно до вказівок PIANC. Подібно до сценаріїв динамічного вітру, при застосуванні сил, що проходять повз корабель

із умовами динамічного вітру, рухи в сучасному судні були більшими, ніж у майбутньому судні.

Однак, коли були лише сили, що проходять повз кораблі, рухи майбутнього судна були більшими. Проходячий корабель має більший вплив на хвилю, ніж на коливання, як можна побачити в сценаріях без вітру. Вітрові умови погіршують сценарії на MHW, оскільки зона вітру є більшою через менший захист від причальної стінки, а умови проходження судна погіршують рух у MLW, коли об'єм води менший через менший просвіт під кілем.



Рисунок 5.14 - Результати максимального хвилюючого руху для сучасного судна і майбутнього судна піддаються умовам призначення

Нагони без вітру були, як правило, вищими для майбутнього судна. При змішуванні умов вітру та проходження судна, майбутнє судно зазнавало більшого впливу сил проходження повз судно, що призводило до того, що хвильові рухи були трохи вищими в MLW. Такий висновок не можна було зробити для сучасного судна. Стрибкові рухи були значно гіршими при збільшенні швидкості проходження, ніж при зменшенні відстані проходження.

Цей ефект можна було чітко спостерігати як для сучасного судна, так і для майбутнього судна під час імпульсних рухів.

Коливання сучасного судна були більшими в MHW, а для майбутнього судна вони були більшими в MLW, оскільки на останнє більше впливало проходження корабельні сили. Зазначаючи як вітру, так і вітру, сучасне судно демонструвала набагато більші коливання, ніж майбутнє судно. Однак, аналізуючи умови проходження судна виключно без вітру, коливання були гіршими для майбутнього судна, оскільки ефекти проходження судна більш актуальні для майбутнього судна.



Рисунок 5.15 - Результати максимального коливання для сучасного судна і майбутнього судна, що підпадають під умови призначення судна

На рис. 5.16 представлено результати максимального навантаження на лінію як для сучасного судна, так і для майбутнього судна в описаних сценаріях. Сучасне судно перевищила робоче обмеження навантаження в сценаріях 3 і 7, які були проаналізовані за допомогою ShoreTension. В обох випадках судно проходило на швидкості 100 м і 5 вузлів із верхньою межею швидкості вітру BFT 6 з 0° N, одна на MHW, а інша на MLW. Для майбутнього

судна межа робочого навантаження була перевищена в сценарії 15, пройшовши на 120 м і 5 вузлів на MLW з верхньою межею швидкості вітру BFT 6, що надходить від 0 ° пн. При безвітряному проходженні судна максимальні навантаження на канат завжди були більшими для майбутнього судна.



Рисунок 5.16 - Результати максимального навантаження на лінію для сучасного судна і майбутнього судна під впливом умов проходження судна

5.3 Заходи для забезпечення безпеки

На основі отриманих результатів і висновків аналізу було виявлено труднощі як наслідок збільшення розміру контейнеровозів на терміналах, розташованих поруч із завантаженими фарватерами. Основною визначеною проблемою є високі навантаження на тумби, крила та лінії, які можуть поставити під загрозу безпеку на терміналах. Коли навантаження на швартові лінії та кнехти перевищують проектні обмеження, це вимагає повторної

адаптації інфраструктури терміналу, і, отже, це являє собою значні інвестиції з боку порту. Представлені наступні заходи пом'якшення:

- Змодельовані модулі ShoreTension на 60 т.
- Майбутня розробка модуля ShoreTension на 100 т.
- Додаткові стропи.
- Нова схема швартування з неперехрещеними стропами.
- Буксири на борту судна.
- Вихід з порту.

Таблиця 7.4 — Навантаження на швартові лінії (максимальні значення)

Параметр	Сучасне судно	Майбутнє судно
Робоче навантаження WLL, кН	590	1590
Макс. навантаження при BFT 8, кН	615–820	1700–2900
Перевищення WLL	так	так (значне)
Найбільш навантажені лінії	грудні	грудні
Вплив кута дрейфу	високий	дуже високий

На основі результатів додавання 60 т модулів ShoreTension як додаткових строп пом'якшувальним заходом може бути регулярна організація швартування. Що стосується динамічних вітрових умов, цей пом'якшувальний захід майже повністю зменшує навантаження та рухи для вітру верхньої межі BFT 8 нижче граничних критеріїв. Що стосується випадків проходження повз судна, то хвилясті рухи також значно зменшуються нижче ліміту. На рис. 5.17 і 5.18 показано конфігурацію швартування з модулями ShoreTension вагою 60 т, які на рисунках зображені червоними лініями. Для умов вітру модулі розміщувалися в грудних лініях, а для умов проходження корабля вони були розміщені в пружинних лініях як для сучасного судна, так і для майбутнього судна.

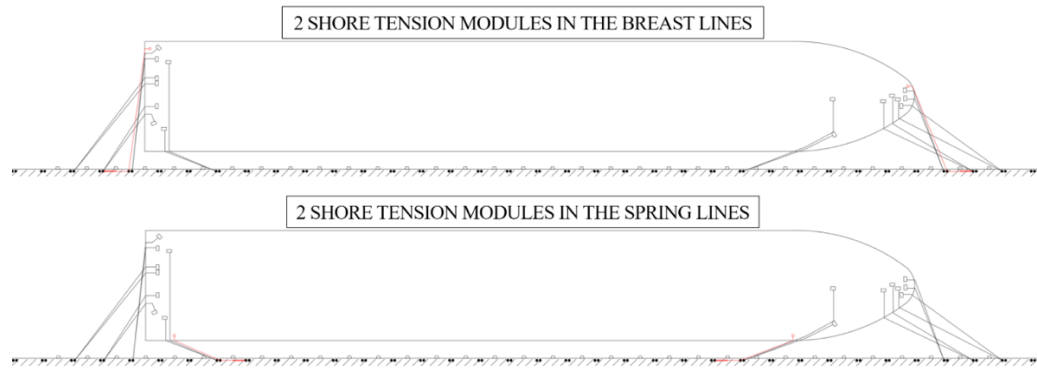


Рисунок 5.17 - Розташування 60-тонних модулів ShoreTension для сучасного судна (червоні лінії)

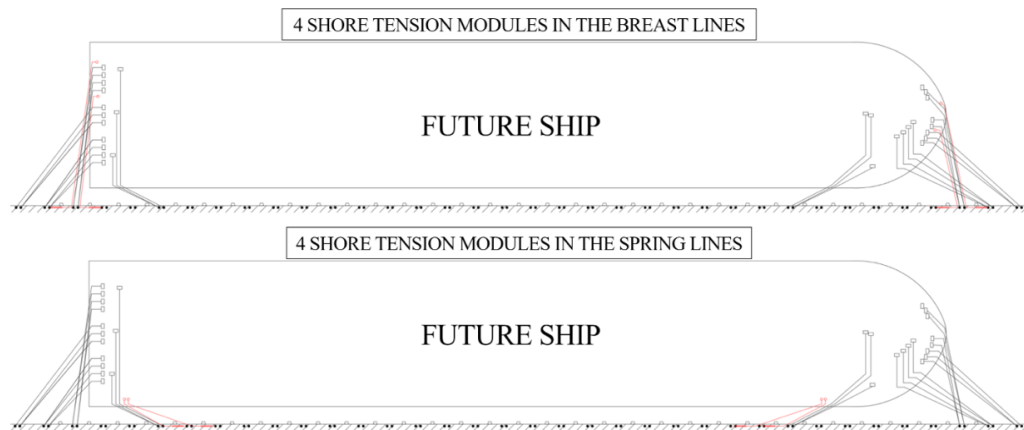


Рисунок 5.18 - Розташування 60 т модулів ShoreTension для майбутнього судна (червоні лінії)

Недоліком використання 60-тонного ShoreTension є необхідність додавання додаткових канатів до причалу на терміналі, і потенційно може знадобитися більше кнехтів. Незважаючи на те, що в цьому аналізі не моделюється, майбутній 100-тонний модуль ShoreTension може бути рішенням оскільки кожна лінія ShoreTension може замінити дві звичайні лінії, зменшуючи кількість необхідних ліній з 28 до 20 і одночасно зменшуючи навантаження та рухи. Цей висновок ґрунтується на значному зменшенні навантажень і рухів, що спостерігається при використанні 60 т ShoreTension, але це слід додатково дослідити. За словами експертів ShoreTension вагою 100 т може вирішити проблеми, пов'язані з високими навантаженнями в майбутніх ULCV. Подальші дослідження цього майбутнього ShoreTension будуть корисні, коли буде доступна додаткова інформація, щоб визначити його вплив на ULCV рухи та навантаження. На рис. 5.19 і 5.20 показана конфігурація швартування з цим

пом'якшувальним заходом, застосованим до майбутнього судна з метою економії місця на терміналі, з червоними лініями на малюнках.



Рисунок 5.19 - Майбутнє положення судна ShoreTension 100 т під час заміни смуг у прижимних швартових (червоні лінії)



Рисунок 5.20 - Майбутнє положення судна 100 т ShoreTension напрямів під час заміни строп у породільних швартових (червоні лінії)

Таблиця 7.5 — Навантаження на кнехти

Показник	Значення для сучасного судна	Значення для майбутнього судна	Граничне значення
Максимальне навантаження при BFT 8, т	200–260	320–480	240
Перевищення межі	часткове	суттєве	—
ShoreTension 60 т: ефект	зниження до 180 т	зниження до 240–260 т	зменшує, але не усуває
ShoreTension 100 т	—	потенційне зниження до ≤ 220 т	потребує дослідження

Іншим пом'якшувальним заходом може бути додавання додаткових швартовних канатів. Однак, це погіршило б проблему простору на терміналі, оскільки більша кількість стовпів вимагала б більшої довжини. Стосовно швартового улаштування було показано, що найбільші навантаження були отримані в лініях, які перетинаються. Щоб оптимізувати схему швартування, іншим пом'якшувальним заходом може бути вивчення схеми швартування з непересіченими лініями, як показано на рис. 5.21. Це зменшить навантаження на лінії перетину в обмін на більші рухи.



Рисунок 5.21 - Приклад без перехідного швартування майбутнього судна

Таблиця 7.6 — Заходи зі зменшення навантажень на швартову систему

Захід	Ефективність	Переваги	Недоліки
ShoreTension 60 т	висока	зменшує рухи та навантаження	потребує додаткових ліній
ShoreTension 100 т	дуже висока	зменшує кількість ліній, підвищує безпеку	технологія у стадії впровадження
Додаткові швартові лінії	середня	збільшення міцності системи	дефіцит простору, зростання навантаження на тумби
Неперехресні схеми	середня	зменшення перевантаження на лінії	збільшення рухів судна
Буксири	тимчасова	екстрена стабілізація	екологічні витрати, низька ефективність тривалого застосування
Вихід судна з порту	повна	запобігає аварії	припинення операцій

У разі надзвичайної ситуації з надзвичайно великими навантаженнями та рухами, буксири можуть бути використані на борту судна, щоб підштовхнути його до терміналу та забезпечити умови безпеки. Однак, цей захід слід використовувати лише в екстремальних обставинах через викиди, які він створює та його негативний вплив на навколишнє середовище. У гіршому випадку, якщо є ризик пошкодження швартовної системи або обладнання, судно має залишити порт.

Висновки

У результаті проведеного дослідження встановлено, що тенденція до збільшення розмірів контейнеровозів значно ускладнює процеси їхнього

швартування та утримання біля причальної стінки. Динамічні навантаження, спричинені вітром, коливаннями та проходженням інших суден, зростають пропорційно площі парусності та габаритам ULCV, що призводить до перевищення допустимих навантажень на кнехти, швартові лінії та відбійні пристрої.

Порівняльний аналіз сучасного та перспективного судна місткістю 40 000 TEU показав, що майбутні ULCV характеризуються нижчими рухами корпусу за умови застосування більшої кількості та міцності швартових ліній відповідно до нових рекомендацій IACS. Проте навантаження на швартівні системи та причальне обладнання значно перевищують наявні проєктні межі, що вимагає модернізації портової інфраструктури.

Технологія ShoreTension довела свою високу ефективність у зниженні динамічних навантажень і коливань, проте для майбутніх ULCV може бути необхідним застосування модулів потужністю 100 т. Додатково встановлено, що неправильно організоване швартування та недостатній попередній натяг ліній суттєво погіршують умови безпеки.

Отримані результати підтверджують актуальність перегляду стандартів швартування, оптимізації схем розташування ліній та впровадження нових інженерних рішень. Це дозволить забезпечити безпечне та ефективне обслуговування надвеликих контейнеровозів у портах майбутнього.

РОЗДІЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙС

6.1 Морські вантажні контейнерні перевезення

В даний час морські контейнерні перевезення є одними з найбільш затребуваних для транспортування різних вантажів, не тільки між континентами, а й між країнами. Основною перевагою перевезень по морю є їх низька вартість, а також налагоджена система транспортування.

Сьогодні близько 90% не насипних вантажів в усьому світі рухається в контейнерах, які встановлюються на морських судах; 26% всіх контейнерів йдуть з Китаю, близько 18 мільйонів контейнерів роблять 200 мільйонів поїздок на рік [64].

Впровадження контейнерних перевезень призвело до значного прогресу в ефективності роботи морських портів, а відповідно і зниження витрат на вантажно-розвантажувальні операції та саму доставку вантажу. Що, в кінцевому рахунку, призвело до значного прискорення і збільшення торговельних потоків. На даний момент практично всі імпортовані товари в світі проводять якийсь час в контейнері. Походження контейнерних перевезень і їх внесок в логістику зумовлені необхідністю більш економного, зручного та безпечного транспортування вантажів [64].

6.2 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі

Розрахунок виконаний на підставі завдання і даних, отриманих у попередніх розділах цієї дипломної роботи, взятих із судової документації при роботі на переддипломної практиці, з довідкових матеріалів кафедри М і ЕМТ

НУ«ОМА», прейскурантів, тарифів та ін. Вихідні дані рейсу т/х «MOL Performance» з порту Фелікстоу в Порт Саїд зведені в табл. 6.1.

Таблиця 6.1 - Початкові дані для розрахунку рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Дедвейт т/х «MOL Performance»	D_w	тон	71647
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	2462,7
3	Відстань між портами	L	милі	3275,9
4	Кількість навантаженого вантажу: контейнери всього Контейнери 20 / Контейнери 40	$\Sigma Q_{шт}$ $Q^1_{шт}/Q^2_{шт}$	шт шт	2778 1124/1654
5	Фрахтова ставка за 1 шт вантажу	f_1 / f_2	\$/шт.	650 / 750
6	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	шт/ доб.	3500
7	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	шт/ доб.	3000
8	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	23,4
9	Швидкість в каналах, вузостях	v	кан. вуз.	10
10	Добова витрата палива на ходу:	q^6_x	тон/доб	217,5
	Добова витрата палива на стоянці: легке	$q_{ст}$	тон/доб	19,4
11	Ціна 1 тони палива: важке / легке	Π_v	\$/т	420 / 650
12	Балансова вартість судна	$C_{бал}$	\$	8164700
13	Річна норма амортизації	Ha	%	10
14	Позаексплуатаційний час	$T_{зе}$	діб.	15
15	Чисельність екіпажу	$Ч_{ек}$	чол.	27
16	Час затримки в дорозі	$t_{зат}$	год.	2
17	Додатковий час в портах стоянки	$t_{дод}$	год.	4
18	Заробітна платня	$R_{зн}$	\$/доб	2800
19	Витрати на технічне постачання	$R_{м.пос}$	\$/доб	300

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5
20	Навігаційні витрати	$R_{нав}$	\$/доб	250
21	Портові збори	$R_{порт}$	\$	32540
22	Агентування суден	$R_{аг}$	\$/доб	200
23	Витрати на страхування судна	$R_{стр}$	\$/доб	250
24	Витрати на ремонт	$C_{рем}$	\$/мр.п.	800000
25	Вартість одного доковання	$C_{док}$	\$	70000

При розрахунку кількісних показників роботи судна в рейсі використовуємо дані рейсового завдання [65, 67].

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

$$D_q = D_w - G_{зан}, \quad (6.1)$$

$$D_q = 71647 - 2462,7 = 69184,3 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

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

де T_{κ} - календарний період, приймаємо 365 діб;

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

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

$$t_x = 3275,9 / (23,4 \times 24) + 2/24 = 5,9 \text{ діб}$$

- стоянковий час:

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

$$t_{cm} = 2778 / 3500 + 2778 / 3000 + 4/24 = 1,9 \text{ діб.}$$

- час рейсу складе:

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

$$t_p = 5,9 + 1,9 = 7,8 \text{ діб}$$

4. Розрахуємо провізну спроможність судна:

- зроблено шт-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 2778 \times 3275,9 = 9100450 \text{ шт-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_{\text{ч}} L = 69184,3 \times 3275,9 = 226640848 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

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

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = 1124 \times 650 + 1654 \times 750 = 1971100 \text{ \$/рейс}$$

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

Постійні експлуатаційні витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

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

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

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

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

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

$$R_{\text{хар}} = 27 \times 12 = 324 \text{ \$/добу;}$$

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

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

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

t_{mn} – міжремонтний період 5 років.

$$R_{рем} = ((70000 + 800000) / 5) / 350 = 497 \text{ \$/добу}$$

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

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

$$R_{ам} = (8164700 \times 0,1) / 350 = 2333 \text{ \$/добу};$$

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

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

де $H_{сн}$ - норма постачання;

$$R_{сн} = (8164700 \times 0,02) / 350 = 467 \text{ \$/добу};$$

- витрати на технічне постачання ($R_{т.пос.}$) 300 \\$/добу;
- навігаційні витрати, \\$/добу ($R_{нав}$) 250 \\$/добу;
- портові збори ($R_{порт}$) 32540 \\$/рейс;
- витрати з агентування ($R_{аг}$) 200 \\$/добу;
- витрати на страхування ($R_{стр}$) 250 \\$/добу.

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

$$R_{екс} = 2800 + 324 + 497 + 2333 + 467 + 300 + 250 + 32540 / 7,8 + \\ + 200 + 250 = 11593 \text{ \$/ добу}$$

7. Розраховуємо непрямі (адміністративно-управлінські)

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

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

$$R_{кос.} = 11593 \times 0,02 = 232 \text{ \$/добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{заг} = 11593 + 232 = 11825 \text{ \$/добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{заг.екс} = 11825 \times 7,8 = 92235 \text{ \$/рейс}$$

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

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

$$R^6_x = k_{см} \cdot q_x \cdot Ц_в \quad (6.15)$$

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

$$R^6_x = 1,1 \times 217,5 \times 420 = 100485 \text{ \$/ добу}$$

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

$$R^7_{см} = k_{см} \cdot q_{см} \cdot Ц_л \quad (6.16)$$

$$R^7_{см} = 1,1 \times 19,4 \times 650 = 13871 \text{ \$/ добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

$$\Sigma R_{неп} = (R^m_x + R^7_x) \cdot t_x + (R^m_{см} \cdot t_{см}) \quad (6.17)$$

$$\Sigma R_{неп} = 100485 \times 5,9 + 13871 \times 1,9 = 619217 \text{ \$/рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{рейс} = 92235 + 619217 = 711452 \text{ \$/рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

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

$$\Sigma \Pi_{рейс} = 1971100 - 711452 = 1259648 \text{ \$/рейс}$$

Прибуток судна т/х «MOL Performance» з порту Фелікстоу до порту Порт Саїд з вантажем контейнери за рейс склав 1259648 \$/рейс.

Якісні показники роботи судна в рейсі розраховуємо за методикою [67].

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

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

$$K_e = 350 / 365 = 0,959$$

2. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

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

$$V_{cp} = 3275,9 / 5,9 = 555$$

3. Коефіцієнт ходового часу:

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

$$\varepsilon_x = 5,9 / 7,8 = 0,756$$

4. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

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

$$\mu_в = 0,986 \times 555 \times 0,756 = 413,71$$

5. Валова прибутковість одних судно-днів:

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

$$\mu = 1971100 / 5,9 = 334085 \text{ \$}/\text{доба}$$

6. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

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

$$S_{um} = 711452 / 2778 = 256,10 \text{ \$}/\text{шт}$$

7. Собівартість 1 тонно-милі в рейсі:

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

$$S_{um-м} = 711452 / 9100450 = 0,0781777 \text{ \$}/\text{шт-м}$$

8. Собівартість утримання судна в добу експлуатації:

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

$$S_{с-д} = 711452 / 7,8 = 91212 \text{ \$}/\text{доба.екс}$$

10. Рівень дохідності являє відношення доходів до витрат:

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

$$PF = 1971100 / 711452 = 2,77$$

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

6.3 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу

Якісні показники роботи судна за експлуатаційний період розраховуємо з урахуванням розрахованого експлуатаційного період роботи судна за формулою (6.2) за методикою [67]:

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$Ч_p = T_{екс} / t_p \quad (6.29)$$

$$C_p = 350 / 7,8 = 44,87$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma Q_{\text{екс}} = 2778 \times 44,87 = 124649 \text{ шт / рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

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

$$\Sigma Ql_{\text{екс}} = 9100450 \times 44,87 = 408337192 \text{ шт-миль / рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

$$\Sigma F_{\text{екс}} = \Sigma F_{\text{рейс}} C_p \quad (6.32)$$

$$\Sigma F_{\text{екс}} = 1971100 \times 44,87 = 88443257 \text{ \$ / рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma R_{\text{екс}} = R_{\text{рейс}} C_p \quad (6.33)$$

$$\Sigma R_{\text{екс}} = 711452 \times 44,87 = 31922851 \text{ \$ / рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma \Pi = 1259648 \times 44,87 = 56520406 \text{ \$ / рік}$$

7. Рівень дохідності роботи судна за експлуатаційний період:

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

$$PF = 88443257 / 31922851 = 2,77$$

Для оцінка ефективності виконаного рейсу і роботи судна за експлуатаційний період зведем розрахункові дані в таблицю 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	\$	1971100
2	Затрати загальні	R	\$	711452
3	Прибуток	Π	\$	1259648
4	Коефіцієнт ходового часу	ε_x		0,756
5	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	милі/доб	555
6	Дохідність судна	μ	\$/ доб	334085
7	Рівень дохідності	PF		2,77
8	Собівартість перевезення 1 шт вантажу	$S_{шт}$	\$/шт	256,10
9	Собівартість 1 шт-милі	$S_{шт-м}$	\$/шт-м	0,0781777
10	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	$S_{с-д}$	\$/доб.	91212

В результаті проведених розрахунків, наведених у таблиці 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень дохідності 2,77, прибуток 1259648 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 56520406 \$. Судно «MOL Performance» доцільно використовувати на даній лінії.

РОЗДІЛ 7

ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ

7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту

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

Балкер «Saar N» стоїть у порту Гамбург (Німеччина) біля причалу № 3 під вантаженням. Отримано повідомлення про інцидент на території спеціалізованого перевантажувального комплексу для хімічних вантажів: в результаті терористичного акту зійшла з рейок і перекинулась залізнична цистерна. З пошкодженої цистерни вилилося 5 т зрідженого фосгену, що є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). характер розливу СДОР – «вільно». Метеорологічні умови на момент аварії: час доби - день, 12.00, Температура повітря 0⁰, швидкість вітру 2 м/с, вітер - зустрічний, суцільна хмарність. Відстань від судна до місця аварії - 5 км. Характер місцевості - промислова забудова і територія порту. На території порту оголошена терористична загроза.

Виконати оперативний прогноз хімічної обстановки на час через 1:00 після аварії. Запропонувати заходи щодо зменшення можливих втрат серед екіпажу судна.

Визначити стандартні робочі процедури при отриманні повідомлення про виявлення на території портового споруди, що взаємодіє з судном, підозрілого предмету.

Оцінка масштабів хімічного зараження території.

Виконання розрахунків ведеться за допомогою формул і таблиць, наведених в методиці прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах морського транспорту (Додаток 1 до "Методичним вказівкам щодо виконання розділу« Цивільний захист / оборона »дипломних проектів (робіт)»).

Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря.

За заданим метеорологічним умовам (час доби - день, швидкість вітру 5 м/с, суцільна хмарність) за допомогою таблиці 7.1 визначити: на момент виникнення надзвичайної ситуації ступінь вертикальної стійкості повітря - ізотермія.

Таблиця 7.1. Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

Швидкість вітру, м/с	час доби					
	День			Ніч		
	Наявність Хмарності					
	відсутнє	середня	Суцільна	відсутнє	середня	суцільна
0,5 ≤	Конвекція	Конвекція	Ізотермія	Інверсія	Інверсія	Ізотермія
0,6-2,0	Конвекція	Конвекція	Ізотермія	Інверсія	Інверсія	Ізотермія
2,1 – 4,0	Конвекція	Ізотермія	Ізотермія	Інверсія	Ізотермія	Ізотермія
> 4,0	Ізотермія	Ізотермія	Ізотермія	Ізотермія	Ізотермія	Ізотермія

Розрахунок еквівалентної кількості СДОР в первинній хмарі.

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

Розрахувати еквівалентну кількість $Q_{\text{с1}}(t)$ фосген в первинній хмарі:

$$Q_{\text{с1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0 = 0,05 \cdot 1,00 \cdot 0,23 \cdot 0,0 \cdot 5,0 = 0,00 \text{ т,}$$

де: $K_1 = 0,05$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання фосгену (таблиця 7.2);

$K_3 = 1,00$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози фосгену (таблиця 7.2);

$K_5 = 0,23$ – коефіцієнт, що враховує ступінь вертикальної стійкості повітря для ізотермії (п. 3.2. Методики прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах морського транспорту);

$K_7^1 = 0,0$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря на швидкість утворення первинної хмари (таблиця 7.2);

$Q_0 = 5,0$ – кількість розливу при аварії фосгену, т.

Таблиця 7.2. Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найменування СДОР	Плотність СДОР, т/ м³		Температура кипіння, °С	Порогова токсодоза, мг·мин/л	Значення допоміжних коефіцієнтів							
	ізотермічне зберігання				К1	К2	К3	К7 для температури повітря (°С)				
								-40	-20	0	20	40
Газ	Рідина											
Фосген	-	1,432	8,2	0,6	0,05	0,061	1,00	<u>0</u> 0,1	<u>0</u> 0,3	<u>0</u> 0,7	<u>1</u> 1	<u>2,7</u> 1

Примітка: У таблиці наведені значення К7 в чисельнику - К7^I (для первинної хмари), для первинної хмари - К7^{II} (для вторинної хмари).

2.3. Розрахунок площі розливу, тривалості вражаючої дії і еквівалентної кількості СДОР під вторинною хмарою.

Площа розливу S_p (м²) фосгену дорівнює:

$$S_p = \frac{V_p Q_0 / \rho}{h} = \frac{5,0 / 1,432}{0,05} = 69,8 \text{ м}^2,$$

де: V_p – обсяг розливу фосгену, м³;

ρ = 1,432 – щільність фосгену, т/м³ (таблиця 2);

h = 0,05 – товщина шару фосгену, м.

Тривалість вражаючої дії СДОР визначається часом його випаровування з площі розливу часом спаду концентрації СДОР до безпечного рівня після відходу хмари зараженого повітря від даної точки.

Розраховуємо тривалість вражаючої дії Т (ч) фосгену:

$$T = \frac{h \cdot \rho}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{II} K_M} + \frac{1}{v_n} = \frac{0,05 \cdot 1,432}{0,061 \cdot 1,33 \cdot 0,70,2 \cdot 6} + \frac{1}{6} = 1,26 + 0,83 = 2,09 \text{ ч.},$$

де: K₂ = 0,061 – коефіцієнт, залежить від фізико-хімічних властивостей фосгену (таблиця 8.2);

K₄ = 1,33 – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (таблиця 7. 3);

K₇^{II} = 0,7 – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення вторинної хмари (таблиця 7.2);

K_M = 0,2 – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість розповсюдження хмари фосгену (таблиця 7.4);

v_n = 6 – швидкість перенесення переднього фронту зараженого повітря, км / год (таблиця 7.5).

Таблиця 7.3. Значення коефіцієнта K_4 залежно від швидкості вітру

Швидкість вітру (u), м/с	1≤	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K_4	1	1,33	1,67	2,0	2,34	2,67	3,0	3,34	3,67	4,0

Таблиця 7.4. Значення коефіцієнта K_m залежно від впливу характеру місцевості

Рельєф місцевості, вид рослинності і забудови	Вертикальна стійкість повітря		
	конвекція	ізотермія	інверсія
Водна поверхня, відкрита місцевість	1	1	1
Рівнинний, рідкісні дерева	0,5	0,6	0,6
Рівнинний, густий ліс	0,3	0,4	0,4
Горбистий, рідкісні дерева	0,2	0,3	0,4
Горбистий, густий ліс	0,1	0,2	0,3
Передгір'я, рідкі дерева	0,1	0,2	0,3
Передгір'я, густий ліс	0,1	0,1	0,1
Рідкі будівлі	0,2	0,3	0,4
Міська (промислова) забудова	0,2	0,2	0,3
Територія порту	0,2	0,2	0,3

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

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

Розрахувати еквівалентну кількість фосгену Q_{32} (т) у вторинному хмарі:

$$Q_{32} = (1-K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{\text{II}} \cdot \frac{Q_0}{h \cdot \rho} = (1-0,05) \cdot 0,061 \cdot 1,00 \cdot 1,33 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot \frac{5,0}{0,05 \cdot 1,432} = 0,87 \text{ т,}$$

де: $K_6 = N^{0,8} = 1^{0,8} = 1$ – коефіцієнт, що залежить від часу N , пройшов з моменту початку аварії (за умовою задачі $N = 1$ ч);

$K_7^{\text{II}} = 0,7$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення вторинної хмари (таблиця 7.2).

Визначення глибини і площі зони зараження.

Визначення глибини зони зараження первинним (вторинним) хмарою СДОР при аваріях на технологічних ємністях, сховищах і транспорті ведеться з використанням таблиці 7.6.

Таблиця 7.6 - Глибина (км) зони зараження

Швидкість в вітру, м/с	Еквівалентну кількість СДОР, т								
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20
1 і менш	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,20
7	0,14	0,32	0,45	1,00	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48
8	0,13	0,30	0,42	0,94	1,33	2,30	2,97	4,20	5,92
9	0,12	0,28	0,40	0,88	1,25	2,17	2,80	3,96	5,60
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31

Для $Q_{31} = 0,00$ т і швидкості вітру $u = 2$ м/с визначити глибину зони зараження первинним хмарою фосгену: $\Gamma_1 = 0,0$ км.

Для $Q_{32} = 0,87$ т і швидкості вітру $u = 2$ м/с шляхом інтерполювання визначити глибину зони зараження вторинною хмарою фосгену: $\Gamma_2 = 2,60$ км.

Визначаємо повну глибину зони зараження Γ_{Σ} (км), обумовленої впливом первинного та вторинного хмари фосгену:

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 2,60 + 0,5 \cdot 0,0 = 2,60 \text{ км},$$

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

Визначити гранично можливе значення глибини переносу повітряних мас Γ_{Π} (км):

$$\Gamma_{\Pi} = N \cdot v_{\Pi} = 1 \cdot 6 = 6 \text{ км}.$$

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

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{matrix} \right\} = 2,60 \text{ км}.$$

Визначаємо площу зони можливого зараження $S_{\text{в}}$ (км²) для первинного та вторинно-го хмари фосгену:

$$S_{\text{в}} = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^{\circ} = 3,14 \cdot 2,60^2 \cdot 90^{\circ} / 360^{\circ} = 5,31 \text{ км}^2,$$

де: $\Gamma = 2,60$ – розрахункова глибина зони зараження, км;

$\varphi = 90^\circ$ - кутовий розмір зони зараження, град (таблиця 7).

Таблиця 7.7. Кутові розміри зони можливого зараження СДОР в залежності від швидкості вітру

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

Визначаємо площу зони фактичного зараження S_f (км²):

$$S_f = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 2,60^2 \cdot 1^{0,2} = 0,90 \text{ км}^2,$$

де: $K_8 = 0,133$ – коефіцієнт, що залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря - изотермії (п. 3.4. Методики прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах морського транспорту).

Розрахунок глибин розповсюдження хмари СДОР в вражаючих концентраціях при смертельному, важкому, середньому і легкому ураженні.

Територія Можливого хімічного зараження є сектор, який має кутовий розмір $\varphi = 90^\circ$ (таблиця 7.7) і радіус, рівний значенню розрахункової глибини зони зараження $\Gamma = 2,60$ км. Центр сектора збігається з джерелом зараження – місце розливу фосгену. Бісектриса сектора збігається з віссю сліду хмари і орієнтована за напрямком вітру.

В районі хімічного зараження виділяють зони смертельної концентрації, важких, середніх і легких поразок.

Розрахувати глибину зони смертельних уражень Γ_1 (км):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_1} \right)^\Psi = 2,31 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{0,87}{6} \right)^{0,580} = 0,15 \text{ км},$$

де: $\lambda = 2,31$; $\Psi = 0,580$ – коефіцієнти, залежні від швидкості вітру (таблиця 8);

$Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0,00 + 0,87 = 0,87$ – загальне еквівалентну кількість фосгену, що перейшло у первинне і вторинне хмара, т;

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

Розрахувати глибину зони важких уражень $\Gamma_{0,41}$ (км):

$$\Gamma_{0,41} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,41}} \right)^\Psi = 2,31 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{0,87}{2,4} \right)^{0,580} = 0,26 \text{ км},$$

де: $D_{0,4t} = 0,4 \cdot D_t = 0,4 \cdot 6 = 2,4$ - значення токсодози, відповідне 40% летальної токсодози для хлору, мг.хв/л.

Розраховуємо глибину зони поразок середньої важкості $\Gamma_{0,2t}$ (км):

$$\Gamma_{0,2t} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,2t}} \right)^\psi = 2,31 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{0,87}{1,2} \right)^{0,580} = 0,38 \text{ км},$$

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

Глибина зони легких поразок відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 2,60$ км.

Таблиця 7.8. Коефіцієнти λ і ψ , залежні від швидкості вітру

Коефіцієнти	Швидкість вітру(u), м/с							
	1 і менш	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

Розрахунок часу підходу зараженого повітря до об'єкта.

Час підходу хмари СДОР до даного об'єкта t (ч) залежить від швидкості перенесення хмари повітряним потоком і визначається за формулою:

$$t = \frac{x}{K_M \cdot v_{\Pi}} = \frac{5,0}{0,2 \cdot 6} = 4,16 \text{ ч},$$

де: $x = 5,0$ – відстань від джерела зараження до заданого об'єкта, км.

3. Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат.

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження території в результаті пошкодження залізничної цистерни, і події потім розливу сильнодіючої отруйного речовини фосгена, показала, що заражена хмара підійде до судна через 4,16 години. На підставі виконаних розрахунків можна зробити висновок, що судно знаходиться поза зоною вражаючих концентрацій хмари зараженого повітря.

Для зменшення можливих людських втрат необхідно, обмежити вихід членів екіпажу на палубу судна, контролювати напрям переміщення хмари зараженого повітря і концентрацію аміаку в повітрі.

Враховуючи, що час дії вражаючих концентрацій досить невелика - 2,09 години, слід протягом цього часу забезпечувати підвищену готовність екіпажу до виконання додаткових заходів, пов'язаних із загрозою хімічного зараження.

ВИСНОВОК

Дана робота виконана на тему «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «MOL Performance» за маршрутом Фелікстоу - Порт-Саїд. Метою даної роботи було ретельне і докладне вивчення і опрацювання рейсу на всіх етапах планування та безпосередньо його проведення. Особливу увагу при плануванні і опрацювання приділялася безпеки плавання, економічності та охорони навколишнього середовища.

Після вивчення технічних і експлуатаційних характеристик судна, почалося навігаційне планування рейсу. Під час планування були враховані загальні вимоги до планування, зроблено оцінку планованого переходу, були підібрані всі необхідні карти, книги та посібники, вивчені гідрометеорологічні умови. Проведено ретельне планування шляху, як на прибережних ділянках, так і на ділянці трансокеанського шляху. Вивчені припливно-відливні явища, проведена оцінка точності.

Під час рейсу були перевезені такі вантажі, як контейнера. Для цього було розраховано кількість запасів і чистої вантажопідйомності, вироблено вивчення транспортних характеристик вантажів, розглянуті питання підготовки вантажних приміщень для прийому вантажу і порядок документування і збереженій перевезення цих вантажів на судні на всьому протязі рейсу.

Після цього приступили до розміщення вантажів і запасів на судні, при цьому контролюючи і дотримуючись усіх вимог щодо посадки, остійності та міцності корпусу, про що свідчать наведені розрахунки і графіки діаграм остійності. Для наочного уявлення був складений вантажний план судна.

П'ятий розділ містить дослідницьку частину роботи. Розглянуто системний аналіз швартування та маневрування надвеликих контейнеровозів (ulcv) в умовах портової інфраструктури.

У цьому розділі розглядаються теоретичні, методологічні та практичні аспекти організації швартування та маневрування надвеликих контейнеровозів у сучасних портах. Особливу увагу зосереджено на динамічному швартовому аналізі (DMA), визначенні критичних навантажень, впливі вітру та

проходження суден, а також на оцінці ефективності інноваційних рішень, таких як система ShoreTension. Результати аналізу дають змогу сформулювати

Розрахунки економічних показників рейсу показали, що рейс прибутковий, на що вказує рівень прибутковості, який перевищує одиницю.

Підводячи підсумок, можна сказати, що даний рейс був ретельно опрацьований, завчасно і належним чином спланований, забезпечений всією необхідною документацією, посібниками та розрахунками. Вся викладена інформація, результати розрахунків, представлені рисунки і графіки виконані згідно основних вимог і відповідають їм. Даний рейс є безпечним і економічно вигідним.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки для виконання магістерської роботи / Укл. І.І. Ворохобін та ін. –Одеса: НУОМА, 2023. – 96 с.
2. Забезпечення навігаційної безпеки плавання [Текст]: навчальний посібник / В. Г. Алексишин, Л. А. Козир, С. В. Симоненко; Одеська морська національна академія. - Одеса: Фенікс: 2012. – 518 с.
3. Practical navigation [Text]: training. manual / V. G. Aleksishyn, V. T. Dolgochub; Odesa Maritime National Academy. - 4th ed., Ex. and add. - O.: Phoenix, 2011. - 376 p.
4. Eric H. Ash Navigation Techniques and Practice in the Renaissance, Volume 3, (2013) 513 – 519
5. Alan Murray. Astro Navigation From Square One To Ocean Master.- M-Y Books, 2013. - 445 p.
6. D.J. House. Seamanship Techniques. Shipboard and Marine Operations. 5th Editdion. 2018. - 922 p.
7. Михальчук В.В. Морехідна астрономія: конспект лекцій. - Одеса: ОНМА, 2003 - 55с.
8. . Michael A. Linton History of Navigation,2001. 142 – 149pp.
9. Технічні системи та способи забезпечення безпеки руху суден [Текст]: навч. посібник для студ. вузів / Г. Б. Вільський; Миколаївський політехнічний ін-т. – О.: Фенікс, 2008. – 234 с.
- 10.Ніколаєва Л. Л. Комерційна експлуатація судна: навч. [для студ. вищ. навч. зав.] / Л. Л. Ніколаєва. – Одеса: Фенікс, 2006. – 754 с.
- 11.Савчук В. Д. Технологія перевезення вантажів : підруч. / В. Д. Савчук. – Одеса: ВидавІнформ, 2008. – 335 с.
- 12.Adoption of the International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code), Resolution MSC.267(85).

13. Конвенція та кодекс з підготовки, дипломування моряків та несення вахти (ПДМНВ-78/95) – International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, 1978/95 (STCW-78/95)
14. Резолюція ІМО А.893 (21) -1999 «Посібник з планування рейсу».
15. Рекомендації щодо організації штурманської служби на морських судах України (РІСЧУ-98).-Одеса: ЮжНИИМФ, 1998.-111с.
16. Посібник з процедур на містку — Bridge Procedure Guide. - International chamber of shipping. 1998. - 87 p.
17. Правила класифікації та побудови морських суден. В 5-ти т. Том 2. – Київ: Регістр судноплавства України, 2014.
18. J. N. Newman, “The Theory of Ship Motions,” *Advances in Applied Mechanics*, vol. 18, pp. 221-283, 1979.
19. Сізов В.Г. Теорія корабля: Підручник. Видання 4-те, перероблене та доповнене. – Одеса: Фенікс, 2008. – 464 с.
20. Регістр Судноплавства України. Правила класифікації та побудови морських суден.: У 5-ти т. Том 2. - Київ: Регістр судноплавства України, 2016.
21. Вагущенко Л.Л., Кошевий А.А. Автоматизовані комплекси судноводіння. Підручник для морських академій. – Видавництво «КВІЦ», Київ, 2000. -292 с.
22. Code on Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments. Resolution A.267(85). -London: International Maritime Organization, 2008. - 109 p
23. Мальцев А.С. Теорія та практика безпечного управління судном під час маневрування. Дис. докт. техн. наук: 05.22.16. Одеса, 2007. 395 с.
24. Мальцев А.С. Маневрування судів під час розбіжності. - Одеса.: Морський тренажерний центр, 2002. стр. 208
25. Яркін П.І. Керування судном Транспорт, 2006. 155с.
26. Мальцев А.С. Формалізація процесу швартування у дрейфі. У кн. "Безпека мореплавання та ведення промислу".: Транспорт, 1987. Вип. 86. - С. 41-46.

27. Мальцев АС., Тимофеев І.А. Облік маневрених характеристик – основа безпечного швартування у морі. У кн. "Безпека мореплавання та ведення промислу".: Транспорт, 1991. Вип.3(100). - С. 39-46.
28. MDS Transmodal. The Size of the Ultra Large Containership. 2018. Available online: <https://www.mdst.co.uk/changing-lanes-the-rise-of-the-ultra-large-containership>.
29. SEA Europe. Market Forecast Report; SEA Europe: Brussels, Belgium, 2017.
30. ANAVE. HMM Recibira en Abril el HMM Algeciras que Sera el Nuevo Portacontenedores con Mayor Capacidad del Mundo. 2020. Available online: <https://anave.es/prensa/archivo-noticias/2337-hmm-recibira-en-abril-el-hmm-algeciras-que-sera-el-nuevo-portacontenedores-con-mayor-capacidad-del-mundo>
31. Alphaliner. Chart of the Week The Worlds Largest Containerships Alphaliner Weekly Newsletter, Volume 2019, Issue 28. 2019. Available online: <https://public.alphaliner.com/>
32. SAFETY4SEA. MSC Mega Container Ships to Feature 23,000 TEUs. 2018. Available online: <https://safety4sea.com/msc-mega-container-ships-to-feature-23000-teus/>
33. Port Technology. COSCOs 25,000 TEU Megaship Takes Shape. Available online: https://www.porttechnology.org/news/coscos_25000_teu_megaship_takes_shape/
34. Alphaliner and OCEANS ONE. The Gigamax. 2021. Available online: <https://oceansone.de/wp-content/uploads/2021/07/Alphaliner-and-Oceans-One-Gigamax.pdf>
35. McKinsey and Company. Container Shipping: The Next 50 Years; Steve Saxon and Matt Stone: Peconic, NY, USA, 2017.9. DNV Energy Transition Outlook. 2018. Available online: <https://eto.dnv.com/2018/maritime>
36. Park, N.K.; Cheol, S. Tendency toward Mega Containerships and the Constraints of Container Terminals. J. Mar. Sci. Eng. 2019,7, 131. [CrossRef]
37. Sanchez, R.J.; Perrotti, D.E.; Fort, A.G.P. Looking into the future ten years later: Big full containerships and their arrival to southAmerican ports. J. Ship. Trade 2021, 6, 2. [CrossRef]

38. Rip, J. Probabilistic Downtime Analysis for Complex Marine Projects. Master's Thesis, Hydraulic Engineering Department, Delft, The Netherlands, 2016. Available online: <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3Ac8ce58b7-3ef8-429a-b61a-36cd3675077c>.
39. Campos, A.; Molina, R.; Rodriguez, D.; Garcia-Valdecasas, J.; Rodriguez, A.; Terres-Nicoli, J.M.; de Alfonso, M.; Fanjul, E.A. Nuevas herramientas para la predicción del riesgo oceano-meteorológico en Áreas Operativas de Interés. In Proceedings of the XV Jornadas Españolas de Ingeniería de Costas y Puertos, Torremolinos, Spain, 8–9 May 2019; p. 11.
40. Molina-Sanchez, R.; Campos, A.; de Alfonso, M.; de los Santos, F.J.; Rodriguez-Rubio, P.; Perez-Rubio, S.; Camarero-Orive, A.; Alvarez-Fanjul, E. Assessing Operability on Berthed Ships. Common Approaches, Present and Future Lines. J. Mar. Sci. Eng. 2020, 8, 255. [CrossRef]
41. Ronza, A. Contributions to the Risk Assessment of Major Accidents in Port Areas. Ph.D. Thesis, Polytechnic University of Catalonia, Barcelona, Spain, 2007. Available online: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/94388/TAA1de1.pdf?sequence=1>
42. Loodswezen. Windbelasting Berekeningen voor Gangbare Scheepstypen. 2009. Available online: https://www.onderzoeksraad.nl/nl/media/attachment/2018/7/10/909e9a39bdf0638a_153026_doc_001_onderzoek_ongeval_julianabrug_technische_evaluat.pdf
43. Gao, J.; Ma, X.; Zang, J.; Dong, G.; Ma, X.; Zhu, Y.; Zhou, L. Numerical investigation of harbor oscillations induced by focused transient wave groups. Coast. Eng. 2020, 158, 103670. [CrossRef]
44. Gao, J.; Ma, X.; Dong, G.; Chen, H.; Liu, Q.; Zang, J. Investigation on the effects of Bragg reflection on harbor oscillations. Coast. Eng. 2021, 170, 103977. [CrossRef]

45. Van Zwijnsvoorde, T.; Vantorre, M.; Ides, S. Container Ships Moored at the Port of Antwerp Modelling Response to Passing Vessels; PIANC World Congress: Panama City, PA, USA, 2018; p. 18.
46. Diaz-Hernandez, G.; Sampedro, A.T.; Fernandez, B.R.; Lara, J.L.; de los Santos, F.J.; Losada, I.J. Numerical Ship-Wave Generation, Propagation and Agitation Analysis, Related with Harbor Downtime Management; PIANC-World Congress: Panama City, PA, USA, 2018; p. 16.
47. Molina-Sanchez, R.; Campos, A.; Castillo, C.; Garcia-Valdecasas, J.M.; Alvarez, E. Vulnerability of port areas of operational interest: Sensitivity to climate change. *Coast. Eng. Proc.* 2020, 36, 42. [CrossRef]
48. Puertos del Estado. Recommendations for the Design of the Maritime Configuration of Ports, Approach Channels and Harbour Basins; ROM 3.1-99; Puertos del Estado: Madrid, Spain, 2007. Available online: <https://www.puertos.es/es-es/BibliotecaV2/ROM%203.1-99%20%28EN%29.pdf>
49. Henk van den Boom, M.P.; Pauw, W. ROPES; Joint Industry Project on Effect of Passing Ships on Moored Vessels; PIANC World Congress: San Francisco, CA, USA, 2014; p. 12.
50. Talstra, H.; Blik, A. Loads on Moored Ships Due to Passing Ships in a Straight Harbour Channel; PIANC World Congress: San Francisco, CA, USA, 2014; p. 19.
51. Van der Molen, W. Behaviour of Moored Ships in Harbours. Ph.D. Thesis, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands, 2006. Available online: <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:1c20fa4a-ee42-4236-a69b-b895a81413af/datastream/OBJ/download>
52. Buchner, B.; van Dijk, A.; de Wilde, J. Numerical Multiple-Body Simulations of Side-by-Side Mooring to an FPSO. In Proceedings of the Eleventh International Offshore and Polar Engineering Conference (ISOPE), Stavanger, Norway, 17–22 June 2001.
53. Diego, T.J.; Andres, P.; Andres, G.; Enrique, P. Onsite Measurement of Moored Ships Behaviour (RTK GPS), Waves and Long Waves in the Outer Port of A

- Coruna (Spain). In Proceedings of the 34th PIANC World Congress, Panama City, PA, USA, 7–11 May 2014; Volume 1, pp. 1–20.28.
54. Kantardgi, I.G.; Gogin, A.G. Modeling a Berth with a Moored Ship under Wind Wave Loads. *Power Technol. Eng.* 2020, 54, 160–166. [CrossRef]
55. Dobrochinski, J.P.; van Deyzen, A.; Zijlema, M.; van der Hout, A. Combining numerical tools to determine wave forces onmoored ships. *Coast. Eng.* 2023, 179, 104224. . [CrossRef]
56. Headland, J.R.; Poon, Y.K. Numerical Modeling of Long Wave Ship Motions. In Proceedings of the 26th International Conference on Coastal Engineering, Copenhagen, Denmark, 22–26 June 1998; pp. 1337–1349. [CrossRef]
57. PIANC. Criteria for Movements of Moored Ships in Harbours—A Practical Guide; PIANC MarCom Working Group 24, 8 October 1995; PIANC: London, UK, 1995.
58. Алексішин В.Г., Козир Л.А., Короткий Т.Р. Міжнародні та національні стандарти безпеки мореплавання. - Одеса: Латстар, 2002. - 257 с.
59. Вагущенко Л.Л., Кошовий А.А. Автоматизовані комплекси судноводіння. — Київ, КВІЦ, 2000. — 292 с.
60. Гофман, Велінгоф, Ліхтенегер. Глобальна система позиціонування GPS. Теорія та практика. — Київ, Наукова думка, 1996.
61. Радіонавігаційний план України (проект). Посібник/ Баранов Г.Л., Кошовий А.А., Падалко В.Г., Скорик Є.Т., Хавило В.І. Під загальною редакцією д.т.н. Кошового А.А. — Київ, видавництво “КВІЦ”, 2002. — 77 с.
62. Радіонавігаційний план України (проект). Посібник/ Баранов Г.Л., Кошовий А.А., Падалко В.Г., Скорик Є.Т., Хавило В.І. під загальною редакцією д.т.н. Кошового А.А. — Київ, видавництво “КВІЦ”, 2002. — 77 с.
63. Кошовий В.М. Система та пристрої автоматичної ідентифікації судів - Навчальний посібник / В.М.Кошовий, А.В.Шишкін, В.І.Купровський. - Одеса: ОНМА, 2005. - 79 с.
64. <https://unctad.org/en/pages/> - Review of Maritime Transport 2018 (Огляд морського транспорту).

65. Вінніков В.В. Економіка підприємства морського транспорту (економіка морських перевезень): - 3 видавництва, перероб. дод. - О.: Фенікс, 2011. – 944 с.
66. Дем'янченко А.Г., Сотниченко Л.Л. Вдосконалення організаційно-економічного механізму управління розвитком підприємств морської галузі / кол. монографія за ред. А. Г. Дем'янченко. – Одеса: НУ «ОМА», 2017. – 325 с.
67. Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи. – Одеса: НУ «ОМА», 2017, с. 20.
68. Терновський В. Б. Методичні вказівки щодо виконання розділу дипломної роботи «Охоронні заходи та цивільна оборона на судні» / В. Б. Терновський – Одеса: НУОМА, 2015. – 75 с.