

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

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра Судноводіння

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА

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

Нєнов Дмитро Михайлович

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи: «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна
«MSC Lorenza» за маршрутом Лондон-Гейтвей (London Gateway) – Нью-Йорк
(New York)

Підпис магістранта _____

Завідуючий кафедрою _____

Керівник _____

Рецензент _____

Нормоконтроль _____

м. Одеса
2025 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут навігації

кафедра Судноводіння

спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Завідуючий кафедрою

"__" "__" 20__ р

З А В Д А Н Н Я

по дипломній роботі магістранта

Ненов Дмитро Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «MSC Lorenza» за маршрутом Лондон-Гейтвей (London Gateway) – Нью-Йорк (New York)

затверджена наказом по академії від "___" _____ 20__ р. № _____

2. Строк здачі курсантом закінченої роботи __ "___" _____ 20__ року

3. Вхідні дані до роботи:

Ворохобін та ін. Методичні вказівки до виконання магістерської роботи

Ship's particulars, Trim and Stability Booklet

Nautical Publications

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):

Характеристики судна

Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу

Обробка та розміщення вантажів

Оцінка морехідних якостей судна

Гідрометеорологічне обґрунтування безпеки плавання в Північній Атлантиці.

5. Перелік графічного матеріалу:

Wheelhouse Poster

Графічний план переходу

Вантажний план судна

Діаграми статичної остійності на відхід та на прихід

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

Розділ (визначається кафедрою)	ПІБ консультанта	Підпис і дата
1. Характеристики судна	Голіков А.О.	
2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	Голіков А.О.	
3. Обробка та розміщення вантажів	Голіков А.О.	
4. Оцінка морехідних якостей судна	Голіков А.О.	
5. Гідрометеорологічне обґрунтування безпеки плавання в Північній Атлантиці.	Голіков А.О.	
6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі	Голіков А.О.	
7. Охоронні заходи та цивільна оборона на судні	Голіков А.О.	

7. Календарний план дипломної роботи магістранта

№ п/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ. Характеристики судна	Вересень 2025	
2	Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	Вересень 2025	
3	Обробка та розміщення вантажів	Жовтень 2025	
4	Оцінка морехідних якостей судна	Жовтень 2025	
5	Гідрометеорологічне обґрунтування безпеки плавання в Північній Атлантиці.	Листопад 2025	
6	Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі	Листопад 2025	
7	Охоронні заходи та цивільна оборона на судні. Висновки	Листопад 2025	

8. Дата видачі завдання _____

Керівник _____

Завдання до виконання прийняв _____

Магістерська робота містить 145 с., 52 використаних джерел.

В магістерській роботі виконане комплексне опрацювання та дослідження етапів рейсу т/х " MSC Lorenza " за маршрутом Лондон-Ґейтвей (London Gateway) – Нью-Йорк (New York) з генеральним вантажем, що перевозиться в контейнерах, кількістю 5198 TEU. В роботі проведені аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу. Розрахована кількість вантажу та запасів для здійснення безпечного переходу. Розглянуто гідрометеорологічне обґрунтування безпеки плавання в Північній Атлантиці.

Розраховані кількісні та якісні показники роботи судна в рейсі, а також здійснене порівняння економічної ефективності з альтернативою рейсу. Додатково розглянуті теми з охорони праці і навколишнього середовища та охоронних заходів і цивільної оборони на судні.

Ключові слова: безпека судноплавства, навігаційний перехід, вантажний план, морехідні якості судна, повторюваність штормового вітру в Північній Атлантиці, економічні показники.

The master's thesis consists of 145 pages and 52 references.

The master's thesis performs a comprehensive analysis and research of the voyage stages for the m/v "MSC Lorenza" on the route London Gateway – New York, carrying general cargo in containers totaling 5,198 TEU.

The analysis, assessment, and planning of the navigational passage are performed in the thesis. The amount of cargo and stores required for a safe passage is calculated. The hydrometeorological substantiation of navigation safety in the North Atlantic is considered..

Quantitative and qualitative performance indicators of the vessel during the voyage are calculated, and a comparison of cost-effectiveness with a voyage alternative is made. Additionally, the topics of occupational safety, environmental protection, security measures, and civil defense on board are considered.

Keywords: navigational safety, navigational passage, cargo plan, seaworthiness, storm wind frequency in the North Atlantic, economic indicators.

ЗМІСТ

ВСТУП

1	ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА.....	8
1.1	Загальні відомості і головні розміри судна.....	8
1.2	Транспортно-експлуатаційні характеристики судна.....	9
1.3	Маневрені характеристики.....	11
1.4	Навігаційне обладнання.....	13
1.5	Забезпечення непотоплюваності.....	14
2	АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ.....	16
2.1	Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу.....	16
2.2	Оцінка запланованого переходу.....	16
2.2.1	Підготовка до прийому та обміну навігаційною інформацією.....	19
2.2.2	Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації.....	21
2.2.3	Збір та аналіз навігаційної інформації в прибережному плаванні.....	24
2.3	Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання....	29
2.3.1	Розрахунок ортодромії.....	29
2.3.2	Складання маршрутних листів.....	31
2.3.3	Графічний план переходу.....	33
2.3.4	Розрахунок природної освітленості.....	34
2.3.5	Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів.....	34
2.4	Висновки.....	36
3	ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ.....	37
3.1	Транспортні характеристики вантажів.....	37

3.2	Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та документальне оформлення морського перевезення.....	39
3.3	Розрахунок чистої вантажопідйомності судна.....	43
3.4	Складання вантажного плану.....	50
3.5	Характеристика експлуатаційних умов рейсу.....	52
4	ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА.....	55
4.1	Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна..	50
4.2	Розрахунки посадки і початкової остійності.....	65
4.3	Контроль остійності за матеріалами Інформації про остійність судна.....	69
4.4	Розрахунок і побудова діаграм остійності.....	69
4.5	Розрахунки нормованих параметрів остійності.....	72
4.6	Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності...	78
4.7	Контроль загальної повздовжньої міцності судна.....	79
5	ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ БЕЗПЕКИ ПЛАВАННЯ В ПІВНІЧНІЙ АТЛАНТИЦІ.....	83
5.1	Формування штормового вітру.....	84
5.2	Аналіз повторюваності штормового вітру в північній частині Атлантичного океану.....	94
5.3	Розробка рекомендацій для забезпечення безпеки судноводіння.	105
6	РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ.....	113
7	ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ.....	127
	ВИСНОВКИ.....	139
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	140

ВСТУП

Актуальність теми. Міжнародні економічні відносини невинно розвиваються з кожним роком, все інтенсивнішою стає глобалізація світового ринку, існування якого неможливе без транспортних послуг. Морський транспорт — лідер серед усіх інших завдяки дешевизні та можливості перевезення великих партій. Тому забезпечення безпеки судноплавства — одна з важливіших складових функціонування такої системи як морський транспорт, першочерговими задачами якого є своєчасна, бережна доставка вантажу без зміни його кількісно-якісних характеристик, а також охорона навколишнього середовища.

Мета. Аналіз рейсу судна "MSC LORENZA" з погляду навігаційної та вантажної складової безпеки мореплавства, та з економічної точки зору. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання: аналіз характеристик судна "MSC LORENZA"; аналіз, оцінка та планування переходу Лондон-Гейтвей (London Gateway) – Нью-Йорк (New York); аналіз та опис характеристик вантажу, необхідних нормативних документів, які регламентують процес прийняття на борт судна даного вантажу та його перевезення; розрахунок кількості вантажу і запасів для здійснення безпечного рейсу; оцінка морехідних якостей судна; аналіз небезпечних гідрометеорологічних факторів на переході, у тому числі повторюваності штормового вітру в північній частині Атлантичного океану.

Об'єкт дослідження — рейс судна " MSC LORENZA ".

Предмет дослідження — опрацювання етапів рейсу судна "MSC LORENZA"

Методи дослідження — методи емпіричного дослідження (опис, порівняння, спостереження), загальнологічні методи (аналіз та синтез) і прийоми дослідження.

Практичне значення роботи складається у можливості комплексно опрацьовувати та досліджувати етапи рейсу судна.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

Основні відомості про судно подано у вигляді табл. 1.1.

Таблиця 1.1 — Основні відомості про судно

1	Назва судна:	MSC Lorenza
2	Тип судна:	контейнер
3	Позивний сигнал судна:	5LNK7
4	IMO №:	9962598
5	MMSI №:	636023379
6	Рік і місце будівництва:	Yangzi Xinfu Shipbuilding, Китай
7	Клас реєстру:	GL 100 A5, Container Ship, IW, SOLAS II-2 Reg. 19, AUT, EP
8	Порт приписки:	Monrovia
9	Судновласник:	Mediterranean Shipping Company S.A.
10	Менеджмент:	MSC Shipmanagement Ltd
11	Довжина найбільша, L , м:	336,67
12	Довжина між перпендикулярами, $L_{\perp\perp}$, м:	321
13	Ширина найбільша, B , м:	45,6
14	Висота борту до верхньої палуби, H , м:	27,2
15	Найбільше осідання, $T_{\text{макс}}$, м:	15,626
16	Осадка, T , м:	
	в повному вантажу:	15,028
	в порожньому вантажу:	4,761
17	Водотоннажність:	
	в повному вантажу, Δ , т:	146852
	в порожньому вантажу, Δ_0 , т:	35450
18	Повна вантажопідйомність, Δ_w , т:	111889
19	Головний двигун:	
	тип:	DOOSAN-MAN B&W 12K98VC-C
	потужність, кВт:	68520
	частота обертання, сек ⁻¹ :	104

Продовження таблиці 1.1

20	Режими роботи головного двигуна:		RPM	Speed, kts
	Full Sea speed:		104	25,5
	Full Ahead:		70	18,0
	Half Ahead:		60	15,5
	Slow Ahead:		45	11,7
	Dead Slow Ahead:		32	8,3
	Потужність режимів заднього ходу складає 70% від відповідних режимів переднього			
21	Швидкість судна, V , вуз.:		18	
22	Гребний гвинт:			
	кількість лопастей:		6	
	діаметр та крок гвинта (мм):		8800	
	дискове відношення:		0,988	
	напрямок обертання:		правий	
23	Тип руля и площа його пера:		полупідвісний, полубалансирний; 62,5 м2	
24	Тип стернової машини:		електрогідравлічна	
	Підрулюючий пристрій; потужність, кВт:		носовий; 3000	
25	Суднова радіостанція:			
	Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району А3 та включає в себе:		VHF, MF/HF, SAT-C, EPIRB, SART	
26	Валова реєстрова місткість (GRT):		108069	
27	Чиста реєстрова місткість (NRT):		57365	
28	Добова витрата палива:			
	на ходу	важке паливо (HFO):	140	
		дизельне паливо (DO):	140	
	на стоянці	важке паливо (HFO):	10	
		дизельне паливо (DO):	10	
29	Координати центру мас порожнього судна:			
	x_g		141,44	
	y_g		0,05	
	z_g		16,99	

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна

Схематичний план бокового вигляду судна з розташуванням приміщень для вантажів і запасів, а також план верхньої палуби судна (вид зверху) представлений на рис. 1.1.

A) CONTAINER ARRANGEMENT

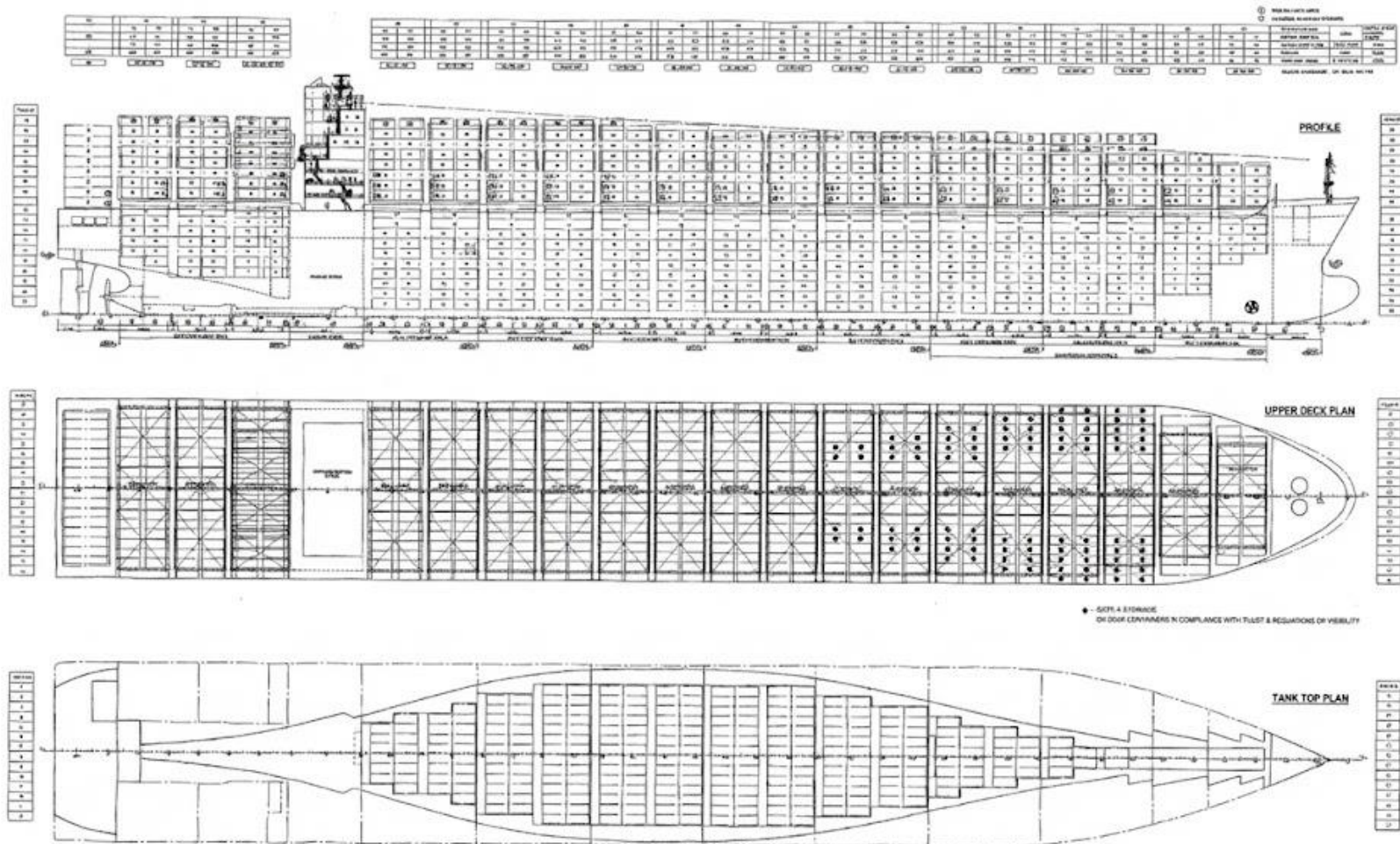


Рис. 1.1 — План загального розташування приміщень для вантажів і запасів судна

Вантажна шкала судна приведена у вигляді табл. 1.2.

Таблиця 1.2 — Вантажна шкала судна

Осідання, м	Дедвейт, т	Число тон на 1 см осідання, т/см	Момент диферентуючий на 1 м, тм
5,0	1417,3	90,2	1180,0
5,5	5979,7	92,2	1231,2
6,0	10640,8	94,3	1288,0
6,5	15404,3	96,2	1342,2
7,0	20265,2	98,2	1396,7
7,5	25222,4	100,1	1457,7
8,0	30277,0	102,1	1520,5
8,5	35429,8	104,0	1586,1
9,0	41742,3	106,0	1653,3
9,5	46028,7	107,9	1722,1
10,0	51473,3	109,8	1792,0
10,5	57012,5	111,7	1862,1
11,0	62644,3	113,6	1932,0
11,5	68367,9	115,4	2002,1
12,0	74182,2	117,1	2066,9
12,5	80083,4	119,0	2149,3
13,0	86081,2	120,9	2243,6
13,5	92176,6	122,9	2341,2
14,0	98367,4	124,8	2441,8
14,5	104655,9	126,8	2551,1
15,0	111041,4	128,6	2653,6
15,5	117508,9	130,1	2738,2
16,0	124045,5	131,4	2811,4

1.3 Маневрені характеристики

Дані маневрених характеристик, якірного ланцюга, роботу рульового пристрою, збільшення осідання, діаметри повороту та гальмівні шляхи наведені у вигляді Wheelhouse poster, що представлений на рис. 1.2.

WHEELHOUSE POSTER

Ship's name MSC Lorenza Call sign 5LNK7 Gross tonnage 108069 Net tonnage 57365
 Max displacement 146852 tonnes, and Deadweight 111889 tonnes, and Block coefficient 0.6352 at summer full load draught

Draught at which the manoeuvring data were obtained

Loaded	Ballast
Estimated	Trial
13.0 m forward	5.449 m forward
13.0 m aft	10.433 m aft

STEERING PARTICULARS	
Type of rudder(s)	Twisted Full Spade Rudder
Maximum rudder angle	35°(P)/30°(S)
Time hard-over to hard-over	
with one power unit	25.3 s
with two power units	11.5 s
Minimum speed to maintain	
course propeller stopped	4.8 knots
Rudder angle for neutral effect	0°

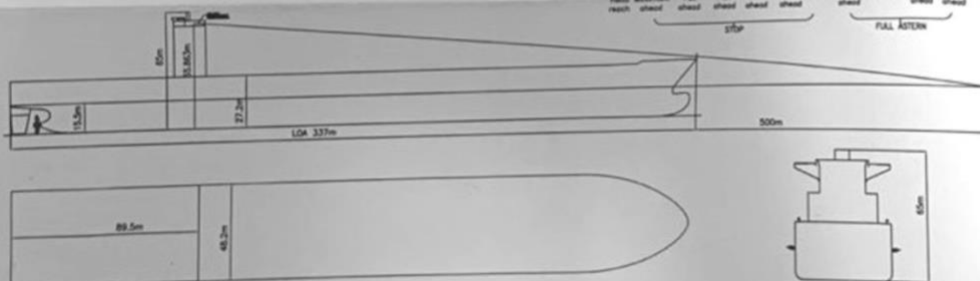
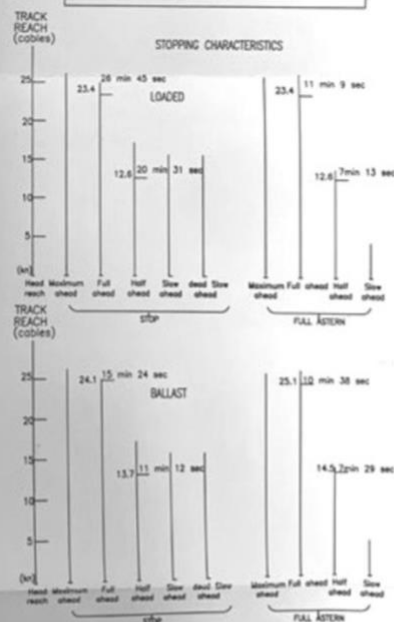
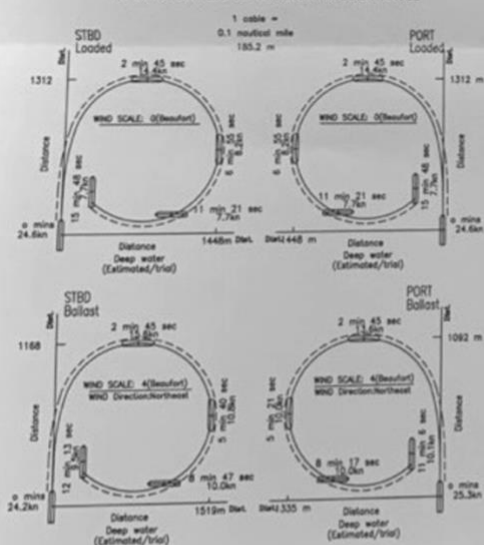
ANCHOR CHAIN		
	No. of shackles	Max. rate of heaving (min/shackle)
Port	14	2.58
Starboard	14	2.56
Stern		
(1 shackle = 27.5 m / 15.04 fathoms)		

PROPULSION PARTICULARS					
Type of engine 10S90ME-C9.2 Tier II 62520 kW type of propeller FPP					
Engine order	Rpm setting	Speed(knots)	Engine order	Rpm setting	
		Ballast			Loaded
Nav/Full	104	25.5	Maximum	—	
Full	70	18.0	Full	49	
Half	60	15.5	Half	42	
Slow	45	11.7	Slow	31	
Dead slow	32	8.3	Dead slow	22	
Min/Dead Slow	—	—			
Critical revolutions:					
Minimum revolution			32 rpm		
Time limit astern			none min		
Time limit at minimum revolutions:			none min		
Emergency full ahead to full astern			638 s		
Stop to full astern			150 s		
Astern power			70 % ahead		
Maximum number of consecutive starts:			13		

THRUSTER EFFECT at trial conditions					
Thruster	KW	Time delay for full thrust	Turning rate for zero speed	Time delay to reverse full thrust	Not effective above speed
Bow	3000	min s	11.5 °/min	min s	5 knots
Stern		min s	°/min	min s	knots
Combined		min s	°/min	min s	knots



TURNING CIRCLES AT MAXIMUM RUDDER ANGLE



PERFORMANCE MAY DIFFER FROM THIS RECORD DUE TO ENVIRONMENTAL, HULL AND LOADING CONDITIONS
 Reference: IMO Resolution A.601(15) Provision and display of manoeuvring information on board ships

Рис. 1.2 — Wheelhouse poster

1.4 Навігаційне обладнання

Дані про ТЗН (технічні засоби навігації) представлені у вигляді табл. 1.3.

Таблиця 1.3 — Технічні засоби навігації

Прилад	Тип	Марка
Magnetic Compass	SH-165A2	Tokyo Keiki
Gyro-compass	TG-8000	Tokyo Keiki
Marine Radar	FAR-2807	Furuno
ECDIS (Electronic Chart & Display Information System)	FMD-3000	Furuno
GPS Navigator	GP-170	Furuno
Navigational Echo Sounder	FE-800	Furuno
Doppler Speed Log	DS-80	Furuno
AIS (Automatic Identification System)	FA-150	Furuno
Bridge navigational Watch Alarm System	BR-500	Furuno
Autopilot	PR-6000-DM	Tokyo Keiki
SVDR	L3	Samsung
Navtex Receiver	NX-700A	Furuno
Inmarsat-C MES	FELCOM 18	Furuno
Inmarsat Fleetbroadband Ship Earth Station	FELCOM 250	Furuno
SSB Radiotelephone	FS-1575	Furuno
VHF Radiotelephone	FM-8900S	Furuno
RESCUE SART	S4	McMurdo
Survival Craft 2-way radio	IC-GM1600E	Icom
Fascimile Receiver	FAX-408	Furuno
Course Recoder	CR-1	Tokyo Keiki
Propulsion Control System	AutoChief 600	MAN B&W
Anemometer	AT-200	Heriana
Rate of Turn Indicator	ROTI-310	Tokyo Keiki
Rudder Angle Indicator	FI-506	Furuno

Дані про точнісні характеристики ТЗН на судні наведені у табл. 1.4. Ці дані були порівняні з основними вимогами ІМО (Міжнародна Морська Організація), наведеними у роботі [2]. Точнісні характеристики ТЗН на даному судні відповідають критеріям резолюцій ІМО [3-6].

Таблиця 1.4 — Точнісні характеристики ТЗН на судні

Тип і марка приладу	Навігаційні параметри		СКП одного вимірювання
Magnetic Compass SH-165A2	Магнітний курс, °:		$\pm 0,5^\circ$
Gyro-compass TG-8000	Гірокомпасний курс та пеленг, °:		$\pm 0,5^\circ$
Marine Radar FAR-2807	Радіолокаційний пеленг, °:		$\pm 1^\circ$
	Дальність, милі:		1% від шкали
GPS Navigator GP-170	Точність місцезнаходження, м:	GPS	10
		DGPS	5
	Швидкість, вуз.:	<10 вуз.	0,2
		>10 вуз.	2% від швидкості
	Курс, °:	<17 вуз.	$\pm 1^\circ$
		>17 вуз.	$\pm 3^\circ$
Navigational Echo Sounder FE-800	Глибина під кілем, м:	<20 м	0,5
		20-200 м	5
		>200 м	2,5% від діапазону
Doppler Speed Log DS-80	Швидкість, вуз.:	1% від швидкості чи 0,1 вуз. (що більше)	
	Відстань, милі:	1% від відстані чи 0,1 милі (що більше)	

1.5 Забезпечення непотоплюваності

Контейнеровоз " MSC Lorenza " був збудований під наглядом і відповідно правилам Реєстру Ллойда. Механічна установка судна експлуатується без постійної присутності обслуговуючого персоналу в машинних приміщеннях. Навігаційне обладнання на судні дозволяє виконувати періодичне управління судном одним вахтовим на містку. Судно обладнане прибором контролю остійності та повздовжньої міцності відповідно правилам Реєстру. Судно сконструйоване так, що при аварійних ситуаціях перше навантаження на себе приймають бортові танки та танки подвійного дна, тим самим зменшуючи вірогідність потрапляння води до вантажних приміщень. Для розрахунку аварійної остійності на судні є "Інформація про непотоплюваність" та аварійні

плани. Згідно цієї інформації у випадку затоплення вантажного відсіку маса води, що влилася у даний трюм, вважається вантажем і відповідні розрахунки виконуються відносно такої маси. Для виведення води з баластних танків та вантажних приміщень передбачені баластна та водовідливна системи, кожна з яких складається з системи трубопроводів, клапанів та двох відцентрових насосів, оперування якими можливе дистанційно.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

Загальні вимоги та рекомендації щодо планування переходу містяться в таких документах як:

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

Існують чотири стадії планування безпечного переходу:

- 1) Appraisal (Оцінка);
- 2) Planning (Планування);
- 3) Execution (Виконання);
- 4) Monitoring (Контроль).

Ці стадії повинні виконуватись одна за одною у порядку, викладеному вище.

2.2 Оцінка запланованого переходу

Підбір навігаційних карт здійснювався за допомогою паперового Каталогу Адміралтейських карт і публікацій (Catalogue of Admiralty Charts and Publications[13]). Перелік паперових карт на перехід представлений у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 — Перелік паперових карт на перехід

Тип карти	Номер	Назва карти	Масштаб
Harbour	1186	River Thames - Canvey Island to Tilbury (London Gateway)	1:12,500
Approach	8054	Port Approach Guide - Thames Estuary (London)	-
Approach	1185	River Thames - Sea Reach	1:25,000
Coastal	1183	Thames Estuary	1:50,000
Approach	1975	Thames Estuary Northern Part	1:50,000
Approach	1607	Thames Estuary Southern Part	1:50,000
Approach	323	Dover Strait Eastern Part	1:75,000
Approach	1892	Dover Strait Western Part	1:75,000
Coastal	2451	Newhaven to Dover and Cap d'Antifer to Cap Gris-Nez	1:150,000
Approach	1652	Selsey Bill to Beachy Head	1:75,000
Coastal	2450	Anvil Point to Beachy Head	1:150,000
Approach	2615	Portland Bill to The Needles	1:75,000
Coastal	2454	Start Point to The Needles	1:150,000
Coastal	442	Lizard Point to Berry Head	1:150,000
General	2649	Western Approaches to the English Channel	1:500,000
Overview	4011	North Atlantic Ocean - Northern Portion	1:3,500,000
Overview	4012	North Atlantic Ocean - Southern Portion	1:3,500,000
Routeing	5124	Routeing Chart - North Atlantic (November)	1:14,000,000
General	2860	Outer Approaches to New York	1:300,000
Coastal	2755	Approaches to New York Harbor	1:75,000
Approach	3204	New York Lower Bay and Approaches	1:20,000
Harbour	3459	New York Lower Bay	1:10,000
Approach	8189	Port Approach Guide - New York Upper Bay	-

Перелік паперових публікацій на перехід представлений у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 — Перелік паперових публікацій на перехід

Тип	Номер	Назва посібника
Pilot	NP28	Dover Strait Pilot
Pilot	NP27	Channel Pilot (English Channel)
Pilot	NP68	East Coast of the United States Pilot Vol 1
Pilot	NP136	Ocean Passages for the World
Lights	NP74	ADMIRALTY List of Lights Vol A (British Isles)
Lights	NP82	ADMIRALTY List of Lights Vol J (Western Side of N. Atlantic)
Tides	NP201B	Tide Tables Vol 1B (UK & Ireland - London)
Tides	NP202	Tide Tables Vol 2 (North Atlantic - New York)
Radio	NP281(1)	Maritime Radio Stations: Europe, Africa and Asia
Radio	NP281(2)	Maritime Radio Stations: Americas, Far East and Oceania
Radio	NP282	Radio Aids to Navigation
Radio	NP283(1)	Maritime Safety Information Services: Europe
Radio	NP283(2)	Maritime Safety Information Services: Americas
Radio	NP284	Meteorological Observation Stations
Radio	NP285	Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS)
Radio	NP286(1)	Pilot Services, VTS & Port Ops (UK/Europe)
Radio	NP286(5)	Pilot Services, VTS & Port Ops (North America)
Almanac	NP314	The Nautical Almanac
Guide	NP100	The Mariner's Handbook
Catalog	NP131	Catalogue of Admiralty Charts and Publications
Ref	5011	Symbols and Abbreviations Used on Admiralty Charts

2.2.1 Підготовка до прийому та обміну навігаційною інформацією

Інформація про факсимільні карти погоди наведена у табл. 2.3 за використанням посібника NP283 .

Таблиця 2.3 — Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

№	Радіостанція	Позначення і межі карти		Зміст передачі	Час передачі
1	Northwood	North Atlantic		Surface Analysis	00h 00m
			54°N.82°W 26°N.45°W	24 hour surface prognosis	00h 12m
			54°N.51°E 28°N.12°E		
2	Olympia	A	(c)	Surface Analysis	08h 45m
			55°N.13°W 46°N.45°E	24 hour surface prognosis	08h 57m
			31°N. 9°W 27°N.31°E	48 hour surface prognosis	09h 09m
3	Pinneberg	NT1	1:15000000 (c)	Surface weather chart North Atlantic, Europe	04h 30m
			41°N.114°W 60°N.36°E	Surface pressure analysis with arrows showing the movement of pressure systems, significant weather, ice	05h 25m
			14°N. 70°W 21°N.13°W	Northwest Atlantic ice chart	09h 30m
4	Boston	8	(a)	24 hour surface forecast	08h 05m
			22°N - 51°N	24 hour wind/wave forecast	08h 15m
			40°W - 98°W	Wind/wave analysis	03h 15m
5	Halifax	F		Surface Analysis	03h 22m
			52°N.98°W 58°N.24°W	Surface Analysis	09h 01m
			28°N.78°W 30°N.39°W		
		G		24 hour isobaric forecast	04h 22m
			52°N.98°W 56°N.24°W	36 hour isobaric forecast	06h 01m
6	New Orleans		28°N.78°W 30°N.39°W		
		6	(a)	Cyclone danger area or high wind/waves	01h 35m
			5°N - 60°N		
			0° - 100°W		

Інформація про райони NAVAREA і станції NAVTEX за маршрутом переходу наведена у табл. 2.4 за використання посібника NP285 .

Таблиця 2.4 — Райони NAVAREA і станції NAVTEX на переході

№	Ділянка переходу	Р-н NAVAREA	NAVTEX	NAVAREA
1	Ла-Манш	I	Niton [E], [K]	United Kingdom
2	Біскайська затока	I	Valentia [W]	United Kingdom
3	Східне узбережжя США	IV	Boston [F]	United States
			Portsmouth [N]	United States

Інформація про контрольні пости, райони, де здійснюється управління рухом суден постами (СУРС), деталі зв'язку з лоцманськими станціями і операторами терміналів в портах наведена у табл. 2.5 і табл. 2.6 за використанням посібника NP286 [17, 18].

Таблиця 2.5 — Зв'язок на переході

№	Станція	Спосіб зв'язку	Канали, частоти	Примітки
1	London VTS (Sea Reach)	VHF	69	VTs for Sea Reach and London Gateway approaches. Call sign "London VTS". Mandatory reporting and listening watch.
2	London Pilots / PLA	VHF	69 / 09	Pilotage for Port of London / London Gateway. Pilot orders via Shipcon or Agents. Pilot coordination via London VTS. Pilot boarding station for deep draft vessels entering Thames Estuary (London Gateway). Call "Sunk Pilots".
3	Sunk Pilot Station	VHF	09	
4	Sandy Hook Pilots	VHF	13, 16, 73	Pilotage service for vessels entering the port of New York and New Jersey through Lower Bay and intra-harbour.

Таблиця 2.6 — СУРС за маршрутом переходу

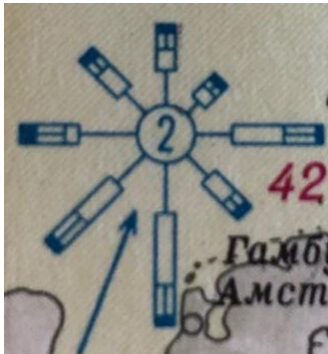
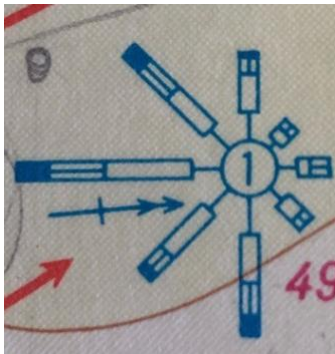
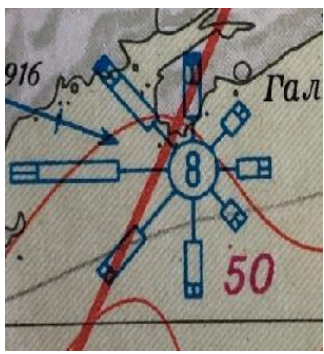
№	Traffic separation scheme	Station	VHF	Reporting point description
1	London VTS Area	London VTS	69	Reporting at Outer Limits / Sea Reach 4 when entering VTS area.
2	Sunk Traffic	Sunk VTS	14	When entering or leaving VTS area (Approach to Thames).
3	New York Traffic	New York VTS	14	Reporting points when entering and leaving VTS.

Вищенаведені дані складають лише частину необхідної інформації для безпечного плавання. В наступній частині підрозділу розглядається гідрометеорологічна обстановка на переході, яка є важливим критерієм для розробки висновків щодо безпечності або небезпечності плавання на даному переході.

2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

Аналіз гідрометеорологічних умов по маршруту плавання виконується за листопадом місяцем. Для цього були використані багаторічні дані, наведені в Атласі Атлантичного океану. Інформація про атмосферний тиск та вітер разом з описом трьох роз вітрів по маршруту плавання занесена у табл. 2.7. Інша гідрометеорологічна характеристика погодних умов щодо видимості, водного і теплового режиму атмосфери занесена у табл. 2.8. Після опису гідрометеорологічної обстановки на переході, наведеного у вищезазначених таблицях, надається інформація про небезпечні явища погоди, що очікуються у зазначеному районі плавання — Північній Атлантиці. Також описуються дії судноводія в небезпечних погодних умовах.

Таблиця 2.7 — Атмосферний тиск і розшифровка "роз вітрів"

Характеристики за ділянками	Ділянка №1			Ділянка №2			Ділянка №3		
Атмосферний тиск, гПа	1005			1020			1010		
Вітер	Роза вітрів №1			Роза вітрів №2			Роза вітрів №3		
Направлення вітру	Повторюваність вітру, %			Повторюваність вітру, %			Повторюваність вітру, %		
	Сумарна	11 - 15 м/с	> 16 м/с	Сумарна	11 - 15 м/с	> 16 м/с	Сумарна	11 - 15 м/с	> 16 м/с
N	10	2	1	10	2	1	10	2	1
NE	8	1	1	4	1	0	8	1	0
E	16	3	1	6	1	0	8	2	0
SE	10	2	1	6	1	0	6	1	0
S	19	3	1	17	2	2	12	1	0
SW	15	3	1	15	2	1	15	1	0
W	12	2	2	25	5	3	23	3	0
NW	10	2	1	17	4	2	18	2	1
Результуючий вітер	направлення, у румбах	SSW		направлення, у румбах	WSW		направлення, у румбах	NNW	
	швидкість, м/с	<3		швидкість,	3-5		швидкість, м/с	< 3	
Максимальна швидкість вітру, м/с	спостережена		42	спостережена		49	спостережена		50
Повторюваність штилів, %	2			1			8		
Схема рози вітрів									

Таблиця 2.8 — Видимість, водний і тепловий режим атмосфери, гідрологічні характеристики

Характеристики за ділянками		Ділянка №1	Ділянка №2	Ділянка №3
Температура повітря, °С		8	12	7
Температура води, °С		12	14	12,5
Відносна вологість, %		80-90	70-80	80
Повторюваність туманів, %		1	1	5
Видимість менше 2 міль		15	5	5
Хмарність, бали		7	7-8	6
Солоність води, ‰		34,5	35,5	31
Щільність води, г/см ³ (або кг/м ³)		1,02525	1,0255	1,022
Постійні течії	назва	Північно-Атлантичне	Гольфстрім	Лабрадорське
	термодинамічна характеристика	тепле	тепле	холодне
	направлення	NNE	NE	SW
	швидкість, вузл.	<0,5	0,5-1,0	<0,5
	стійкість	<25	50-75	<25
Швидкість припливних течій, вуз.		0,8-1,8	—	—
Висота хвиль, м	середня	1-1,5	1,5	1,0
	максимальна	12,5	12,5-15,0	10,0
Період хвиль, с		6	6	5

У районі Північної Атлантики впродовж періоду плавання спостерігається активна циклонічна діяльність, насамперед пов'язана з розташуванням в цій області центру дії атмосфери — Ісландського мінімуму, що посилюється з приходом осіннього періоду. Головна область виникнення циклонів субтропічних широт включає площу, що протягується вздовж побережжя від південного сходу США до Нової Шотландії, екліптичний район (приблизно від 14° до 9°) в центрі 50N 40W та район, що протягується від південного сходу Гренландії до 50W. Йдучи від Великих озер, більша кількість циклонів субтропічних широт перетинають залив Св. Лаврентія та прямують на південний

захід Гренландії. Інші первинні шляхи йдуть від 38N 60W, перетинаючи Ісландію, в Норвезьке море і через Гудзонову затоку. Вторинні шляхи йдуть від озера Вінніпег через озеро Онтаріо, перетинаючи Британські острови і південь Скандинавії, в східну Європу. Далі вони перетинають північно-західне узбережжя Середземного моря від півночі Іспанії до Югославії.

2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації в прибережному плаванні

Навігаційна та загальна інформація щодо портів завантаження та вивантаження надається у наступному вигляді.

Інформація про порт навантаження, London Gateway:

1) Порядок замовлення лоцманів: Лоцманська проводка для London Gateway є обов'язковою і забезпечується Port of London Authority (PLA). Замовлення лоцмана здійснюється судовим агентом через електронну систему PISCES або через Pilotage Coordination Centre (Gravesend). Для суден, що прямують до London Gateway, прийом лоцмана зазвичай відбувається на станції Sunk Pilot Station (для суден з півночі/сходу) або NE Spit Pilot Station (з півдня), залежно від осадки та маршруту. Зв'язок підтримується через London VTS.

2) Якірні стоянки: Місце постановки на якір призначається службою London VTS залежно від осадки судна та наявності вільних місць. Для великих контейнеровозів, що прямують у London Gateway, зазвичай використовуються: — Sunk Anchorage (зовнішня глибоководна стоянка в районі плаваючого маяка Sunk); — Tongue Anchorage (глибоководна стоянка для суден з великою осадкою); — Margate Roads (для суден з меншою осадкою); — Southend Anchorage (внутрішня стоянка в річці, ближче до терміналу, використовується лише з дозволу VTS).

3) Необхідні документи для оформлення приходу/відходу:

- Cargo Manifest;
- Crew Effects Declaration;
- Crew List;

- Maritime Declaration of Health;
- General Declaration (FAL Form 1);
- Ship's Stores Declaration;
- Dangerous Goods Manifest (if applicable);
- Waste Declaration (CERS Report);
- ISSC (International Ship Security Certificate);
- Ship's Register Certificate;
- Safe Manning Certificate.

Інформація про порт вивантаження, Нью-Йорк:

1) Порядок заказу лоцманів: сервіс лоцманської проводки для суден, що заходять до порту Нью-Йорк та Нью-Джерсі через Lower Bay замовляється через United New York New Jersey Sandy Hook Pilot Station Association. Tel: +1 (718) 4483900. Fax: +1 (718) 876 8055. Email: pilotoffice@sandyhookpilots.com.

2) Буксирне забезпечення: численні приватні буксирні та транспортні компанії зареєстровані та діють на території гавані. Більш детальну інформацію надає судновий агент.

3) Якірні стоянки: судна зазвичай використовують General Anchorages №23 та №24, що знаходяться на північ від Verrazano Bridge та прилеглі до Stapleton Quarantine Station, або ж №21 від Bay Ridge. Судна, що входять на територію гавані, мають мати два робочих якоря. Регламенти щодо постановки на якір можна знайти в the 33 Code of Federal Regulations, Part 110.155;

4) Необхідні документи для оформлення приходу/відходу:

- Arrival/Departure Record (Form I-94);
- Cargo Manifest (Form 1302);
- Conditional Landing Permit (Form I-95);
- Crew Effects Declaration (CF 1304);
- Crew list (Form I-418);
- International Load Line Certificate;
- Last port Clearance;
- Maritime Declaration of Health;

- Narcotics List;
- Stores List (CF 1303);
- Passenger List (Form I-418);
- Ports of Call List;
- US Tonnage Tax Certificate (CF 1002);
- Vaccination List;
- Vessel Entry & Clearance Statement (CF 1300);
- Vessel Report (Form I-92).

На рис. 2.1 та рис. 2.2 відповідно приведені плани портів Лондон-Гейтвей і Нью-Йорк.

Засоби навігаційного обладнання на переході приведені у табл. 2.9.

Таблиця 2.9 — Засоби навігаційного обладнання

№	Name	Position		Characteristics	Range
		φ	λ		
1	Sea Reach No 1	51° 29.40' N	000° 52.60' E	Fl(3) R 10s	5 nm
2	Sea Reach No 4	51° 30.20' N	000° 41.50' E	Fl R 2.5s	4 nm
3	Knock John No 1	51° 33.70' N	001° 09.80' E	Fl G 2.5s	5 nm
4	VARNE	51 01,26 N	001 23,91 E	FL (1) 5s	15 nm
5	GREENWICH	50 24,41 N	000 00,00 E	Fl (1) 5s	15 nm
6	CHANNEL	49 54,25 N	002 53,49 W	Fl(1) 15s	15 nm
7	Safe Water A	40 27,47 N	073 50,15 W	MO (A)	7 nm
8	BCNSPP	40 34,59 N	074 00,71 W	Fl (1) 5s	16 nm
9	BOYLAT	40 37,35 N	074 02,80 W	Q (1)	3nm

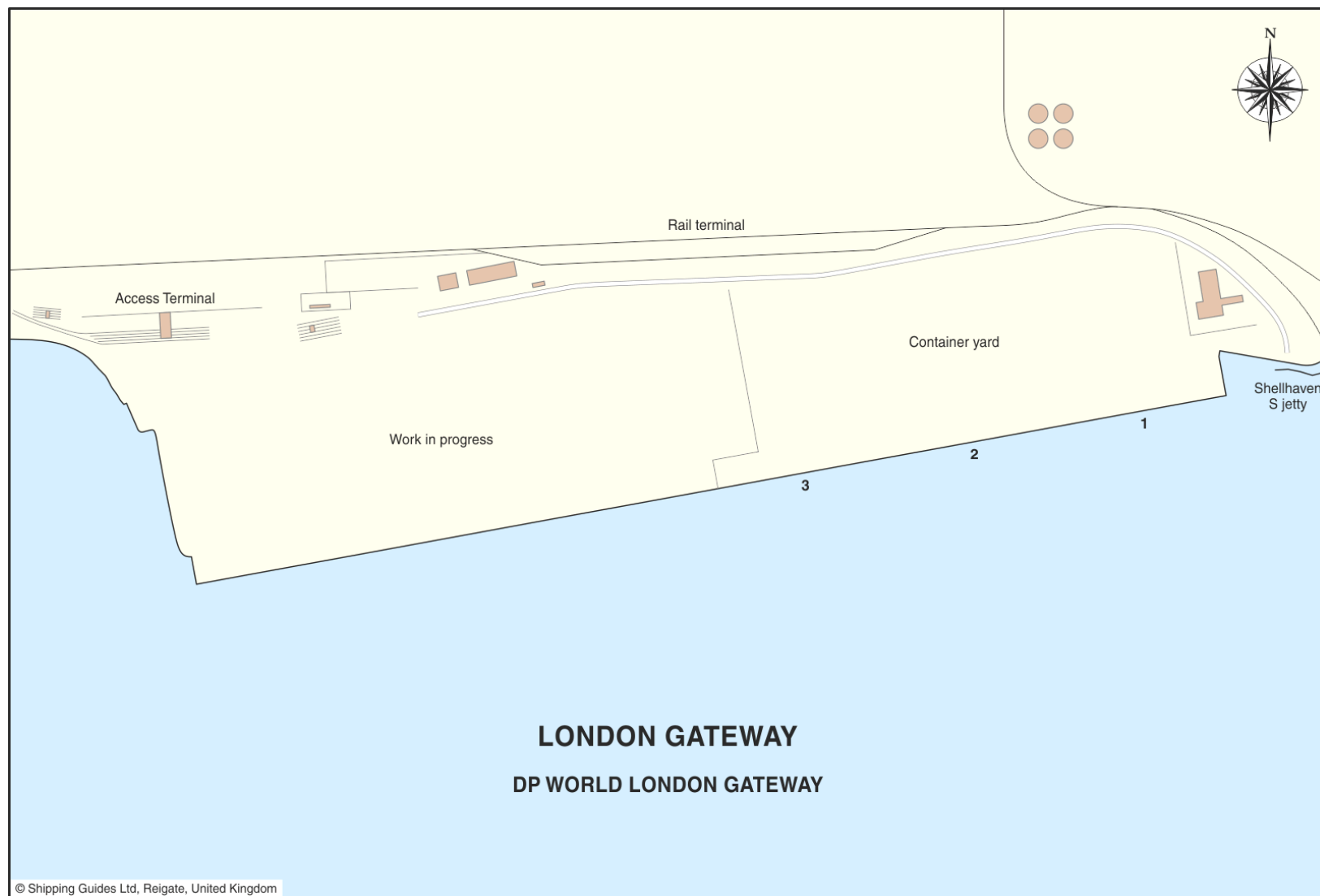
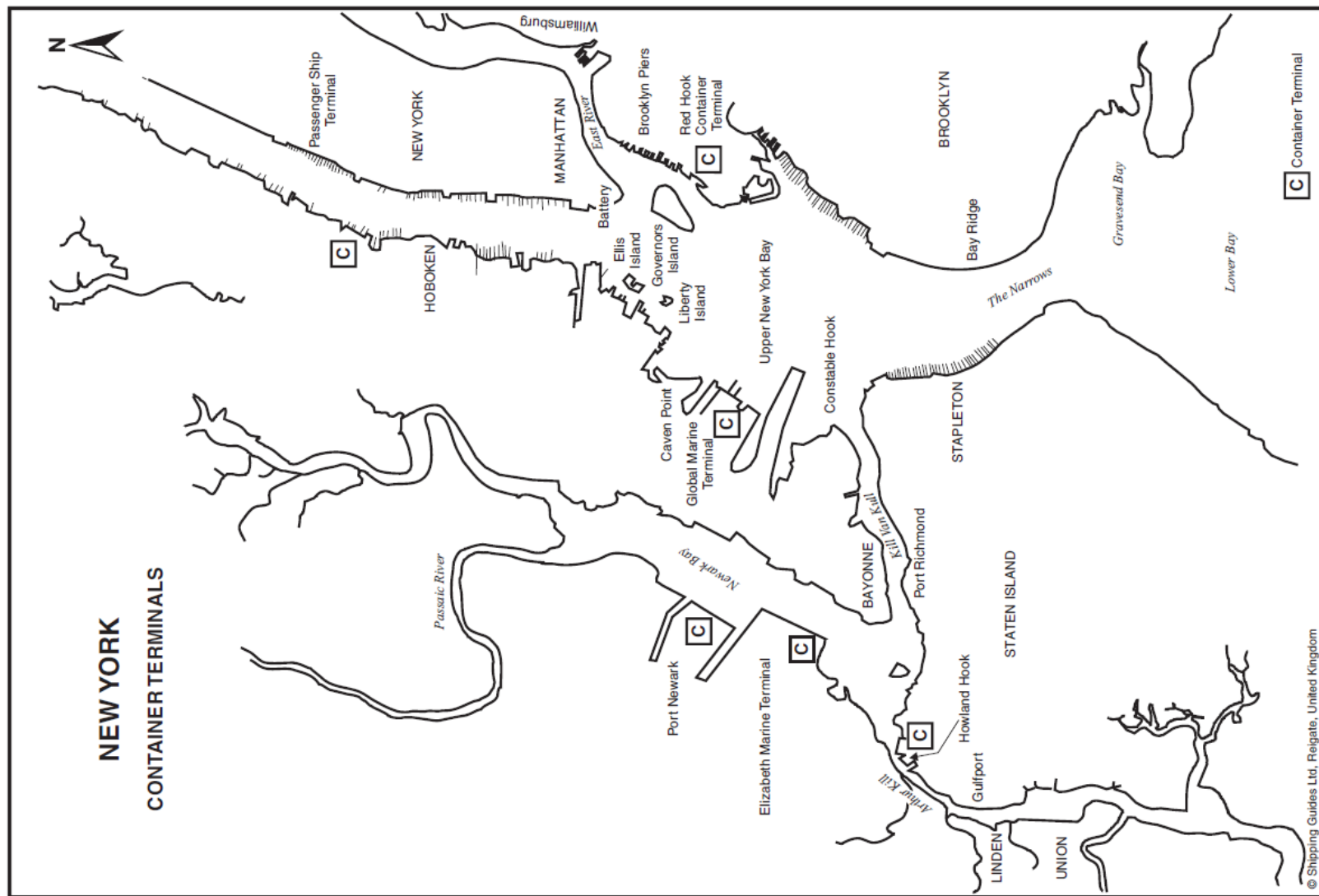


Рис. 2.1 — План порту Лондон-Гейтвей

NEW YORK

UNITED STATES OF AMERICA



© Shipping Guides Ltd, Reigate, United Kingdom

Container Terminals

P2291

Рис. 2.2 — План порту Нью-Йорк

2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1 Розрахунок ортодромії

Виконаємо розрахунок локсодромії і ортодромії аналітичним способом для найдовшої ділянки переходу. Задаємося відповідними координатами:

1) $\varphi_{\text{н}} = 49^{\circ} 43' \text{ N}$, $\lambda_{\text{н}} = 006^{\circ} 30' \text{ W}$;

2) $\varphi_{\text{к}} = 43^{\circ} 57' \text{ N}$, $\lambda_{\text{к}} = 059^{\circ} 19' \text{ W}$.

1. Знаходимо різницю широт($\Delta\varphi$):

$$\begin{array}{rcl} \varphi_{\text{к}} & + & 43^{\circ} 57' \\ - & & \\ \varphi_{\text{н}} & + & 49^{\circ} 43' \\ \hline \Delta\varphi & = & - 05^{\circ} 46' \text{ (к S)} \end{array}$$

2. Знаходимо різницю довгот($\Delta\lambda$):

$$\begin{array}{rcl} \lambda_{\text{к}} & - & 059^{\circ} 19' \\ - & & \\ \lambda_{\text{н}} & - & 006^{\circ} 30' \\ \hline \Delta\lambda & = & - 052^{\circ} 49' \text{ (к W)} \end{array}$$

3. Знаходимо різницю меридіональних частин (РМЧ):

$$\text{РМЧ} = 3437,75 \cdot \ln \left[\tan \left(45^{\circ} + \frac{\varphi_{\text{к}}}{2} \right) / \tan \left(45^{\circ} + \frac{\varphi_{\text{н}}}{2} \right) \right], \quad (2.1)$$

$$\text{РМЧ} = 3437,75 \cdot \ln \left[\tan \left(45^{\circ} + \frac{43,95}{2} \right) / \tan \left(45^{\circ} + \frac{49,72}{2} \right) \right] = 506,5 \text{ миль.}$$

4. Визначаємо локсодромічний курс по формулі:

$$K_{\text{л}} = 360 - \cos^{-1} \left(\frac{\text{РМЧ}}{\text{РД}} \right), \quad (2.2)$$

$$K_{\text{л}} = 360 - \cos^{-1} \frac{506,5}{-3169} = 260,8^{\circ}.$$

5. Розраховуємо локсодромічну відстань:

$$S_{\text{л}} = \frac{\Delta\varphi}{\cos K_{\text{л}}}, \quad (2.3)$$

$$S_{\text{л}} = \frac{-346}{\cos 260,8^\circ} = 2165 \text{ миль.}$$

6. Розраховуємо довжину ортодромії за формулою:

$$D = \cos^{-1}(\sin \varphi_{\text{н}} \sin \varphi_{\text{к}} + \cos \varphi_{\text{н}} \cos \varphi_{\text{к}} \cos \Delta\lambda), \quad (2.4)$$

$$D = \cos^{-1}(\sin 49,72^\circ \sin 43,95^\circ + \cos 49,72^\circ \cos 43,95^\circ \cos 3169) = 2150 \text{ миль.}$$

7. Визначаємо доцільність плавання по ортодромії:

$$\Delta D = S_{\text{л}} - D, \quad (2.5)$$

$$\Delta D = 2165 - 2150 = 15 \text{ миль.}$$

За отриманими розрахунками робимо висновок, що плавання по ортодромії вигідніше з економічної точки зору, але у даний період року північніше від локсодромічного курсу знаходиться Ісландська депресія. Також враховуючи швидкість судна, можна сказати, що економія у часі складатиме менше 1 год. Виходячи з цих міркувань, ортодромічний курс вважається невагомим, тому вибираємо перехід по локсодромічному курсу.

2.3.2 Складання маршрутних листів

За допомогою суднової програми *ChartCo* був розроблений план переходу, маршрутні точки якого представлені на рис. 2.3 та рис. 2.4.

Waypoint Table

Waypoint						Leg																		
Name	Position	Arrival	Overall Distance		Turn Radius [nm]	Brg	Type	Dist [nm]	Speed [kn]	Duration [hh:mm]	XTD		Min Depth [m]	CATZOC	UKC [m]	Safety Contour [m]	Safety Depth [m]	Position Fixing		Watch Level	E/R Manned	Security	Remarks	
			Travelled [nm]	Remaining [nm]							Port [m]	Starb [m]						Every [min]	Method					
Start	51° 57.134' N 001° 18.482' E	11/03/2019 19:01	0.00	3,301.97	0.50	}	167.9°	G	0.25	0.0	00:01	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []	[]		Level 1	
WP 1	51° 56.895' N 001° 18.565' E	11/03/2019 19:06	0.25	3,301.72	0.50		176.4°	R	1.05	13.7	00:05	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []	[]		Level 1	
WP 2	51° 55.845' N 001° 18.673' E	11/03/2019 19:07	1.30	3,300.67	0.50		141.0°	R	0.39	13.7	00:02	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []	[]		Level 1	
WP 3	51° 55.545' N 001° 19.068' E	11/03/2019 19:09	1.68	3,300.28	0.50		101.0°	R	0.42	13.7	00:02	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []	[]		Level 1	
WP 4	51° 55.465' N 001° 19.730' E	11/03/2019 19:13	2.10	3,299.87	0.50		083.2°	R	0.80	13.7	00:03	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []	[]		Level 1	
WP 5	51° 55.560' N 001° 21.014' E	11/03/2019 19:20	2.90	3,299.07	0.50		089.3°	R	1.77	13.7	00:08	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []	[]		Level 1	
WP 6	51° 55.582' N 001° 23.878' E	11/03/2019 19:30	4.67	3,297.30	0.50		086.5°	R	2.25	13.7	00:10	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []	[]		Level 1	
WP 7	51° 55.720' N 001° 27.516' E	11/03/2019 19:42	6.92	3,295.05	0.50		083.3°	R	2.62	13.7	00:11	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []	[]		Level 1	
WP 8	51° 56.025' N 001° 31.729' E	11/03/2019 19:44	9.53	3,292.43	0.50		093.6°	R	0.60	13.7	00:03	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []	[]		Level 1	
WP 9	51° 55.987' N 001° 32.696' E	11/03/2019 19:51	10.13	3,291.84	0.50		152.9°	R	1.44	13.7	00:06	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []	[]		Level 1	
WP 10	51° 54.703' N 001° 33.762' E	11/03/2019 20:00	11.57	3,290.39	0.50		181.2°	R	2.17	13.7	00:09	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []	[]		Level 1	
WP 11	51° 52.539' N 001° 33.688' E	11/03/2019 20:08	13.74	3,288.23	0.50		129.5°	R	1.85	13.7	00:08	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []	[]		Level 1	
WP 12	51° 51.362' N 001° 35.998' E	11/03/2019 20:19	15.59	3,286.38	0.50		154.2°	R	2.34	13.7	00:10	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []	[]		Level 1	
WP 13	51° 49.261' N 001° 37.644' E	11/03/2019 20:22	17.93	3,284.04	0.50		154.1°	R	0.73	13.7	00:03	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []	[]		Level 1	
WP 14	51° 48.605' N 001° 38.158' E	11/03/2019 20:28	18.66	3,283.31	0.50		103.7°	R	1.53	13.7	00:07	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []	[]		Level 1	
WP 15	51° 48.245' N 001° 40.553' E	11/03/2019 21:13	20.18	3,281.79	0.50		176.1°	R	10.22	13.7	00:45	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []	[]		Level 1	
WP 16	51° 38.055' N 001° 41.662' E	11/03/2019 21:49	30.40	3,271.57	0.50		144.0°	R	8.30	13.7	00:36	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []	[]		Level 1	
WP 17	51° 31.348' N 001° 49.502' E	11/03/2019 22:13	38.70	3,263.27	0.50		135.3°	R	5.40	13.7	00:24	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []	[]		Level 1	
WP 18	51° 27.507' N 001° 55.599' E	11/03/2019 23:04	44.10	3,257.87	0.50		200.7°	R	11.63	13.7	00:51	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []	[]		Level 1	
WP 19	51° 16.637' N 001° 49.012' E	11/03/2019 23:19	55.73	3,246.24	0.50		205.1°	R	3.42	13.7	00:15	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []	[]		Level 1	
WP 20	51° 13.541' N 001° 46.690' E	11/03/2019 23:48	59.15	3,242.81	0.50		229.8°	R	6.56	13.7	00:29	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []	[]		Level 1	
WP 21	51° 09.309' N 001° 38.697' E	11/04/2019 00:31	65.71	3,236.25	0.50		230.3°	R	9.94	13.7	00:44	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []	[]		Level 1	

Рис. 2.3 — Маршрутний лист, частина 1

Waypoint						Leg																		
Name	Position	Arrival	Overall Distance		Turn Radius [nm]	Brg	Type	Dist [nm]	Speed [kn]	Duration [hh:mm]	XTD		Min Depth [m]	CATZOC	UKC [m]	Safety Contour [m]	Safety Depth [m]	Position Fixing		Watch Level	E/R Manned	Security	Remarks	
			Travelled [nm]	Remaining [nm]							Port [m]	Starb [m]						Every [min]	Method					
WP 22	51° 02.960' N 001° 26.521' E	11/04/2019 00:44	75.66	3,226.31	0.50	]	243.6°	R	2.99	13.7	00:13	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []		[]	Level 1	
WP 23	51° 01.633' N 001° 22.269' E	11/04/2019 01:37	78.65	3,223.32	0.50		223.5°	R	12.02	13.7	00:53	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []		[]	Level 1	
WP 24	50° 52.925' N 001° 09.142' E	11/04/2019 02:28	90.66	3,211.30	0.50		230.6°	R	11.70	13.7	00:51	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []		[]	Level 1	
WP 25	50° 45.503' N 000° 54.835' E	11/04/2019 03:32	102.37	3,199.60	0.50		228.9°	R	14.59	13.7	01:04	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []		[]	Level 1	
WP 26	50° 35.923' N 000° 37.489' E	11/04/2019 05:29	116.96	3,185.01	0.50		257.4°	R	26.77	13.7	01:57	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []		[]	Level 1	
WP 27	50° 30.081' N 000° 03.592' W	11/04/2019 23:16	143.72	3,158.24	0.50	]	259.0°	R	243.63	13.7	17:47	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []		[]	Level 1	
WP 28	49° 43.445' N 006° 16.230' W	11/04/2019 23:57	387.35	2,914.61	0.50		271.0°	R	9.33	13.7	00:41	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []		[]	Level 1	
WP 29	49° 43.605' N 006° 30.649' W	11/11/2019 16:03	396.68	2,905.28	0.50		260.9°	R	2,193.28	13.7	6:16:06	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []		[]	Level 1	
WP 30	43° 57.481' N 059° 19.184' W	11/11/2019 17:17	2,589.96	712.00	0.50		244.7°	R	16.86	13.7	01:14	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []		[]	Level 1	
WP 31	43° 50.267' N 059° 40.319' W	11/11/2019 20:12	2,606.83	695.14	0.50		248.0°	R	39.99	13.7	02:55	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []		[]	Level 1	
WP 32	43° 35.271' N 060° 31.566' W	11/12/2019 22:38	2,646.82	655.15	0.50	]	245.3°	R	362.19	13.7	1:02:26	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []		[]	Level 1	
WP 33	41° 03.750' N 067° 56.250' W	11/13/2019 03:28	3,009.00	292.96	0.50		243.9°	R	66.10	13.7	04:50	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []		[]	Level 1	
WP 34	40° 34.642' N 069° 14.609' W	11/13/2019 06:51	3,075.10	226.86	0.50		268.2°	R	46.35	13.7	03:23	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []		[]	Level 1	
WP 35	40° 33.216' N 070° 15.558' W	11/13/2019 07:08	3,121.46	180.51	0.50		265.0°	R	3.95	13.7	00:17	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []		[]	Level 1	
WP 36	40° 32.873' N 070° 20.733' W	11/13/2019 10:34	3,125.41	176.56	0.50		268.9°	R	47.07	13.7	03:26	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []		[]	Level 1	
WP 37	40° 31.980' N 071° 22.621' W	11/13/2019 11:08	3,172.48	129.49	0.50	]	267.9°	R	7.68	13.7	00:34	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []		[]	Level 1	
WP 38	40° 31.696' N 071° 32.710' W	11/13/2019 15:28	3,180.16	121.81	0.50		268.4°	R	59.41	13.7	04:20	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []		[]	Level 1	
WP 39	40° 30.054' N 072° 50.776' W	11/13/2019 15:44	3,239.57	62.40	0.50		268.4°	R	3.61	13.7	00:16	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []		[]	Level 1	
WP 40	40° 29.954' N 072° 55.521' W	11/13/2019 16:15	3,243.18	58.78	0.50		270.1°	R	7.24	13.7	00:32	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []		[]	Level 1	
WP 41	40° 29.962' N 073° 05.034' W	11/13/2019 18:15	3,250.42	51.55	0.50		264.6°	R	27.19	13.7	01:59	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []		[]	Level 1	
WP 42	40° 27.387' N 073° 40.595' W	11/13/2019 18:46	3,277.61	24.35	0.50	]	270.5°	R	7.26	13.7	00:32	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []		[]	Level 1	
WP 43	40° 27.448' N 073° 50.134' W	11/13/2019 19:12	3,284.87	17.09	0.50		297.0°	R	5.84	13.7	00:26	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []		[]	Level 1	
WP 44	40° 30.097' N 073° 56.975' W	11/13/2019 19:26	3,290.72	11.25	0.50		297.0°	R	3.20	13.7	00:14	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []		[]	Level 1	
WP 45	40° 31.547' N 074° 00.718' W	11/13/2019 19:30	3,293.91	8.05	0.50		324.0°	R	0.89	13.7	00:04	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []		[]	Level 1	
WP 46	40° 32.268' N 074° 01.406' W	11/13/2019 19:43	3,294.80	7.16	0.50	]	348.0°	R	3.11	13.7	00:14	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []		[]	Level 1	
WP 47	40° 35.311' N 074° 02.255' W	11/13/2019 19:59	3,297.92	4.05	0.50		343.3°	R	3.61	13.7	00:16	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []		[]	Level 1	
WP 48	40° 38.770' N 074° 03.618' W	11/13/2019 19:59	3,301.53	0.44	0.50		100.7°	R	0.44	13.7	00:02	50.00	50.00	-	-		30.00	30.00	0	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []		[]	Level 1	
End	40° 38.689' N 074° 03.054' W	11/13/2019 19:59	3,301.97	0.00	0.50																			

Рис. 2.4 — Маршрутний лист, частина 2

2.3.3 Графічний план переходу

Результати навігаційного планування переходу оформлені у вигляді графічного плану переходу, представленому на рис. 2.5.

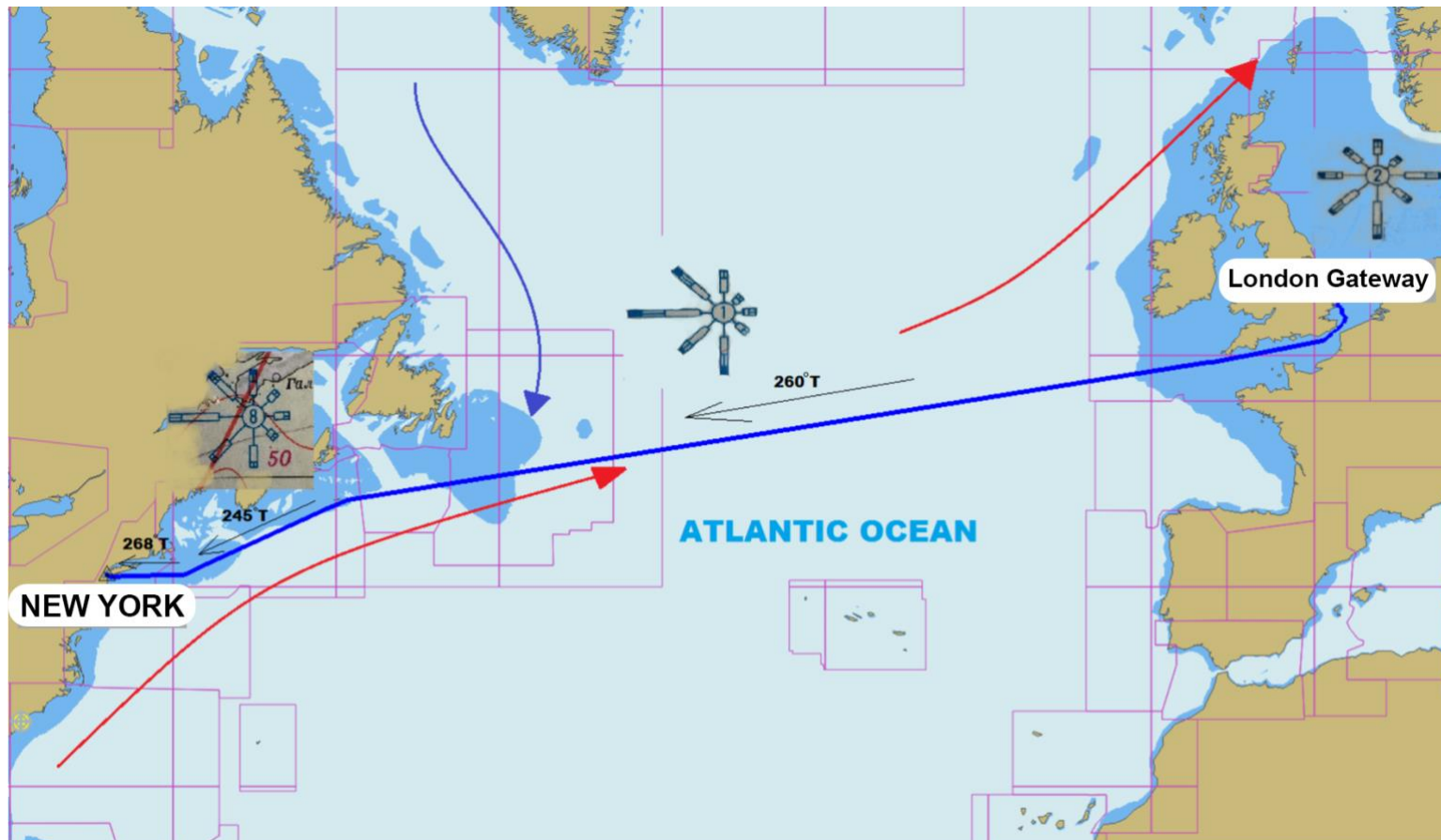


Рис. 2.5 — Графічний план переходу

2.3.4 Розрахунок природної освітленості

Розрахунок освітленості ведеться за допомогою посібника NP314. Приклад розрахунку елементів освітленості на 04.11.2024 наведений нижче.

Twilight		Sunrise		Sunset		Twilight	
LMT	0541	LMT	0654	LMT	1632	LMT	1745
$+\Delta T_\varphi$	0	$+\Delta T_\varphi$	0	$+\Delta T_\varphi$	0	$+\Delta T_\varphi$	0
$+\Delta T_\lambda$	-	$+\Delta T_\lambda$	-	$+\Delta T_\lambda$	-	$+\Delta T_\lambda$	-
C. LMT	0541	C. LMT	0654	C. LMT	1632	C. LMT	1745
$\pm\lambda$	+0026	$\pm\lambda$	+0026	$\pm\lambda$	+0026	$\pm\lambda$	+0026
GMT	0607	GMT	0720	GMT	1658	GMT	1811
$\pm ZD$	+0	$\pm ZD$	+0	$\pm ZD$	+0	$\pm ZD$	+0
ZT	0607	ZT	0720	ZT	1658	ZT	1811

Елементи освітленості на початок, проміжну точку кінець і рейсу приведені у табл. 2.10

Таблиця 2.10 — Елементи освітленості

Date	Twilight	SUN				Twilight	MOON		
		Sunrise ZT	Z	Sunset ZT	Z		Moonrise ZT	Age	Moonset ZT
04.11	06:07	07:20	113°	16:58	247°	18:11	14:19	7(50%)	23:22
09.11	05:41	06:47	113°	16:34	246°	17:40	15:39	12(91%)	03:14
11.11	05:34	06:35	112°	16:44	248°	17:45	16:31	14(99%)	05:13

2.3.5 Розрахунок приливів та побудова графіків приливів

Розрахунок приливних явищ надається в табл. 2.11 та табл. 2.12 для портів навантаження та вивантаження відповідно, а їх графіки зображені на рис. 2.6 та 2.7 відповідно.

Таблиця 2.11 — Приливні явища в порту London Gateway

Standard Port: London

Secondary Port: Date: 03.11

Standart Port

TIME		HEIGHT		RANGE
LW	HW	LW	HW	
12:10	5:11	0.9	3	2,1
Standart port		0	0	
Secondary Port				
Duration		06:59		

Seasonal Change
DIFFERENCES

Seasonal Change

SECONDARY
PORT

Time Zone +0000

TIME		HEIGHT		RANGE
LW	HW	LW	HW	
0:26	18:40	1.5	3.1	1,6
Standart port		0	0	
Secondary Port				
Duration		05:46		

Таблиця 2.12 — Приливні явища в порту Нью-Йорк

Standard Port: Sandy Hook

Secondary Port: New York Date: 11.11

Standart Port

TIME		HEIGHT		RANGE
LW	HW	LW	HW	
04:17	10:36	0,1	1,5	1,4
Standart port		0	0	
+0031	+0049	0,2	0,5	
Secondary Port		0	0	
04:48	11:25	0,3	1,9	
Duration		06:37		

Seasonal Change
DIFFERENCES

Seasonal Change

SECONDARY
PORT

Time Zone +0500

TIME		HEIGHT		RANGE
LW	HW	LW	HW	
17:05	23:18	0,1	1,3	1,2
Standart port		0	0	
+0031	+0049	0,2	0,5	
Secondary Port		0	0	
17:36	00:07	0,3	1,8	
Duration		06:31		

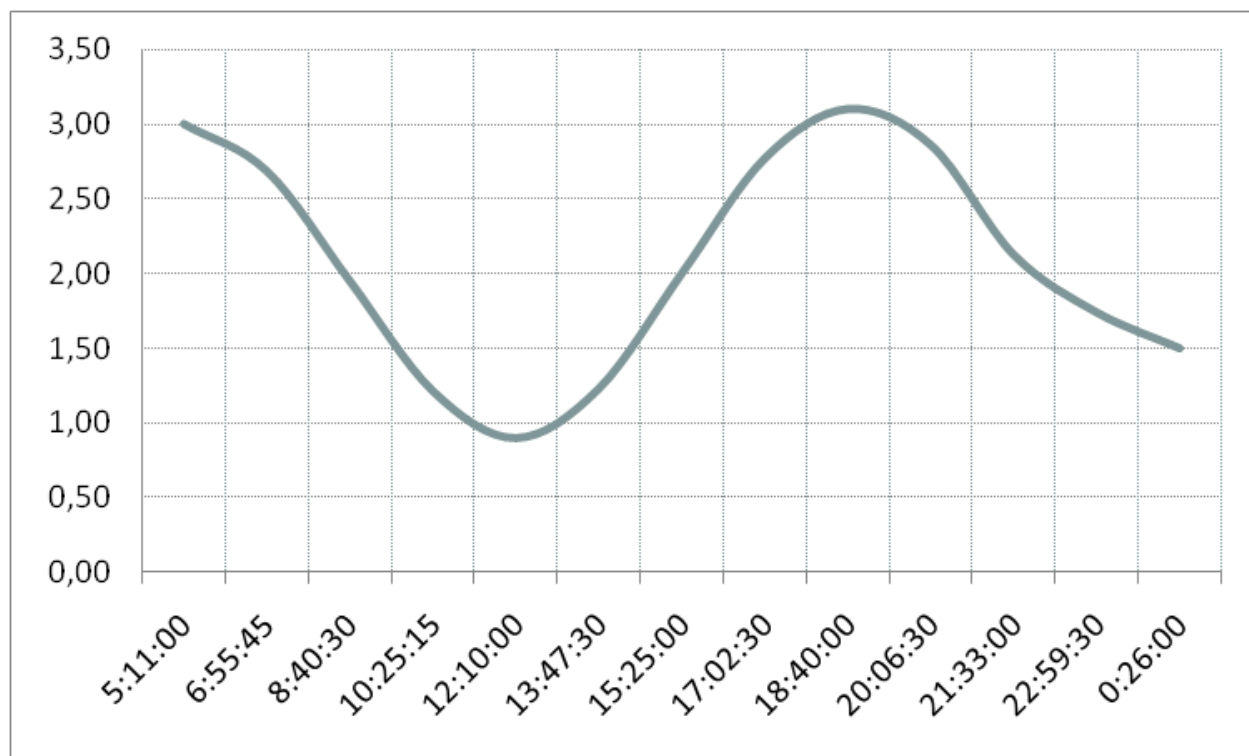


Рис. 2.6 — Графік приливів в порту London Gateway

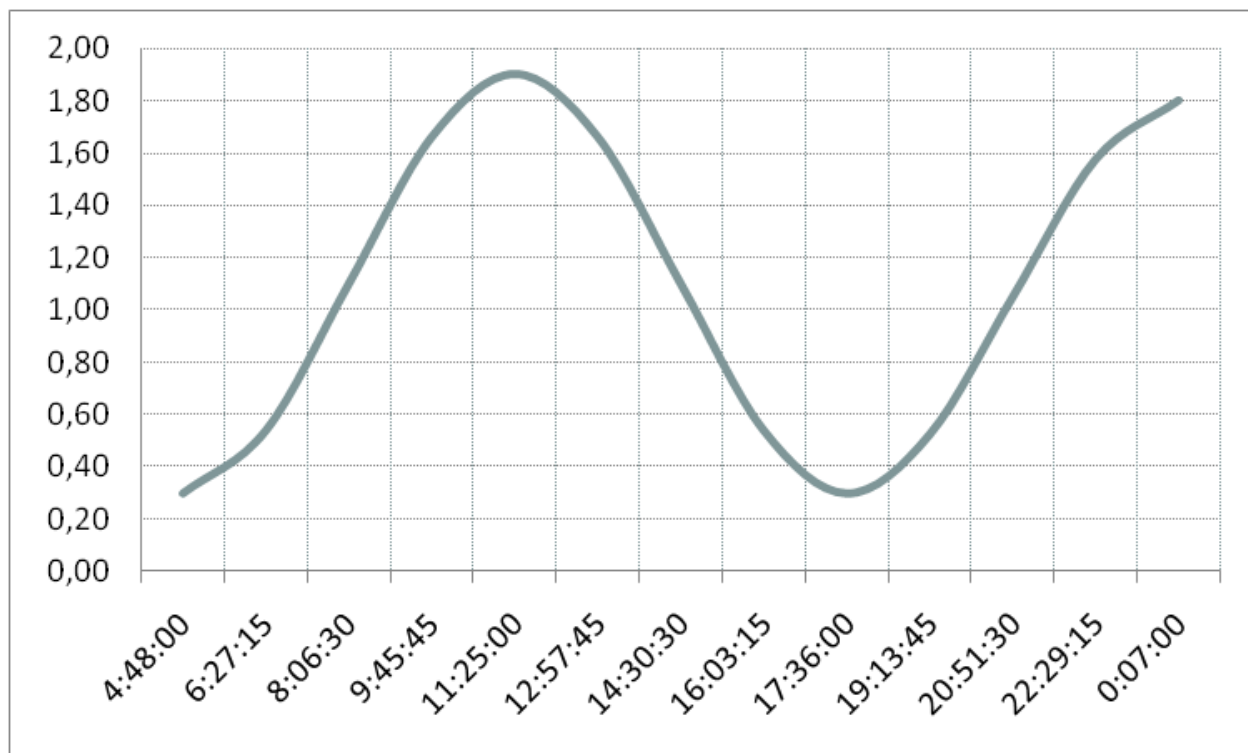


Рис. 2.7 — Графік приливів в порту Нью-Йорк

2.4 Висновки

Згідно виконаних у попередніх підрозділах оцінки запланованого переходу та розрахунків для забезпечення безпеки плавання робимо висновок, що даний перехід є безпечний з точки зору навігації і гідрометеорології, а також відповідає основним вимогам конвенцій СОЛАС 74 та ПДНВ 78. У свою чергу судно укомплектовується персоналом з необхідною кількістю компетентних чоловік у відношенні несення навігаційної та машинної вахт відповідно до вимог, представлених у судновому Safe Manning Certificate (Сертифікат безпечного комплектування).

РОЗДІЛ 3

ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ

3.1 Транспортні характеристики вантажів

Одним з важливих етапів складання оптимального вантажного плану є детальне вивчення транспортних характеристик та фізико-хімічних якостей вантажів, що пред'являються для перевезення. Їх правильне урахування дозволяє визначити умови та технологію перевезення вантажів, забезпечує їх збережену доставку, раціональне оброблення вантажу в портах, максимально допустиме використання вантажопідйомності та вантажомісткості судна і забезпечує безпечність мореплавання.

Генеральні вантажі. Перевезення генеральних вантажів та вантажів, що перевозяться в укрупнених вантажних одиницях, регламентується міжнародними документами:

- 1) International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 74), Chapters VI, VII ;
- 2) International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78) ;
- 3) International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code);
- 4) Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing (CSS Code);
- 5) Thomas Stowage: The Properties and Stowage of Cargoes .

Використовуючи перераховані вище міжнародні документи, наводяться наступні характеристики вантажів:

- 1) до завантаження приймаються 20' та 40' футові контейнери Dry Van (з англ. — "сухий фургон"), які спеціально розроблені для перевезення генеральних вантажів;
- 2) маса укрупненої вантажної одиниці для 20' складає 14 т, а 40' — 28 т;
- 3) лінійні характеристики збільшених вантажних одиниць складають:

ширина — 2,352 м; висота — 2,390 м; довжина 20' — 5,900 м, а 40' — 12,030 м.

4) специфічні особливості: конструктивно контейнер представляє собою металевий ящик з широкими дверима. По кутах периметр контейнера забезпечений спеціальними отворами для перевантажень (нижніми і верхніми фітингами).

5) до перевезення приймаються небезпечні вантажі наступних UN (від англ. United Nations — Організація Об'єднаних Націй) номерів:

— UN 0014, Class 1.4: вибухівки, що не представляють значну небезпеку вибуху;

— UN 1106, Class 3: легкозаймисті речовини, становлять небезпеку корозії, слід уникати контакту зі шкірою та металом;

— UN 3496, Class 9: становлять небезпеку при короткому замиканні та небажаному активуванні, слід зберігати якнайдалше від електричних джерел енергії.

6) сумісність з іншими вантажами, що перевозяться на судні: небезпечні вантажі сумісні зі звичайними генеральними вантажами, але між собою сумісні лише небезпечні вантажі класів 1.4 та 9; 3 та 9. Для класів 1.4 та 3 необхідно дотримуватись наступних норм сегрегації: забороняється укладання вантажів даних класів у вертикальному напрямку (за винятком, якщо вони не розділені палубою); дозволяється укладання даних вантажів у повздовжньому та поперечному напрямках, якщо між ними існує простір у вигляді одного контейнерного місця;

7) коефіцієнт сепарації в розрахунках відсутній в зв'язку відсутності сепараційних матеріалів при контейнерних перевезеннях;

8) значення кріпильних матеріалів приймається як константа у розрахунках, так як при контейнерних перевезеннях кріпильні матеріали завжди залишаються на борту судна і вони враховані у вигляді постійної маси, що наведена в "Інформації про остійність", та складає 460 т.

Транспортні характеристики укрупнених вантажних одиниць зведені у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 — Транспортні характеристики генеральних вантажів

№ п/п	Назва Вантажу	Маса 1 вантажного місця, т	Питомий навантажувальний об'єм, м ³ /т	тип контейнера, ISO	IMDG Code					Норми вантажних робіт, FEU/Год	
					Номер ООН	Клас	Знак маркування	Категорія розміщення Аварійні дії (АВК)	Лондон	Нью-Йорк	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	20' контейнер	14	2,37	Dry Van	—	—	—	—		100	80
2	40' контейнер	28	2,42	Dry Van	—	—	—	—		100	80
3	20' контейнер	14	2,37	Dry Van	0014	1.4 S		Category 01, F-B, S-X		100	80
4	20' контейнер	14	2,37	Dry Van	1106	3		Category A, F-E, S-C		100	80
5	20' контейнер	14	2,37	Dry Van	3496	9		Category A, F-A, S-I		100	80

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

Створення контейнерних ТТС (технологія транспортних перевезень) потребує великих капітальних витрат, крім спеціалізованих комплексів для зберігання та обробки контейнерів в порту — терміналів, для її функціонування необхідні залізничні вагони-платформи, полу-вагони-контейнеровози для середньотонажних та великотонажних контейнерів, спеціальний автомобільний рухомий склад, обладнання і споруди для технічного обслуговування і ремонту

контейнерів, система інформаційного забезпечення, включаючи розрахункові центри для контролю переміщення контейнерів, регулювання та обліку контейнерних перевезень та ін.

При завантаженні контейнерів необхідно дотримуватися наступних загальних правил: більш важкий вантаж укласти знизу, а більш легкий — зверху; навантаження повинно бути рівномірно розподілене по всій площі контейнера; вантаж укласти наскільки можливо більш щільно, заповнюючи вільні простори дрібними вантажними місцями або сепараційним матеріалом. Завантаження контейнера з використанням 80% його внутрішнього об'єму вважається цілком задовільним. Контейнери в порту складуються в один чи два ряди на підкладках або без підкладок, якщо дозволяє основа майданчика. При великій кількості контейнерів можна вести їх укладку у декілька рядів, розділяючи ряди прокладками. При перевезенні контейнерів кожний контейнер встановлюють на своє штатне місце або в комірку, що зазвичай не потребує додаткового кріплення. Контейнери, встановлені на палубі, кріплять за допомогою спеціальних найтовів або талрепів. Зазвичай підготовка вантажних приміщень до прийому контейнерів не потребує зайвих зусиль та в цілому складається з перевірки цілісності вантажного приміщення, відсутності зайвих предметів та наявності кріпильного матеріалу поблизу.

Перевізник несе відповідальність за збереження вантажу з моменту його прийому к перевезенню і до видачі вантажоодержувачу. Тому забезпечення належної організації прийому/видачі вантажу та його збереження в процесі морського перевезення є першочерговим обов'язком капітана та всього екіпажу судна. До приходу в порт завантаження слід завчасно забезпечити готовність судна до прийому вантажу, враховуючи його транспортні характеристики і приймаючи усі необхідні заходи для забезпечення правильного прийому, завантаження та збереження вантажу під час переходу. Найбільш уразливими місцями на судні є: в трюмах — поверхня над льялами від бортів до палуби другого дна; в твіндеках — поверхня палуб, що прилягає до бортів судна; просвіти вантажних люків верхньої відкритої палуби; комінгси, шпангоути,

борти, що не захищені рибінсами; бімси верхньої палуби та верхня палуба.

Судновласник для забезпечення якісного прийому та доставки вантажу повинен:

- 1) завчасно інформувати агента порту завантаження про дату приходу судна, характер і кількість вантажу, найменування вантажовідправника;
- 2) сповістити адміністрацію судна про майбутній рейс та його особливості;
- 3) інструктувати капітана про місце отримання бункерного палива та іншого постачання;
- 4) надати вказівки агенту порту завантаження про придбання матеріалів, необхідних для дообладнання трюмів до прийому та перевезення вантажу;
- 5) виконати, якщо необхідно, огляд і ремонт постійного обладнання трюмів.

Капітан, в свою чергу, повинен завчасно подати агенту в порту навантаження попередні і остаточні нотіси про передбачувану дату приходу судна. Час подачі нотісу повинний обов'язково фіксуватися у судовому журналі. Первинним документом, що супроводжує вантаж при передачі його на судно в іноземних портах, є завантажувальний ордер (Shipping Order). Він виписується у декількох екземплярах, двоє з котрих вручаються судну до початку завантаження, а в окремих випадках — перед початком завантаження даної партії вантажу на судно. На одному з них після завантаження вантажу на судно розписується вантажний помічник капітана. Цей екземпляр називається штурманською розпискою (Mate's Receipt), видається вантажовідправнику після завантаження, як доказ прийому на судно певної партії вантажу для перевезення. Штурманська розписка є підставою для виписки коносаменту перевізником на прийнятий вантаж. Коносамент (Bill of Lading) — найбільш важливий серед документів, що слугують для оформлення морського перевезення вантажу, який підтверджує факт прийому вантажу до перевезення та обов'язки доставити вантаж в порт призначення. Він містить короткий опис вантажу та умов перевезення і пересилається вантажоодержувачу. На весь завантажений на судно вантаж виписується вантажний маніфест (Cargo Manifest) — транспортний

документ, що містить перелік коносаментів по вантажам, що були прийняті в порту відправлення на кожний порт призначення. Після завершення завантаження вантажовідправник зазвичай передає судовій адміністрації наступні документи:

- 1) Розписка про отримання документів (Receipt for Documents);
- 2) Коносаменти (Bills of Lading);
- 3) Вантажні маніфести (Cargo Manifests);
- 4) Сертифікат походження (Certificate of Origin) товару;
- 5) Сертифікат якості (Certificate of Quality);
- 6) Таймшит (Timesheet);

Прийом і здача контейнерів виконується за їх кількістю з зовнішнім оглядом контейнерів та перевіркою цілісності пломб початкових вантажовідправників, станом закриття і без зважування. В перевізних документах вказуються відбитки знаків на пломбах. У випадку виявлення в момент передачі технічної несправності контейнера, в результаті якої міг мати місце доступ до вантажу чи можливе його псування, а також при виявленні пошкодження чи відсутності пломб, чи невідповідності знаків та номерів на пломбах даним, вказаним в перевізних документах, прийом чи здача контейнерів виконується з перевіркою вантажу, що знаходиться в контейнері. Така перевірка виконується комісією, що складається з представників вантажовласника, перевізника і таможні. Слід мати на увазі, що перевізник має право в 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 чи додаткових витрат зі сторони перевізника, останній може відмовитися від перевезення.

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

Міжнародна Конвенція про вантажну марку 1966 року [46] встановлює мінімальну висоту надводного борту для морських транспортних суден в залежності від району та сезону плавання, яка вказується в Міжнародному свідоцтві про вантажну марку (International Load Line Certificate), що видається на судно.

Розрахункова водотоннажність судна при повному завантаженні (Δ_p) слугує вихідною початковою величиною для визначення його чистої вантажопідйомності (Δ_q) на рейс та залежить від вантажних марок, що діють в порту навантаження, на трасі переходу та в порту вивантаження.

Величина Δ_p має забезпечувати постійну відповідність значення мінімальної висоти надводного борту судна, вантажній марці району плавання, з врахуванням витрати змінних запасів. Це означає, що на жодній ділянці переходу вантажна марка судна не має бути втопленою.

Для розрахунку Δ_p на рейс визначаємо, що судно слідуватиме з району, де діє зимня вантажна марка, в зону літньої вантажної марки. Водотоннажність судна по літню вантажну марку (Δ_l) обирається з Техніко-експлуатаційних характеристик судна.

Знаючи Δ_l , можливо розрахувати по формулам водотоннажність судна по тропічну (Δ_m) або зимову (Δ_z) вантажні марки:

$$\Delta_m = \Delta_l + \frac{1}{48} T_l \cdot m; \quad (3.1)$$

$$\Delta_z = \Delta_l - \frac{1}{48} T_l \cdot m, \quad (3.2)$$

де T_l — осадка по літню вантажну марку, см;

m — число тонн, що змінюють осадку на 1 см.

$$\Delta_m = 146851,9 + \frac{1}{48} 1,5028 \cdot 128,7 = 150881,3 \text{ т};$$

$$\Delta_3 = 146851,9 - \frac{1}{48} 1,5028 \cdot 128,7 = 142822,5 \text{ т.}$$

Повну вантажопідйомність (дедвейт) судна (Δ_w) можливо визначити, використовуючи отримане значення розрахункової водотоннажності судна на момент завантаження:

$$\Delta_w = \Delta_p - \Delta_o, \quad (3.3)$$

де Δ_o – водотоннажність судна порожнем, т.

$$\Delta_w = 142822,5 - 35450 = 107372,5 \text{ т.}$$

Чисту вантажопідйомність судна ($\Delta_{\text{ч}}$) знаходять шляхом віднімання від величини дедвейту судна маси рейсових запасів ($P_{\text{зан}}$), необхідної для забезпечення стоянки в портах навантаження/вивантаження та переходу судна морем, тобто тієї, що знаходиться на судні в момент відходу судна з порту навантаження:

$$\Delta_{\text{ч}} = \Delta_w - \sum_{j=1}^m P_{\text{зан } j} - \text{const}, \quad (3.4)$$

де const — константа, яка включає всі невраховані в розрахунках вагові навантаження, що дорівнює:

$$\text{const} = m_{\text{бал}} + m_{\text{льял}} + m_{\text{склад}} + m_{\text{пров}} + m_{\text{ек}} + m_{\text{кріп}}, \quad (3.5)$$

де $m_{бал}$ — маса баласту, т;

$m_{клад}$ — маса складових запасів, т;

$m_{пров}$ — маса провізії, т;

$m_{льлял}$ — маса льяльних вод у колодязях, т;

$m_{ек}$ — маса екіпажу з урахуванням особистих речей, т;

$m_{крin}$ — маса кріпильних матеріалів, т.

$$const = 343 + 259,3 + 60 + 10 + 10 + 460 = 1142,3 \text{ т};$$

$$\Delta_ч = 107372,5 - 2053,1 - 1142,3 = 104177,1 \text{ т.}$$

Рейсові запаси знаходять як суму:

$$\sum_{j=1}^N P_{зап\ j} = P_x^{зап} + P_{ст}^{зап}, \quad (3.6)$$

де $P_x^{зап}$ — маса ходових запасів, т;

$P_{ст}^{зап}$ — маса стоянкових запасів, т;

j — відповідна цистерна (танк).

$$\sum_{j=1}^N P_{зап\ j} = 2009,6 + 43,5 = 2053,1 \text{ т.}$$

Маса ходових запасів дорівнює:

$$P_x^{зап} = P_x^т + P_x^в + P_x^{см}, \quad (3.7)$$

де $P_x^т$, $P_x^в$, $P_x^{см}$ — відповідно кількість палива, води та мастила, необхідна на перехід від порту навантаження до порту вивантаження з врахуванням

штормового запасу, т.

$$P_x^{\text{зап}} = 1792 + 128 + 89,6 = 2009,6 \text{ т.}$$

Більш детально:

$$P_x^T = q_x^T \cdot (t_x + t_{\text{шт}}); \quad (3.8)$$

$$P_x^B = q_x^B \cdot (t_x + t_{\text{шт}}); \quad (3.9)$$

$$P_x^{\text{см}} = 0,05 \cdot P_x^T, \quad (3.10)$$

де q_x^m, q_x^e — добова норма витрат палива та води на ходу, т/доб.;

t_x — ходовий час, доб.;

$t_{\text{шт}}$ — штормовий час, доб.

$$P_x^T = 140 \cdot (7,8 + 5) = 1792 \text{ т};$$

$$P_x^B = 10 \cdot (7,8 + 5) = 128 \text{ т};$$

$$P_x^{\text{см}} = 0,05 \cdot 1792 = 89,6 \text{ т.}$$

Штормовий час ($t_{\text{шт}}$) визначається за допомогою Системи управління безпекою (СУБ) компанії та зазвичай становить 5 діб при океанських переходах та 2 доби — в прибережному плаванні.

Ходовий час (t_x) визначають по формулі:

$$t_x = \frac{L}{24 \cdot V} + \frac{t_{\text{зп}}}{24}, \quad (3.11)$$

де L — відстань переходу, милі;

V — швидкість судна з вантажем, вуз.;

t_{zn} — час затримок судна на шляху, діб.

$$t_x = \frac{3301,97}{24 \cdot 18} + \frac{4}{24} = 7,8 \text{ доб.}$$

Стоянкові запаси визначаються з розрахунку тривалості стоянки в портах навантаження та вивантаження й норм витрати палива та води на стоянці:

$$P_{\text{ст}}^{\text{зап}} = q_{\text{ст}}^{\text{т}} \cdot t_{\text{ст}} + q_{\text{ст}}^{\text{в}} \cdot t_{\text{ст}}, \quad (3.12)$$

де $q^{\text{т}}$, $q^{\text{в}}$ — добова норма витрати палива та води на стоянці, т/діб;

$t_{\text{ст}}$ — нормативна тривалість стоянкового часу, діб.

$$P_{\text{ст}}^{\text{зап}} = 10 \cdot 2,9 + 5 \cdot 2,9 = 43,5 \text{ т.}$$

Стоянковий час як по порту навантаження, так і по порту вивантаження розраховується, виходячи з кількості прийнятого на судно вантажу та у відповідності з вантажними характеристиками відповідного порту.

$$t_{\text{ст}} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{M_{\text{нав}} \cdot t_{\text{роб1}}} + \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{M_{\text{вив}} \cdot t_{\text{роб2}}}, \quad (3.13)$$

де Q_i — кількість контейнерів, FEU;

n — кількість найменувань вантажу;

M — валова норма вантажних робіт в порту навантаження та вивантаження i -тої партії вантажу, FEU/доб.;

$t_{\text{роб}}$ — кількість робочих годин за добу в порту навантаження та вивантаження, год/доб.

$$t_{\text{ст}} = \frac{4754/2 + 222}{100 \cdot 21} + \frac{4754/2 + 222}{80 \cdot 21} + \frac{2}{24} = 2,9 \text{ доб.}$$

Значення чистої вантажопідйомності судна (Δ_q) визначає максимальну масу вантажів, яку судно може прийняти до перевезення на даний рейс, тобто:

$$\Delta_q = \sum_{i=1}^n Q_i, \quad (3.14)$$

Фактична кількість вантажу, яку можна прийняти до перевезення на даний рейс та на дане судно залежить від:

1) чистої вантажопідйомності судна (Δ_q), що визначається за формулою (3.4);

2) вантажомісткості судна (W_c);

3) питомого навантажувального об'єму вантажу (u).

З точки зору експлуатації судна, найбільш вигідним є завантаження, при якому використовується повністю вантажопідйомність та вантажомісткість судна.

Результати розрахунків по визначенню розмірів партій вантажу, що приймаються до перевезення, представляються в формі табл. 3.4.

Таблиця 3.4 — Маса та об'єм партій вантажів, що приймаються до перевезення

№ п/ п	Назва вантажу	Маса 1-го контейнера	Зовнішні розміри 1-го контейнера			Об'єм 1-го контейнера, V_i , м ³	Кількість контейнерів, n_i , шт.	Маса вантажу, Q_i , т	Об'єм вантажу, V , м ³	Питомий навантажувальний об'єм вантажу, U_i , м ³ /т
			Довжина , мм	Ширина , мм	Висота , мм					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	20' контейне р	14	6058	2438	2591	38,2 7	475 4	6655 6	181923, 8	2,7 3
2	40' контейне р	28	12192	2438	2591	77,0 2	222	6216	17097,4	2,7 5
Разом		42					497 6	7277 2	199021, 2	

У висновку показується, що фактична маса вантажу ($Q_{заг}$) та його об'єм ($V_{заг}$) не перевищують значень Δ_q та W_c відповідно, тобто мають виконуватись наступні умови:

$$Q_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n Q_i \leq \Delta_q; \quad (3.15)$$

$$Q_{\text{общ}} = 72772 \leq 104177,1,$$

$$V_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n V_i \leq W_c; \quad (3.16)$$

$$V_{\text{общ}} = 199021,2 \leq 366604,0.$$

3.4 Складання вантажного плану

Від якості складеного вантажного плану залежать безпека мореплавання, збереженість вантажів, комерційні результати роботи судна.

При складанні вантажного плану для генеральних вантажів на практиці використовується принцип розподілу вагового навантаження по довжині судна пропорційно об'єму вантажних приміщень за допомогою коефіцієнту співвідношення вантажомісткості кожного вантажного приміщення (k_{ci}), що визначається за формулою:

$$k_{ci} = \frac{W_i}{W_c}, \quad (3.17)$$

де W_i — вантажомісткість i -го вантажного приміщення, м^3 ;

W_c — вантажомісткість судна, м^3 ;

i — номер вантажного приміщення ($i=1, 2, \dots, n$).

Значення розподіленої маси для i -го вантажного приміщення (Q_i) визначається як добуток коефіцієнту співвідношення вантажомісткості i -го вантажного приміщення (k_{ci}) на розраховану загальну масу вантажів, що приймається на даний рейс ($Q_{\text{общ}}$):

$$Q_i = k_{ci} \cdot Q_{\text{заг}}, \quad (3.18)$$

Розрахунок розподіленої маси вантажних приміщень приводимо в

табличній формі (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 — Розподіл вагового навантаження по вантажних приміщеннях судна

Найменування вантажного приміщення	Вантажомісткість вантажного приміщення W_i ,			Коефіцієнт співвідношення, k_{ci}	Максимально допустиме вагове навантаження вантажного приміщення, Q_i , т
	TEU	FEU	м ³		
1	2	3	4	5	6
Трюм №1	114	22	6056,83	0,017	1202,30
Палуба №1	264	0	10102,63	0,028	2005,40
Трюм №2	252	60	14264,32	0,039	2831,51
Палуба №2	440	0	16837,71	0,046	3342,34
Трюм №3	402	64	20312,51	0,055	4032,10
Палуба №3	454	0	17373,46	0,047	3448,68
Трюм №4	478	64	23220,85	0,063	4609,41
Палуба №4	452	0	17296,92	0,047	3433,49
Трюм №5	504	64	24215,80	0,066	4806,91
Палуба №5	504	0	19286,83	0,053	3828,49
Трюм №6	504	64	24215,80	0,066	4806,91
Палуба №6	520	0	19899,11	0,054	3950,03
Трюм №7	500	64	24062,73	0,066	4776,52
Палуба №7	568	0	21735,95	0,059	4314,65
Трюм №8	464	64	22685,10	0,062	4503,06
Палуба №8	568	0	21735,95	0,059	4314,65
Трюм №9	452	32	19761,41	0,054	3922,70
Палуба №9	852	142	43540,08	0,119	8642,84
Разом	8292	640	366604,01	1	72772

Сумарна розподілена маса вантажів по твіндекам, трюмам та на палубі має відповідати завантаженню судна та є підставою для складання вантажного плану.

По результатам розподілення вантажів складається зведена таблиця з підсумковими результатами по кожному вантажному приміщенню, роду

вантажу та всьому судну в цілому (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 — Розміщення генеральних вантажів на судні

Найменування вантажного приміщення	Контейнер				Всього	
	20'		40'			
	Маса, т	Об'єм, м3	Маса, т	Об'єм, м3	Маса, т	Об'єм, м3
1	2	3	4	5	6	7
Трюм №1	1596	4362,50	0	0,00	1596	4362,50
Палуба №1	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Трюм №2	3528	9643,42	840	2310,45	4368	11953,87
Палуба №2	504	1377,63	0	0,00	504	1377,63
Трюм №3	5628	15383,55	896	2464,48	6524	17848,03
Палуба №3	1512	4132,89	0	0,00	1512	4132,89
Трюм №4	6692	18291,88	896	2464,48	7588	20756,36
Палуба №4	3024	8265,79	0	0,00	3024	8265,79
Трюм №5	7056	19286,83	896	2464,48	7952	21751,32
Палуба №5	3024	8265,79	0	0,00	3024	8265,79
Трюм №6	7056	19286,83	896	2464,48	7952	21751,32
Палуба №6	3024	8265,79	0	0,00	3024	8265,79
Трюм №7	7000	19133,76	896	2464,48	7896	21598,25
Палуба №7	2520	6888,15	0	0,00	2520	6888,15
Трюм №8	6496	17756,13	896	2464,48	7392	20220,62
Палуба №8	2016	5510,52	0	0,00	2016	5510,52
Трюм №9	5880	16072,36	0	0,00	5880	16072,36
Палуба №9	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Разом	66556	181923,82	6216	17097,36	72772	199021,18

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

Характеристики порту завантаження Лондон-Гейтвей:

- 1) країна: Об'єднаного Королівства;
- 2) діюча в порту вантажна марка: зимня;
- 3) глибини у контейнерного причалу порту: 11,6-15,0 м; щільність води у причалів порту: 1,025 т/м³;
- 4) основні портові правила:

— офіційні години роботи: 24 год/доб.;

— святкові та вихідні дні: 1-е січня (Новий рік); Велика п'ятниця; Великдень (неділя та понеділок після); День праці; Весінній вихідний день (змінна дата); Осінній вихідний день (змінна дата); 25-е грудня (Різдво); 26-е грудня (День подарунків);

— перелік і порядок надання різноманітного виду обслуговування та послуг:

В порту наявні такі види послуг як агентська, стивідорна (для влаштування та розподілу робочої сили потребується попередження у вигляді 24-х годинного нотісу), тальманська, лоцманська проводка, буксирні операції, можливість отримання палива (дизельного), води (як для суден у причалів, так і на якірних рейдах), виконання ремонтних робіт (лише для невеликих суден), здача сміття, репатріація.

Характеристики порту вивантаження Нью-Йорк:

1) країна США;

2) діюча в порту вантажна марка: літня;

3) глибина у контейнерного причалу порту: 13,1 м; щільність води у причалів порту: 1,017 т/м³;

4) основні портові правила:

— офіційні години роботи: 24 год/доб.;

— святкові та вихідні дні: 1-е січня (Новий рік); 15-е січня (День народження Мартіна Лютера Кінга); 12-е лютого (День народження президента Лінкольна); 22-е лютого (День народження президента Вашингтона); 17-е березня (День народження Глісона); Велика п'ятниця; 30-е травня (День пам'яті); 4-е липня (День незалежності); День праці (перший понеділок вересня); 12-е жовтня (День Колумба); 11-е листопада (День перемир'я); День вдячності (четвертий четвер листопада); 25-е грудня (Різдво). На Новий рік, День незалежності, День праці та Різдво ніякі роботи не проводяться;

— перелік і порядок надання різноманітного виду обслуговування та послуг:

В порту наявні такі види послуг як агентська, стивідорна (з 0800-1700, але можливе 24-годинне обслуговування), тальманська, сюрвеєрська, лоцманська проводка (здійснюється з Sandy Hook Pilot Station), буксирні операції (для замовлення зв'язуватись з McAllister Brothers чи Moran Towing), можливість отримання палива (важкого та дизельного), води (як для суден у причалів, так і на якірних рейдах), постачання, виконання ремонтних робіт (наявний док), здача сміття, репатріація.

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

Розподіл прийнятих у розділі 3 рейсових запасів на судні на відхід і прихід представлено у табл. 4.1 та табл. 4.2.

Таблиця 4.1— Розподіл запасів на відхід

Найменування цистерн	Місткість, т	Маса, т	Плечі, м			Моменти, тм		
			x	y	z	M_x	M_y	M_z
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Моторне паливо 0,98 т/м ³								
№3 H.F.O. TK (P)	1773,8	1774	234,62	15,87	9,58	416174	28141	16988
№3 H.F.O. TK (S)	1773,8	1774	234,62	-15,87	9,58	416174	-28141	16988
№4 H.F.O. TK (P)	1449,0	1449	205,10	19,58	9,51	297193	28377	13773
№4 H.F.O. TK (S)	1449,7	1450	205,11	-19,59	9,51	297341	-28394	13790
№7 H.F.O. TK (P)	1628,8	1629	118,33	20,01	8,43	192739	32597	13736
LOW SULPHUR TK	1628,8	1629	118,33	-20,13	8,43	192739	-32788	13736
H. S. HFO.SETT.TK (P)	224,6	224,6	71,28	9,82	12,95	16009	2205	2909
L. S. HFO.SETT.TK (P)	154,5	154,5	71,28	12,71	8,76	11012	1963	1354
H. S. HFO.SERV.TK (P)	246,5	246,5	71,28	17,84	13,24	17571	4398	3264
L. S. HFO.SERV.TK (P)	70,4	70,4	71,28	14,08	15,68	5018	991	1104
ВСЬОГО МОТОРНОГО ПАЛИВА	10399,9	10400	179,04	0,90	9,39	1861970	9350	97640

Дизельне паливо 0,90 т/м3								
№1 D.O.STOR.TK (S)	134,7	134,7	68,90	-21,64	16,11	9281	-2914	2169
D.O.SERV.TK (S)	128,7	128,7	60,43	-21,64	16,27	7777	-2784	2094
№2 D.O.STOR.TK (C)	203,4	203,4	30,18	0,00	1,50	6138	0	305
ВСЬОГО ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА	466,8	466,8	49,69	-12,21	9,79	23196	-5699	4568
Мастило 0,90 т/м3								
MAIN L.O.STOR.TK (P)	103,7	95,2	63,62	21,63	15,44	6057	2060	1470
MAIN L.O.SETT.TK (P)	88,5	81,3	60,94	21,48	12,07	4954	1746	981
M/E L.O.SUMP.TK (C)	89,9	82,5	52,64	0,00	1,38	4343	0	114
G/E L.O.STOR.TK (P)	37,7	34,6	60,03	21,64	17,37	2077	749	601

№1 CYL.O.S.TK (S)	75,7	69,2	71,34	-19,91	9,27	4937	-1378	641
№2 CYL.O.S.TK (S)	126,3	115,9	62,28	-19,77	9,86	7219	-2291	1142
L.S. CYL.O.S.TK (S)	27,0	24,8	68,14	-19,87	9,48	1690	-493	235
ВСЬОГО МАСТИЛА	548,8	503,5	62,12	0,78	10,30	31276	393	5184
Прісна вода 1,0 т/м3								
FRESH W.TK (P)	319,9	319,9	52,03	16,14	11,22	16643	5164	3591
DISTILLED W.TK (S)	80,1	80,1	51,15	-10,62	8,12	4097	-850	650
FRESH W.TK (S)	239,8	239,8	52,32	-17,99	12,26	12546	-4313	2940
ВСЬОГО ПРІСНОЇ ВОДИ	639,8	639,8	52,03	0,00	11,22	33286	0	7181
Баласт 1,025 т/м3								
№6 W.W.B.TK (S)	1759,1	343	147,67	-18,22	1,19	50651	-6248	408
ВСЬОГО БАЛАСТУ	1759,1	343	147,67	-18,22	1,19	50651	-6248	408
Льяльні води 1,0 т/м3								
SEP.BILGE OIL TK (P)	98,1	29,4	53,02	3,51	1,07	1559	103	31
BILGE HOLDING TK (S)	143,5	43	56,32	-3,69	1,02	2422	-159	44

CLEAN BILGE TK (S)	76,1	22,8	67,18	-3,12	0,72	1532	-71	16
H.F.O.OVERFLOW TK (C)	203,0	101,5	68,76	1,09	0,93	6979	110	95
S/T L.O. COOL. TK (C)	8,6	2,6	28,44	0,00	1,75	74	0	5
L. O. DRAIN TK (P)	2,2	0,6	60,93	3,49	2,28	37	2	1
PURI. SLUDGE TK (P)	17,9	5,4	62,73	11,36	6,58	339	61	36
S/T C.W.TK (C)	51,6	51,6	13,75	0,00	3,67	709	0	189
E/RM B/W FORE (P)	1,6	0,5	73,08	6,52	1,51	37	3	1
E/RM B/W FORE (S)	1,0	0,3	73,08	-6,94	1,51	22	-2	0
E/RM B/W AFT (C)	5,2	1,6	17,34	0,00	1,76	28	0	3
ВСЬОГО ЛЬЯЛЬНИХ ВОД	608,8	259,3	52,97	0,19	1,62	13736	48	421
Постійні запаси								
STORE		60	71,77	0,00	27,50	4306	0	1650
PROVISION		10	71,77	0,00	28,00	718	0	280
CREW EFFECT		10	71,77	0,00	30,10	718	0	301
DWT CONST		460	150,50	0,00	27,50	69230	0	12650
ВСЬОГО ПОСТІЙНИХ ЗАПАСІВ		540	138,84	0,00	27,56	74972	0	14881
ВСЬОГО ЗАПАСІВ		13152	158,84	-0,16	9,91	2089087	-2155	130284
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТІВ M_x						2089087		

Таблиця 4.2 — Розподіл запасів на прихід

Найменування цистерн	Місткість, т	Маса, т	Плечі, м			Моменти, тм		
			x	y	z	M_x	M_y	M_z
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Моторне паливо 0,98 т/м ³								
№3 H.F.O. TK (P)	1773,8	1419,5	234,62	15,87	7,62	333054	22521	10811
№3 H.F.O. TK (S)	1773,8	1419,5	234,62	-15,87	7,62	333054	-22521	10811
№4 H.F.O. TK (P)	1449,0	1159,6	205,10	19,58	7,50	237836	22710	8696
№4 H.F.O. TK (S)	1449,7	1160,2	205,11	-19,59	7,50	237954	-22723	8706

№7 H.F.O. TK (P)	1628,8	1303,5	118,33	20,01	6,23	154244	26087	8121
LOW SULPHUR TK	1628,8	1628,8	118,33	-20,13	8,43	192739	-32788	13736
H. S. HFO.SETT.TK (P)	224,6	224,6	71,28	9,82	12,95	16009	2205	2909
L. S. HFO.SETT.TK (P)	154,5	154,5	71,28	12,71	8,76	11012	1963	1354
H. S. HFO.SERV.TK (P)	246,5	246,5	71,28	17,84	13,24	17571	4398	3264
L. S. HFO.SERV.TK (P)	70,4	70,4	71,28	14,08	15,68	5018	991	1104
ВСЬОГО МОТОРНОГО ПАЛИВА	10399,9	8787,1	175,09	0,32	7,91	1538491	2843	69512
Дизельне паливо 0,90 т/м3								
№1 D.O.STOR.TK (S)	134,7	79,5	68,90	-21,64	14,61	5480	-1721	1161
D.O.SERV.TK (S)	128,7	76,0	60,43	-21,64	14,71	4592	-1644	1118
№2 D.O.STOR.TK (C)	203,4	120,1	30,18	0,00	1,03	3624	0	124
ВСЬОГО ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА	466,8	275,6	49,69	-12,21	8,72	13695	-3365	2403
Масило 0,90 т/м3								
MAIN L.O.STOR.TK (P)	103,7	78,3	63,62	21,63	14,77	4979	1693	1156
MAIN L.O.SETT.TK (P)	88,5	66,8	60,94	21,48	11,20	4073	1436	749
M/E L.O.SUMP.TK (C)	89,9	67,8	52,64	0,00	1,26	3570	0	86
G/E L.O.STOR.TK (P)	37,7	28,4	60,03	21,64	16,95	1707	615	482
№1 CYL.O.S.TK (S)	75,7	56,9	71,34	-19,91	8,92	4058	-1133	507
№2 CYL.O.S.TK (S)	126,3	95,3	62,28	-19,77	9,59	5934	-1883	913
L.S. CYL.O.S.TK (S)	27,0	20,4	68,14	-19,87	9,16	1389	-405	187
ВСЬОГО МАСТИЛА	548,8	413,9	62,12	0,78	9,86	25711	323	4080
Прісна вода 1,0 т/м3								
FRESH W.TK (P)	319,9	252,9	52,03	16,14	9,62	13157	4082	2433
DISTILLED W.TK (S)	80,1	63,3	51,15	-10,62	7,74	3239	-672	490
FRESH W.TK (S)	239,8	189,6	52,32	-17,99	10,74	9918	-3410	2035
ВСЬОГО ПРІСНОЇ ВОДИ	639,8	505,8	52,03	0,00	9,80	26314	0	4958

Баласт 1,025 т/м3								
№6 W.W.B.TK (S)	1759,1	343	147,67	-18,22	1,19	50651	-6248	408
ВСЬОГО БАЛАСТУ	1759,1	343	147,67	-18,22	1,19	50651	-6248	408
Льяльні води 1,0 т/м3								
SEP.BILGE OIL TK (P)	98,1	29,4	53,02	3,51	1,07	1559	103	31

1	2	3	4	5	6	7	8	9
BILGE HOLDING TK (S)	143,5	43	56,32	-3,69	1,02	2422	-159	44
CLEAN BILGE TK (S)	76,1	22,8	67,18	-3,12	0,72	1532	-71	16
H.F.O.OVERFLOW TK (C)	203,0	101,5	68,76	1,09	0,93	6979	110	95
S/T L.O. COOL. TK (C)	8,6	2,6	28,44	0,00	1,75	74	0	5
L. O. DRAIN TK (P)	2,2	0,6	60,93	3,49	2,28	37	2	1
PURI. SLUDGE TK (P)	17,9	5,4	62,73	11,36	6,58	339	61	36
S/T C.W.TK (C)	51,6	51,6	13,75	0,00	3,67	709	0	189
E/RM B/W FORE (P)	1,6	0,5	73,08	6,52	1,51	37	3	1
E/RM B/W FORE (S)	1,0	0,3	73,08	-6,94	1,51	22	-2	0
E/RM B/W AFT (C)	5,2	1,6	17,34	0,00	1,76	28	0	3
ВСЬОГО ЛЬЯЛЬНИХ ВОД	608,8	259,3	52,97	0,19	1,62	13736	48	421
Постійні запаси								
STORE		60	71,77	0,00	27,50	4306	0	1650
PROVISION		10	71,77	0,00	28,00	718	0	280
CREW EFFECT		10	71,77	0,00	30,10	718	0	301
DWT CONST		460	150,50	0,00	27,50	69230	0	12650
ВСЬОГО ПОСТІЙНИХ ЗАПАСІВ		540	138,84	0,00	27,56	74972	0	14881
ВСЬОГО ЗАПАСІВ		11124, 7	156,73	-0,58	8,69	1743569	-6398	96663
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТІВ Mx						1743569		

Розподіл вантажів по вантажних приміщеннях представляється у табл. 4.3 та на рис. 4.1.

Таблиця 4.3 — Розподіл контейнерів по баях і ярусах

№ бая	Кількість, шт.	Маса, т	Плечі, м			Моменти, тм		
			x	y	z	M_x	M_y	M_z
1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	12	168	303,49	0,00	22,30	50986	0	3746
03	20	280	297,35	0,00	21,43	83258	0	6001
05	36	504	289,00	0,00	19,57	145654	0	9862
07	46	644	282,86	0,00	18,85	182162	0	12138
09	48	672	274,51	0,00	16,05	184468	0	10782
11	58	812	268,37	0,00	14,92	217916	0	12116
13	86	1204	260,09	0,00	18,22	313154	0	21940
15	96	1344	253,81	0,00	17,53	341121	0	23564
17	108	1512	245,59	0,00	17,01	371330	0	25715
19	114	1596	239,33	0,00	16,74	381972	0	26719
21	140	1960	231,13	0,00	18,56	453021	0	36386
23	148	2072	224,81	0,00	17,98	465805	0	37263
25	170	2380	216,67	0,00	19,67	515664	0	46826
27	172	2408	210,29	0,00	19,51	506385	0	46990
29	176	2464	202,17	0,00	19,20	498151	0	47321
31	176	2464	195,81	0,00	19,20	482465	0	47321
33	180	2520	187,68	0,00	18,88	472951	0	47578
35	180	2520	181,32	0,00	18,88	456922	0	47578
37	180	2520	173,19	0,00	18,88	436437	0	47578
39	180	2520	166,83	0,00	18,88	420407	0	47578
41	180	2520	158,70	0,00	18,88	399922	0	47578

43	180	2520	152,34	0,00	18,88	383892	0	47578
45	180	2520	144,21	0,00	18,88	363407	0	47578
47	180	2520	137,85	0,00	18,88	347377	0	47578
49	180	2520	129,50	0,00	18,88	326338	0	47578
51	180	2520	123,14	0,00	18,88	310308	0	47578
53	160	2240	114,76	0,00	17,11	257064	0	38327
55	160	2240	108,46	0,00	17,11	242942	0	38327
57	156	2184	100,05	0,00	17,43	218516	0	38069
59	154	2156	93,74	0,00	17,61	202109	0	37976
61	152	2128	85,17	0,00	17,77	181234	0	37811
63	146	2044	78,66	0,00	18,26	160787	0	37316
65	66	924	49,48	0,00	19,04	45716	0	17595
67	64	896	43,34	0,00	19,29	38833	0	17285
69	84	1176	34,77	0,00	18,41	40885	0	21655
71	78	1092	28,63	0,00	18,91	31264	0	20652
73	68	952	19,79	0,00	19,68	18836	0	18737
75	60	840	13,65	0,00	20,40	11466	0	17135
02	0	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0
06	0	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0
10	14	392	271,44	0,00	24,03	106403	0	9421
14	16	448	256,95	0,00	24,03	115112	0	10767
18	16	448	242,46	0,00	24,03	108620	0	10767
22	16	448	227,97	0,00	24,03	102129	0	10767
26	16	448	213,48	0,00	24,03	95637	0	10767

30	16	448	198,99	0,00	24,03	89146	0	10767
34	16	448	184,50	0,00	24,03	82654	0	10767
38	16	448	170,01	0,00	24,03	76163	0	10767
42	16	448	155,52	0,00	24,03	69671	0	10767
46	16	448	141,03	0,00	24,03	63180	0	10767
50	16	448	126,32	0,00	24,03	56590	0	10767
54	16	448	111,61	0,00	24,03	49999	0	10767
58	16	448	96,90	0,00	24,03	43409	0	10767
62	16	448	81,92	0,00	24,03	36698	0	10767
66	0	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0
70	0	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0
74	0	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0
78	0	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0
Всього	4976	72772	160,18	0,00	18,97	11656536	0	1380748

Згідно судової документації значення допустимого навантаження в стопці на палубі для 20' контейнерів дорівнює 90 т, для 40' — 140 т; для трюму надається допустиме значення маси одного контейнера, яке для 20' та 40' контейнерів дорівнює 24 та 30,48 т відповідно. Розрахунок навантаження на кришку трюму стопки кожного бая представлений у табл. 4.4.

Таблиця 4.4 — Перевірка місцевої міцності кришок трюмів

Найменування приміщення		Кількість ярусів	Палубний вантаж		Навантаження в стопці	
					Палубний вантаж	
№ трюма	№ бея	Палубний вантаж	Маса одного контейнера, т	Загальна маса в стопці, т	Допуст., т	% від доп.
1	2	3	4	5	6	7
1	01	—	14	—	90	—
	03	—	14	—	90	—
	05	—	14	—	90	—
	07	—	14	—	90	—
2	09	—	14	—	90	—
2	11	—	14	—	90	—
	13	1	14	14	90	15,6
	15	1	14	14	90	15,6
3	17	1	14	14	90	15,6
	19	1	14	14	90	15,6
	21	2	14	28	90	31,1
	23	2	14	28	90	31,1
4	25	3	14	42	90	46,7
	27	3	14	42	90	46,7
	29	3	14	42	90	46,7
	31	3	14	42	90	46,7
5	33	3	14	42	90	46,7
	35	3	14	42	90	46,7
	37	3	14	42	90	46,7
	39	3	14	42	90	46,7
6	41	3	14	42	90	46,7
	43	3	14	42	90	46,7
	45	3	14	42	90	46,7
	47	3	14	42	90	46,7

7	49	3	14	42	90	46,7
	51	3	14	42	90	46,7
	53	2	14	28	90	31,1
	55	2	14	28	90	31,1
8	57	2	14	28	90	31,1
	59	2	14	28	90	31,1
	61	2	14	28	90	31,1
	63	2	14	28	90	31,1
9	65	—	14	—	90	—
	67	—	14	—	90	—
	69	—	14	—	90	—
	71	—	14	—	90	—
	73	—	14	—	90	—
	75	—	14	—	90	—

На основі виконаних розподілів вантажу, запасів і баласту розраховується водотоннажність з координатами центра ваги судна, яка представлена у табл.4.5 на відхід і у табл. 4.6 на прихід.

Таблиця 4.5 — Зведені дані і розрахунок водотоннажності на відхід

Найменування статей навантаження	На відхід						
	Маса, т	Плечі, м			Моменти, тм		
		x	y	x	M_x	M_y	M_z
1	2	3	4	5	6	7	8
Судно порожнем	35450	141,44	0,05	16,99	5013906	1595	602225
Суднові запаси	13152,3	158,84	-0,16	9,91	2089087	-2155	130284
Вантаж	72772	160,18	0,00	18,97	11656536	0	1380748
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНІСТЬ	121374,3	154,56	0,00	17,41	18759529	-560	2113257
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТІВ M_x					18759529		

Таблиця 4.6 — Зведені дані і розрахунок водотоннажності на прихід

Найменування статей навантаження	На прихід						
	Маса, т	Плечі, м			Моменти, тм		
		x	y	x	M_x	M_y	M_z
1	2	3	4	5	6	7	8
Судно порожнем	35450	141,44	0,05	16,99	5013906	1595	602225
Суднові запаси	11124,7	156,73	-0,58	8,69	1743569	-6398	96663
Вантаж	72772	160,18	0,00	18,97	11656536	0	1380748
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНІСТЬ	119346,7	154,29	-0,04	17,43	18414012	-4803	2079636
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТІВ M_x					18759529		

4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності

Розрахунок посадки судна на відхід і прихід виконується по вантажній шкалі й гідростатичним кривим та представлений у табл. 4.7.

Таблиця 4.7 — Розрахунки посадки судна на відхід і на прихід

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	121374,3	119346,7
Абсциса центра ваги судна, м	x_g	154,56	154,29
Густина води, т/м ³	$\rho_{\text{н}}$	1,025	1,017
Водотоннажність об'ємна, м ³	$V = D / \rho_{\text{н}}$	118414,0	117351,7
Осадка судна, м	T (з вантажної шкали)	13,01	12,92
Момент диферентуючий на 1 см, тм/см	$M_{\text{см}}$ (з вантажної шкали)	2246,0	2228,8

Абсциса центра плавучості судна, м	x_c (з гідростатичних кривих)	154,93	155,02
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	x_f (з гідростатичних кривих)	144,30	144,53
Апліката поперечного метацентра, м	z_m (з гідростатичних кривих)	22,35	22,37
Коефіцієнт загальної повноти	d (з гідростатичних кривих)	0,6229	0,6217
Диферент судна, м	$d = D (x_g - x_c) / (100 M_{cm})$	-0,20	-0,39
Осадка судна носом, м	$T_n = T + (L/2 - x_f) d/L$	13,00	12,90
Осадка судна кормою, м	$T_k = T_n - d$	13,20	13,29

Для виконання розрахунків і контролю остійності судна визначається вплив вільної поверхні рідких вантажів (запасів і баласту) до метацентричної висоти й плечей статичної остійності. Розрахунок виправлення виконаний способом врахування впливу вільних поверхонь по одній розрахунковій комбінації. Розрахункова комбінація цистерн включає одиночні цистерни, які відповідно до умов експлуатації можуть одночасно мати вільні поверхні. При визначенні виправлення на вільні поверхні в розрахунок приймаються цистерни запасів з усіма виправленням Δm_h незалежно від ступеня їхнього заповнення. Поправочні моменти або моменти інерції вільної поверхні i_x вибираються з таблиці даних по судових цистернах, що приводиться в Інформації, причому:

$$\Delta m_h = \rho_{жс} i_x, \quad (4.1)$$

де Δm_h — поправочний момент, тм;

$\rho_{жс}$ — густина рідини в цистерні, т/м³;

i_x — момент інерції вільної поверхні, м⁴.

Розрахунок впливу вільної поверхні рідких вантажів представлений у табл.

Таблиця 4.8 — Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h , тм
1	2
№3 H.F.O. TK (P)	1293,2
№3 H.F.O. TK (S)	1293,2
№4 H.F.O. TK (P)	29,2
№4 H.F.O. TK (S)	29,5
№7 H.F.O. TK (P)	29,9
LOW SULPHUR TK	29,9
H. S. HFO.SETT.TK (P)	46,5
L. S. HFO.SETT.TK (P)	46,5
H. S. HFO.SERV.TK (P)	48,7
L. S. HFO.SERV.TK (P)	5,8
№1 D.O.STOR.TK (S)	5,9
D.O.SERV.TK (S)	7,7
№2 D.O.STOR.TK (C)	344,8
MAIN L.O.STOR.TK (P)	5,0
MAIN L.O.SETT.TK (P)	1,8
M/E L.O.SUMP.TK (C)	43,3
G/E L.O.STOR.TK (P)	3,4
№1 CYL.O.S.TK (S)	39,2
№2 CYL.O.S.TK (S)	85,8
L.S. CYL.O.S.TK (S)	15,4
FRESH W.TK (P)	861,7
DISTILLED W.TK (S)	134,4
FRESH W.TK (S)	470,6
№6 W.W.B.TK (S)	181,0
SEP.BILGE OIL TK (P)	26,9
BILGE HOLDING TK (S)	56,3

CLEAN BILGE TK (S)	95,0
H.F.O.OVERFLOW TK (C)	2141,3
S/T L.O. COOL. TK (C)	5,8
L. O. DRAIN TK (P)	0,8
PURI. SLUDGE TK (P)	11,5
E/RM B/W FORE (P)	1,2
E/RM B/W FORE (S)	0,4
E/RM B/W AFT (C)	4,2
СУМА $\sum \Delta m_h$:	7395,8

Розрахунок параметрів початкової остійності представлений у вигляді табл. 4.9.

Таблиця 4.9 — Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	121374,3	119346,7
Невиправлена апліката центра ваги судна, м	z_{g0}	17,41	17,43
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	22,35	22,37
Невиправлена метацентрична висота, м	$h_0 = z_m - z_{g0}$	4,93	4,94
Виправлення на вільні поверхні, м	$\Delta h = \sum \Delta m_h / D$	0,06	0,06
Виправлена апліката центра ваги судна, м	$z_g = z_{g0} + \Delta h$	17,47	17,49
Виправлена метацентрична висота, м	$h = h_0 - \Delta h$	4,87	4,88
Кут крену, °	$\Theta = 57,3 \cdot \sum M_y / (D \cdot h)$	0,00	0,00

4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації про остійність судна

Перевірка остійності за допомогою Інформації про остійність судна виконана по мінімальній допустимій метацентричній висоті та представлена у табл. 4.10.

Таблиця 4.10 — Перевірка остійності по допустимій метацентричній висоті

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	121374,3	119346,7
Виправлена метацентрична висота, м	h	4,87	4,88
Мінімально допустима метацентрична висота, м	h_{min}	0,15	0,15

Так як $h > h_{min}$, то вимога до мінімальної метацентричної висоти виконана.

4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності

Плечі статичної остійності розраховані з використанням таблиць плечей остійності форми (Cross-Curves of Stability). При розрахунку плечі остійності форми l_ϕ (пантокарени) відлічуються відносно точки К, що відповідає кільовій лінії. Плечі остійності форми l_ϕ вибираються по об'ємній водотоннажності (або по осадці) для тих кутів крену, які приведені в таблиці. Плечі остійності ваги розраховуються по формулі:

$$l_g = z_g \cdot \sin \Theta, \quad (4.2)$$

а виправлені на вплив вільних поверхонь плечі статичної остійності рівні:

$$l = l_\phi - l_g. \quad (4.3)$$

Розрахунок плечей діаграми статичної остійності виконаний в табл. 4.11 на відхід і табл. 4.12 на прихід, де також представлений розрахунок площ під

діаграмою статичної остійності до 30°, до 40° і від 30° до 40° з використанням коефіцієнтів Сімпсона:

$$a_{0-40} = \frac{1}{3} \Delta\theta \cdot \sum 40; \quad (4.4)$$

$$a_{0-30} = \frac{3}{8} \Delta\theta \cdot \sum 30; \quad (4.5)$$

$$a_{30-40} = a_{0-40} - a_{0-30}. \quad (4.6)$$

Таблиця 4.11 — Розрахунок плечей статичної остійності на відхід

Водотоннажність D, т								121374,3
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м								17,41
Апліката умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «О»)								22,35
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м								17,47
$\Delta = 0,1745 \approx 10^\circ / 57,3$								
Кут крену, °	Плече форми, l_ϕ , м	$\sin\theta$	$z_g^u \cdot \sin\theta$	Плече статичної остійності $l = l_\phi - z_g^u \cdot \sin\theta$, м	Множник	Добуток	Множник	Добуток
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,000	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	3,902	0,174	3,034	0,868	4	3,472	3	2,604
20	7,779	0,342	5,976	1,803	2	3,606	3	5,410
30	11,538	0,500	8,736	2,802	4	11,208	1	2,802
40	14,750	0,643	11,231	3,519	1	3,519	$\sum_{30}$	10,816
50	16,866	0,766	13,384	3,482	$\sum_{40}$	21,806	$a_{0-30} =$ $3 \times 0,1745 \times 2,507 / 8 =$ $0,708$	
60	17,952	0,866	15,131	2,821	$a_{0-40} =$ $0,1745 \times 4,809 / 3 =$ $1,268$			
70	18,168	0,940	16,418	1,750				
80	17,639	0,985	17,207	0,432	$a_{30-40} = 1,268 - 0,708 = 0,56$			

Таблиця 4.12 — Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність D, т								119347
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м								17,43
Апліката умовного центра мас z_m , м (поліус – точка «О»)								22,37
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м								17,49
$\Delta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену, °	Плече форми, l_ϕ , м	$\sin\theta$	$z_g^u \cdot \sin\theta$	Плече статичної остійності $l = l_\phi - z_g^u \cdot \sin\theta$, м	Множник	Добуток	Множник	Добуток
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,000	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	3,902	0,174	3,037	0,865	4	3,462	3	2,596
20	7,779	0,342	5,981	1,798	2	3,596	3	5,394
30	11,539	0,500	8,744	2,795	4	11,182	1	2,795
40	14,754	0,643	11,241	3,513	1	3,513	Σ_{30}	10,786
50	16,875	0,766	13,396	3,479	Σ_{40}	21,753	$a_{0-30} = 3 \times 0,1745 \times 2,507/8 = 0,708$	
60	17,967	0,866	15,144	2,823	$a_{0-40} = 0,1745 \times 4,809/3 = 1,268$			
70	18,188	0,940	16,433	1,755				
80	17,655	0,985	17,221	0,434	$a_{30-40} = 1,265 - 0,706 = 0,56$			

За результатами розрахунків будуюмо діаграми статичної 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 (ІМО) містяться в Adoption of the International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code) [47], Resolution MSC.267 (85) [48]. Остійність судна вважається достатньою, якщо задовольняються (з урахуванням можливого зледеніння) загальні для всіх суден вимоги до критерія погоди, кута крену від дії постійного вітру й діаграми статичної остійності (ДСО), а також додаткові вимоги для суден окремих типів. Зведення рекомендацій ІМО до остійності, а також необхідні для виконання розрахунків таблиці Кодексу приведені у наступному підрозділі. Розрахунок нормованих параметрів остійності судна зведений у табл. 4.13.

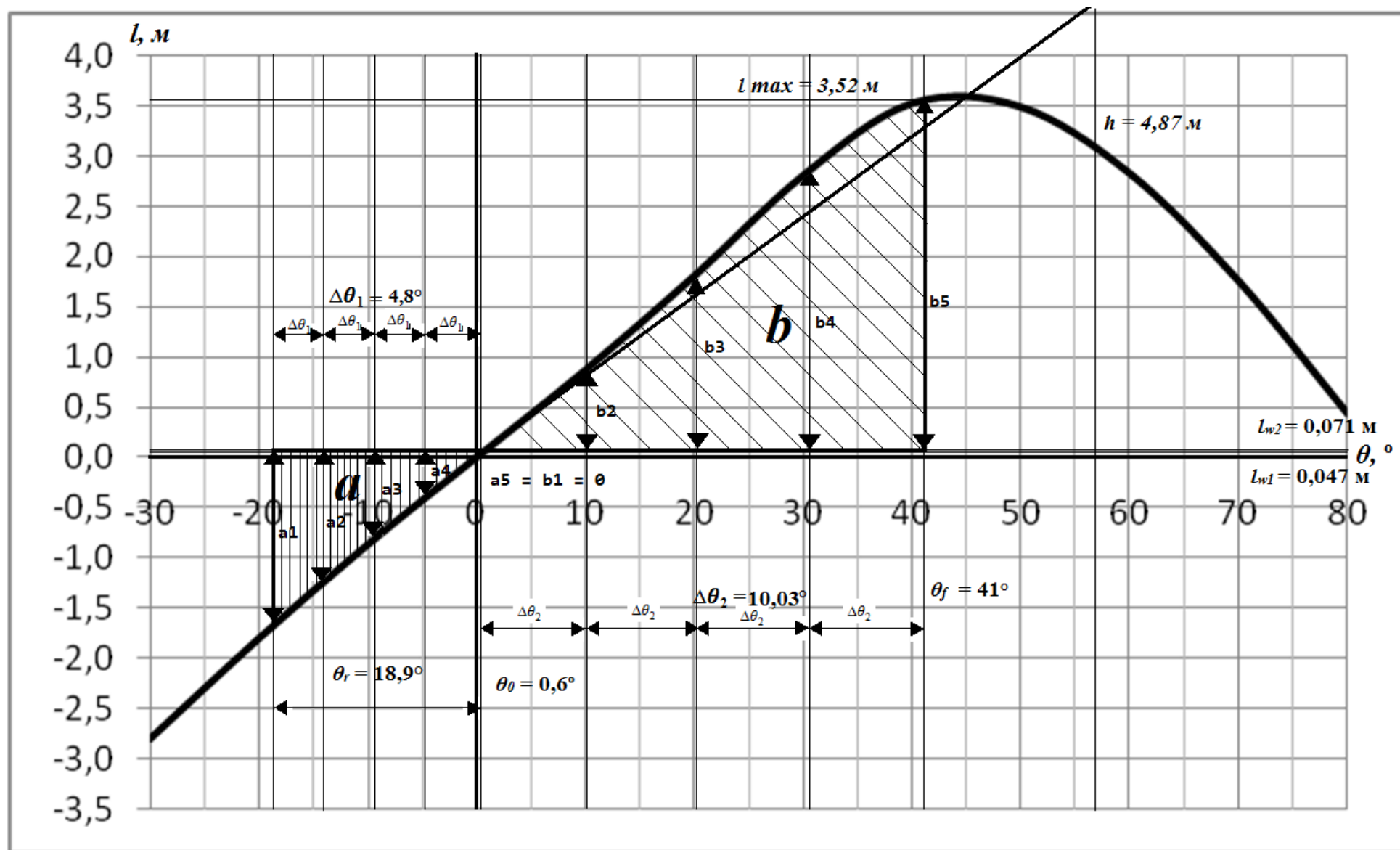


Рис. 4.2 — Діаграма статичної остійності на відхід

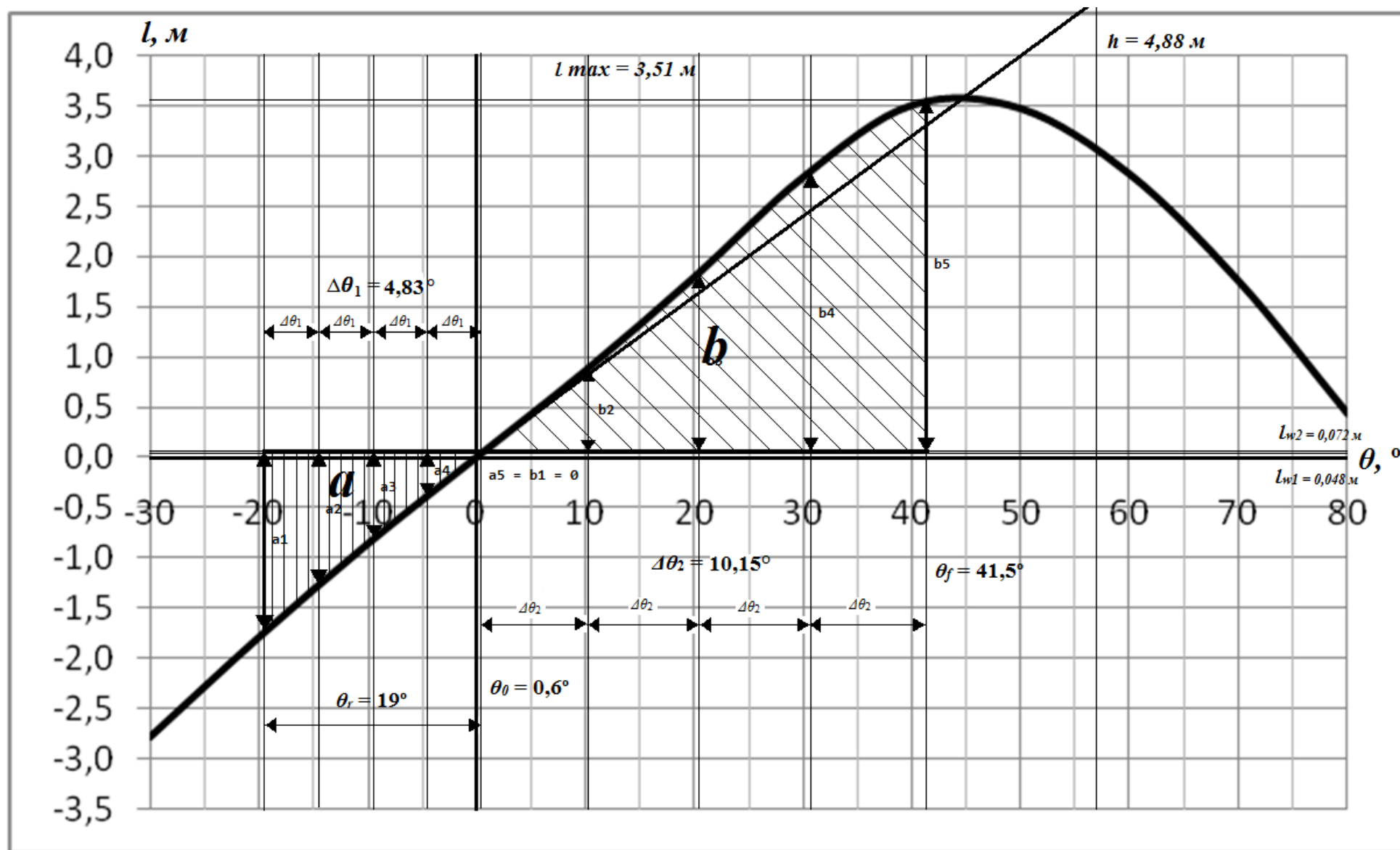


Рис. 4.3 — Діаграма статичної остійності на прихід

Таблиця 4.13 — Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	121374,3	119346,7
Осадка судна, м	T	13,01	12,92
Виправлена метацентрична висота, м	h	4,87	4,88
Площа парусності, м ²	A_v (з Інформації)	6518,6	6547,3
Апліката центра парусності (ЦП), м	z_s (з Інформації)	23,65	23,59
Плече парусності при постійному вітрі, м	$z_v = z_s - T / 2$	17,14	17,14
Плече кренувального моменту від тиску	$l_{wl} = 0,504 A_v z_v / (g D)$	0,047	0,048
Плече кренувального моменту від пориву вітру, м	$l_{w2} = 1,5 l_{wl}$	0,071	0,072
Відносна площа скулових кілів, %	$100 A_k / (L B)$	0,44	
Коефіцієнт	k (з табл. ISC)	0,991	
Відносна ширина	B / T	3,50	3,53
Безрозмірний множник	X_1 (з табл. ISC)	0,8	0,8
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,623	0,622
Безрозмірний множник	X_2 (з табл. ISC)	0,959	0,959
Інерційний коефіцієнт	$c = 0,373 + 0,023 B / T - 0,043 L / 100$	0,326	0,327
Період хитавиці, с	$T_\theta = 2 c B / \sqrt{h}$	13,5	13,5
Коефіцієнт	s (з табл. ISC)	0,056	0,056

Коефіцієнт	$r = 0,73 + 0,6 (z_g - T) / T$	0,936	0,942
Амплітуда хитавиці, °	$\theta_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{r s}$	18,9	19,0
Кут заливання, °	θ_f (з Інформації)	41	41,5
Кут входу палуби у воду, °	$\theta_d = \arctg(2 (H - T) / B)$	31,9	32,1
Кут крену від постійного вітру, °	$\theta_0 \approx 57,3 l_{w1} / h$ (або з ДСО)	0,6	0,6
Кут крену при хитавиці назустріч вітру, °	$\theta_l = \theta_r - \theta_0$	18,3	18,4
Границя площі “b” ДСО праворуч, °	θ_b	41	41,5
Площа “a” ДСО, м-рад	a	0,270	0,278
Площа “b” ДСО, м-рад	b	1,257	1,292
Критерій погоди	$K = b / a$	4,66	4,65

Для визначення критерію погоди на діаграмах статичної остійності будуються площі “a” і “b”. Для визначення величини площ “a” і “b” використовується правило Сімпсона. Для цього площі “a” і “b” діляться на чотири ділянки однакової довжини по куту крену. Безпосередній розрахунок площ виконується в табличній формі аналогічно розрахунку площі a_{0-40} . При цьому, замість множника 0,1745, приймаються довжини ділянок $\Delta\theta_1$ і $\Delta\theta_2$ у радіанах. Розрахунки площ “a” і “b” на прихід та відхід виконані у табл. 4.14 і табл. 4.15 відповідно.

Таблиця 4.14 — Визначення площ "а" і "b" на відхід за правилом Сімпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (18,3 + 1,5 \cdot 0,6)/4 = 4,80^\circ$			$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 4,8/57,3 = 0,0838 \text{ рад}$		
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (41 - 1,5 \cdot 0,6)/4 = 10,03^\circ$			$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 10,03/57,3 = 0,1749 \text{ рад}$		
a_i	k_i	$a_i k_i$	b_i	k_i	$b_i k_i$
a1 = 1,573	1	1,573	b1 = 0	1	0
a2 = 1,252	4	5,008	b2 = 0,858	4	3,432
a3 = 0,656	2	1,312	b3 = 1,575	2	3,150
a4 = 0,445	4	1,780	b4 = 2,867	4	11,468
a5 = 0	1	0	b5 = 3,518	1	3,518
		$\Sigma a = 9,673$			$\Sigma b = 21,568$
$a = \frac{1}{3} \Sigma a \cdot \Delta Q_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 9,673 \cdot 0,0838 = 0,270$			$b = \frac{1}{3} \Sigma b \cdot \Delta Q_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 21,568 \cdot 0,1749 = 1,257$		

Таблиця 4.15 — Визначення площ "а" і "b" на прихід за правилом Сімпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (18,4 + 1,5 \cdot 0,6)/4 = 4,83^\circ$			$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 4,83/57,3 = 0,0842 \text{ рад}$		
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (41,5 - 1,5 \cdot 0,6)/4 = 10,15^\circ$			$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 10,15/57,3 = 0,1771 \text{ рад}$		
a_i	k_i	$a_i k_i$	b_i	k_i	$b_i k_i$
a1 = 1,575	1	1,575	b1 = 0	1	0
a2 = 1,259	4	5,036	b2 = 0,916	4	3,664
a3 = 0,750	2	1,500	b3 = 1,585	2	3,170
a4 = 0,451	4	1,804	b4 = 2,886	4	11,544
a5 = 0	1	0	b5 = 3,495	1	3,495
		$\Sigma a = 9,915$			$\Sigma b = 21,873$
$a = \frac{1}{3} \Sigma a \cdot \Delta Q_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 9,915 \cdot 0,0842 = 0,278$			$b = \frac{1}{3} \Sigma b \cdot \Delta Q_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 21,873 \cdot 0,1771 = 1,292$		

4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

Отримані значення критеріїв остійності та їх порівняння з нормованими наведені у табл. 4.16.

Таблиця 4.16 — Перевірка виконання загальних вимог Кодексу ІМО

Найменування величин	Позначення	Значення величин			Виконано (YES/NO)
		нормативні	відхід	прихід	
1	2	3	4	5	6
Площа під ДСО до кута 30°, м·рад	A_{30}	$\geq 0,055$	0,708	0,708	YES
Площа під ДСО до кута крену 40°, м·рад	A_{40}	$\geq 0,09$	1,268	1,268	YES
Площа під ДСО між кутами крену 30° і 40° або більше, м·рад	A_{30-40}	$\geq 0,03$	0,56	0,56	YES
Плече ДСО при куті крену 30° або більше, м	l_{30}	$\geq 0,20$	2,802	2,795	YES
Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, °	m	≥ 25	40	40	YES
Виправлена метацентрична висота, м	h	$\geq 0,15$	4,87	4,88	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	4,66	4,65	YES
Кут крену від постійного вітру, °	θ_0	$\leq 11,4$	0,6	0,6	YES

4.7 Контроль загальної поздовжньої міцності судна

Перевірка загальної міцності даного судна виконується за допомогою комп'ютерної вантажної програми *SEACOS*, що була затверджена Реєстром Ллойда у 2007 р. Розрахунок перерізуючих сил, згинальних і крутних моментів зведений у табл. 4.17. Епюри сил, що перерізають, згинальні та крутні моменти, а також їх допустимі значення представлені на рис. 4.4.

Таблиця 4.17 – Розрахунок і перевірка загальної міцності на відхід (програма *SEACOS*)

№ перері зу	x, м	Перерізуюча сила $N_{пер}$, кН			Згинальний момент $M_{зг}$, кНм			Крутний момент $M_{кр}$, кНм		
		розра хунок	допуст. в рейсі	%	розрах унок	допуст. в рейсі	%	розра хунок	допуст. в рейсі	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
29	23,04	3631	7900	46,0	46510	123280	37,7	291	13133	2,2
48	38,02	4932	9000	54,8	109676	203440	53,9	416	13133	3,2
69	54,43	5585	9970	56,0	192761	338600	56,9	1076	13133	8,2
90	73,53	4207	11550	36,4	283350	457450	61,9	5735	13133	43,7
109	88,24	3184	8070	39,5	334699	506780	66,0	3743	13133	28,5
128	103,22	1487	8000	18,6	365242	624720	58,5	5700	13133	43,4
147	117,93	1138	8000	14,2	379611	645360	58,8	5667	13133	43,2
166	132,64	1275	8000	15,9	392175	650000	60,3	5690	13133	43,3
185	147,35	-263	-8700	3,0	394352	650000	60,7	2702	13133	20,6
203	161,84	-1728	-8700	19,9	375189	650000	57,7	-497	-13133	3,8
221	176,33	-3310	-8700	38,0	333795	650000	51,4	-476	-13133	3,6
239	190,82	-4702	-8700	54,0	280684	649000	43,2	-456	-13133	3,5
257	205,31	-4415	-8700	50,7	199899	607680	32,9	-439	-13133	3,3
275	219,8	-3640	-11930	30,5	136683	519860	26,3	-429	-13133	3,3
293	234,29	-2577	-11260	22,9	86754	445420	19,5	-408	-13133	3,1

311	248,78	-1114	-10740	10,4	56514	370940	15,2	-379	-13133	2,9
329	263,27	-1015	-9440	10,8	37423	296560	12,6	-352	-13133	2,7
347	277,76	-913	-5340	17,1	20983	222120	9,4	-328	-13133	2,5
365	292,25	-585	-5000	11,7	8497	147680	5,8	-297	-13133	2,3
385	308,34	-196	-5000	3,9	2048	65030	3,1	-139	-13133	1,1

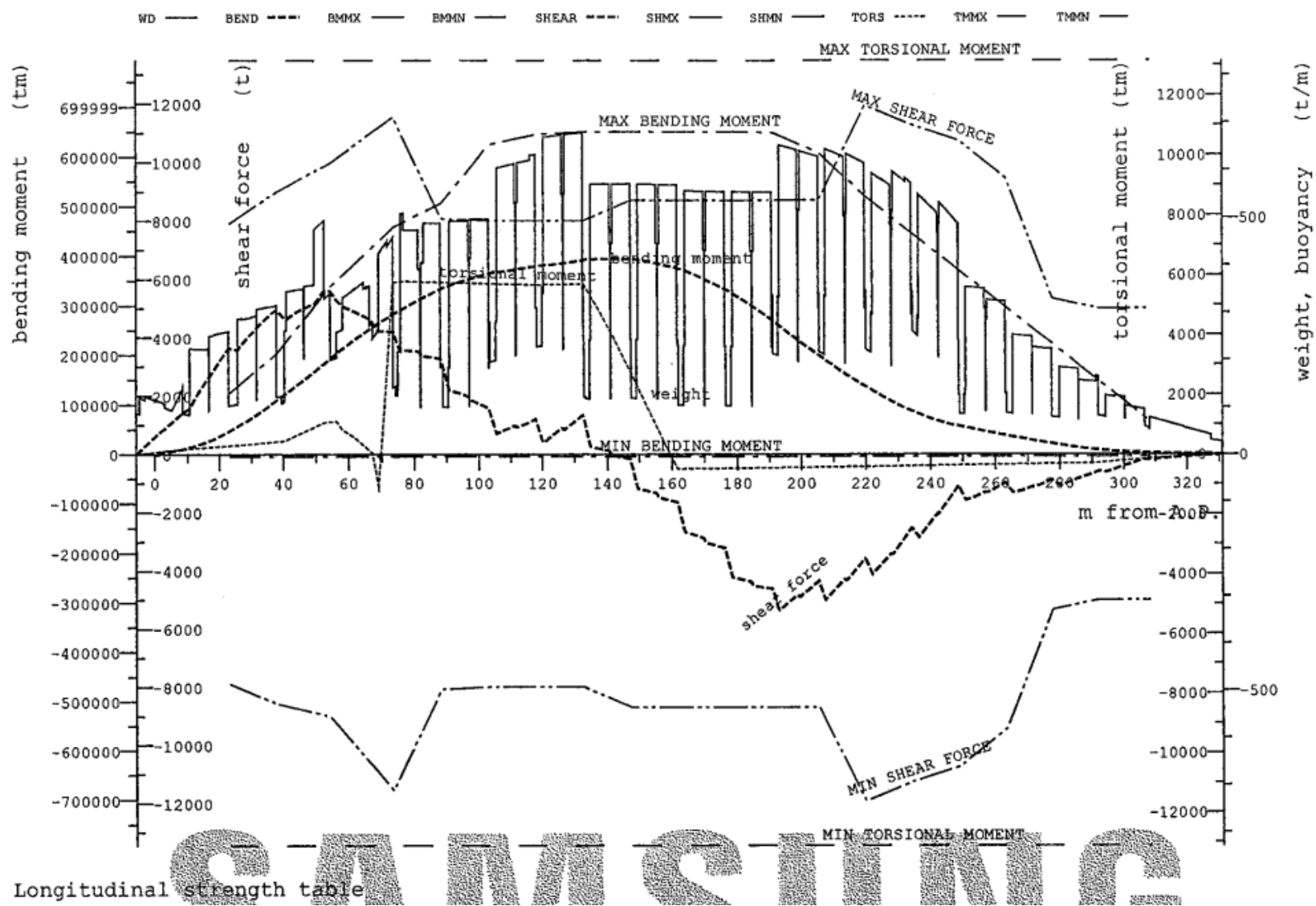


Рис. 4.4 — Перевірка загальної міцності корпусу судна на відхід

Для перевірки поздовжньої міцності судна по величині згинального моменту від сил дедвейту в міделевому перетині розраховується арифметична сума моментів відносно міделя з урахуванням положення мідель-шпангоуту щодо переборок згідно методики, наведеної у [49]. Розраховані нові моменти від мас дедвейту з урахуванням відстані між нульовим та мідель-шпангоутом (160,5 м) представлені у табл. 4.18.

Таблиця 4.18 — Розрахунок арифметичної суми моментів від мас дедвейту

Найменування величин	Значення величин	
	відхід	прихід
Арифметична сума M_x вантажів, тм	3950023	
Арифметична сума M_x запасів, тм	806359	669762
СУМА:	4756383	4619785

Зіставлення отриманих значень із допустимими представлено у табл. 4.19.

Таблиця 4.19 — Перевірка загальної поздовжньої міцності

Найменування величин	Значення величин	
	відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	121374	119347
Арифметична сума моментів від сил дедвейту, тм	4756383	4619785
Допустимий момент на вершині хвилі, тм	544102	544102
Момент, що відповідає нульовому вигину на тихій воді, тм	343402	365741
Допустимий момент на підшві хвилі, тм	483056	483056
Вид деформації корпусу (перегин / прогин)	перегин	перегин
Згинальний момент від допустимого в морі, %	63,1	67,2

Загальна міцність корпусу судна згідно вищенаведених розрахунків вважається забезпеченою і даний варіант завантаження судна є задовільним.

РОЗДІЛ 5

ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ БЕЗПЕКИ ПЛАВАННЯ В ПІВНІЧНІЙ АТЛАНТИЦІ

Безпека є пріоритетним напрямком функціонування будь-якого виду транспорту. Але особливого значення вона набуває в судноплаванні. Так, за період з 1830 по 1980 рр. загинуло більше 40 000 торговельних суден (і це виключно в мирний період!). В даний час статистика дає нам щорічну втрату 0,6% судів від усього складу світового флоту. І це не дивлячись на його безперервне технічне вдосконалення, на зусилля з вироблення все нових правил, вимог, кодексів, меморандумів, резолюцій, що стосуються безпеки судноводіння.

Більшість аварійних ситуацій на морі, як правило, пов'язані з небезпечними гідрометеорологічними явищами, зокрема, зі штормовим вітром. За даними Реєстру Ллойда за період з 2001 по 2004 рр. загинуло 155, 144, 144 і 142 судна відповідно. Основною причиною загибелі виявилися зовнішні чинники, що призводять до порушення водонепроникності корпусу, найчастіше в умовах шторму — 47,7%, 47,4%, 52,2%, 41,3% від загальної кількості за рік відповідно. Для порівняння, відсоток загиблих за ці роки суден при посадках на мілину склав від 11,79 до 18,1%, при пожежах та вибухах — від 12,5 до 20,8%, при зіткненнях — від 10,8 до 15,3 % [51]. За даними, наведеними у статті [52], за період з 2006 по 2015 рр. кількість загиблих суден зменшилась від 154 до 87 за рік відповідно. Загальна кількість становить 1231 судно, серед яких 614 складають ті, що загинули з причини затоплення (49,8%). Ці цифри переконливо свідчать про те, що вивчення гідрометеорологічних умов плавання (в тому числі і повторюваності штормового вітру) в різних регіонах Світового океану — один з важливих і актуальних напрямків у підвищенні безпеки судноплавства і зниження аварійності.

5.1 Формування штормового вітру

Під вітром розуміють рух повітря в горизонтальному напрямку; чим швидше рухається повітря, тим сильніше вітер; енергія тіла, що рухається, прямо пропорційна квадрату його швидкості. Моряки часто вимірюють вітер по шкалі Бофорта (англійський адмірал, що запропонував цю шкалу в 1806 р.), що представлена у табл. 5.1, де нуль означає штиль, 12 балів — ураган, а інші ступені — різні проміжні сили вітру. В метеорології вітер вимірюють числом метрів, що проходять ним за секунду часу. Вітер, з яким ми частіше всього зустрічаємось в звичайних обставинах, це вітер від 3 до 10 м/с. Вітер більше 15 м/с вже відзначається у метеорологів як "буря". Штормові вітри Північної Атлантики зазвичай виникають внаслідок проходження циклонів помірних широт, генезис та повторюваність яких описані у роботах[54-59].

Таблиця 5.1 — Шкала Бофорта

Сила вітру у земної поверхні за шкалою Бофорта (На стандартній висоті 10 м над відкритою рівною поверхнею)			
Бали Бофорта	Словесне визначення сили вітру	Швидкість вітру, м/с	Дія вітру
0	Штиль	0-0,2	Дзеркально гладке море
1	Тихий	0,3-1,5	Брижі, піни на гребнях нема
2	Легкий	1,6-3,3	Короткі хвилі, гребені не перекидуються та здаються склоподібними
3	Слабкий	3,4-5,4	Добре розвинені в хвилі. Гребені, перекидуючись, утворюють склоподібну піну, зрідка утворюються маленькі білі баранці
4	Помірний	5,5-7,9	Хвилі подовжені, білі баранці видно в багатьох місцях
5	Свіжий	8,0-10,7	Добре розвинені в довжину, але не дуже великі хвилі, всюди видно білі баранці
6	Сильний	10,8-13,8	Хвилі подовжені, білі пінисті гребені займають значні площі (вірогідні бризки)

Продовження таблиці 5.1

7	Міцний	13,9-17,1	Хвилі громадаються, гребені зриваються, піна лягає смугами за вітром
8	Дуже мійний	17,2-20,7	Помірно високі довгі хвилі. По краях гребенів починають злітати бризки. Смуги піни лягають рядами по напрямку вітру
9	Шторм	20,8-24,4	Високі хвилі. Піна широкими щільними смугами лягає за вітром. Гребені хвиль починають перекидатися і розсипатися в бризки, які погіршують видимість
10	Сильний шторм	24,5-28,4	Дуже високі хвилі з довгими гребенями, що загинаються вниз. Утворена піна видувається вітром великими пластівцями у вигляді густих білих смуг. Поверхня моря біла від піни. Сильний гуркіт хвиль подібний ударам. Видимість погана
11	Жорстокий шторм	28,5-32,6	Винятково високі хвилі. Судна невеликого і середнього розміру часом залишаються прихованими. Море все вкрите довгими білими пластівцями піни, що розташовуються за вітром. Краї хвиль скрізь здуваються в піну. Видимість погана
12	Ураган	32,7 і більше	Повітря наповнене піною і бризками. Море все вкрите смугами піни. Дуже погана видимість

Напрямок вітру визначається за його відхиленням від меридіана місця. В метеорології за напрямком вітру приймається той напрямок, з якого дує вітер, тобто кут між нордом істинним (компасним) і напрямком, звідки дує вітер. На рис. 5.1 зображений вектор вітру північ-північно-східного напрямку (NNE, 22,5°).

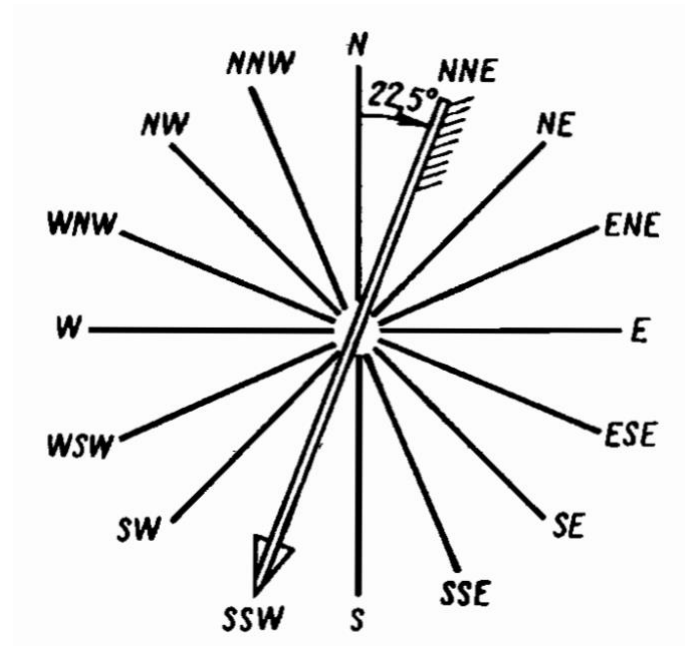


Рис. 5.1 — Румбова система відліку горизонту

На гідрометеорологічних картах, в довідниках та посібниках розподілення повторюваності вітру за напрямками і швидкостями частіш за все представляється у вигляді рози вітрів. Від початку полярних координат відкладаються напрямки по румбам горизонту (8 чи 16) відрізками, довжини яких прямо пропорціональні повторюваності вітрів даного напрямку (кінці відрізків інколи з'єднують ломаною лінією). Повторюваність штилів вказують числом (%) у центрі діаграми (в початку координат). При побудові рози вітрів можна враховувати ще й середню швидкість вітру за кожним напрямком, помноживши її повторюваність даного напрямку. В цьому випадку роза вітрів показує не тільки переважаючі напрямки вітру, але й в умовних одиницях кількість повітря кожного напрямку, що переноситься вітрами.

Вітер виникає внаслідок нерівномірного розподілення атмосферного тиску на поверхні Землі, тобто внаслідок наявності баричного градієнту. Якби тиск повітря у всіх точках був однаковий, то вітру не існувало б взагалі. При нерівномірності розподілення атмосферного тиску повітря прагне переміститись з місць з більш високим тиском у місця з більш меншим тиском. Мірою нерівномірності розподілення тиску є горизонтальний баричний градієнт. Повітря прагне рухатись від високого тиску до низького по найбільш короткому

шляху — по напрямку баричного градієнту, тобто по нормалі до ізобаричної поверхні. З цього випливає, що баричний градієнт є сила, що надає повітрю прискорення, тобто, що викликає вітер і змінює швидкість руху часток повітря — швидкість вітру. В метеорології розглядають силу баричного градієнту, що діє на одиницю маси як:

$$G_r = - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{dP}{dn}, \quad (5.1)$$

де ρ — щільність, г/см³;

dP/dn — баричний градієнт.

За напрямком ця сила у кожній точці баричного поля співпадає з напрямком нормалі до ізобари в сторону зменшення тиску. Для стандартної атмосфери ($\rho = 1,273 \cdot 10^{-3}$ г/см³) і середнього річного горизонтального градієнту для Землі в 1-2 гПа / 111 км отримуємо, що сила горизонтального баричного градієнту створює прискорення часток повітря приблизно 0,1-0,2 см/с². Через годину це прискорення розвине швидкість вітру 3-8 м/с. Отже, на планеті завжди є умови для виникнення горизонтальних переміщень повітря, тобто вітру. Тільки сила баричного горизонтального градієнту й призводить повітря у рух та підвищує його швидкість. Усі інші сили, які проявляються при русі повітря, можуть лише уповільнити рух та відхилити його від напрямку градієнту.

З формули (5.1) випливає, що напрямок сили горизонтального баричного градієнту співпадає з напрямком самого градієнту. Отже, напрямок градієнтного вітру завжди співпадав би з напрямком баричного градієнту, якби на частку повітря діяла б одна тільки сила. Відомо, що всі тіла, що рухаються відносно земної поверхні, відчувають прискорення (прискорення Коріоліса), що зв'язане з обертанням Землі. Воно напрямлене перпендикулярно вектору швидкості вправо в північній півкулі та вліво — в південній. Горизонтальна складова прискорення Коріоліса:

$$K = 2\omega v \sin \varphi, \quad (5.2)$$

де ω — кутова швидкість обертання Землі, рад/с;

v — швидкість вітру, м/с;

φ — географічна широта, °.

Найпростішим видом руху повітря є прямолінійний рівномірний рух без тертя. Такий рух називають геострофічним вітром. Так як рух передбачається рівномірним, обидві сили (градієнту та сили Коріоліса) врівноважуються, тобто рівні за напрямом і напрямлені взаємно протилежно (рис. 5.2):

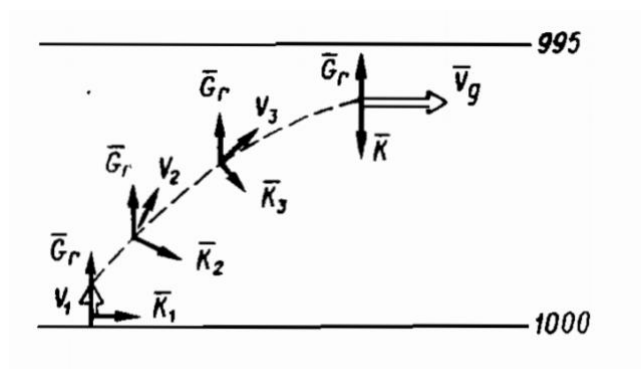


Рис. 5.2 — Геострофічний вітер

В нижніх шарах тропосфери (до 1,5 км) на рух повітря діє ще одна сила — сила тертя. Вона викликається насамперед шорсткістю земної поверхні (рельєф, хвилі в море та ін.), а також внаслідок турбулентності, тим більшої, чим більше нестійкість стратифікації атмосфери. Внаслідок тертя швидкість реального вітру зменшується біля земної поверхні над сушею близько вдвічі, а над морем — на 1/3 порівняно зі швидкістю геострофічного вітру, обчисленою за величиною баричного градієнту. Сила тертя не тільки уповільнює рух, але й змінює напрям цього руху від геострофічного, так як усталений рух повітря можливий лише тоді, коли сила горизонтального баричного градієнту буде врівноважена з усіма силами, що приймають участь у русі. Очевидно, що сила тертя буде діяти на потік так, що вектор швидкості реального вітру (чорна стрілка на рис. 5.3) буде

складати з вектором геострофічного вітру деякий гострий кут α , що дорівнює на морем $10-20^\circ$, а над сушею $25-30^\circ$ [60].

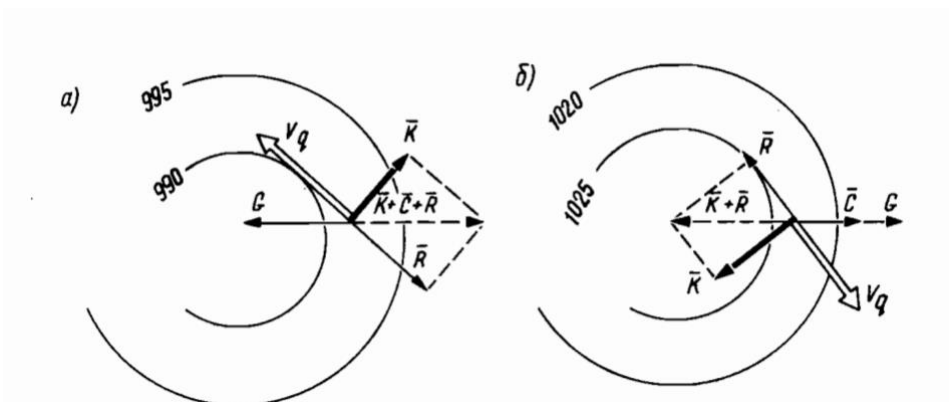


Рис. 5.3 — Реальний вітер

Вітер в більшості випадків негативно впливає на роботу морського флоту. Під його впливом спостерігається дрейф судна, що відхиляє останнє від лінії наміченого курсу. Величина відхилення залежить від типу судна, його осадки та швидкості. Наприклад, чим більша надбудова, тим більше його буде зносити з істинного курсу; швидкохідні судна мають менший дрейф, ніж тихохідні і т.д. Зустрічний і навіть боковий вітер знижує швидкість судна. Зазвичай вітер більше 4 балів вже створює хвилю, що призводить до ризику судна та качки. При качці може відбуватися оголення гвинтів, що веде до порушення нормального режиму роботи двигунів. При сильному та штормовому вітрі в портах часто спостерігається, що пришвартовані судна починають рухатися у причалів, здійснюється обрив швартовів. При сильних вітрах (більше 6 балів) бризки, що летять, заважають спостереженню за морем, а при наявності низьких температур бризки води, що попадають на корпус та оснащення суден, можуть замерзнути — відбувається обледеніння.

Вперше фізичне обґрунтування росту вітрових хвиль за рахунок передачі енергії від вітру висунув вчений М. І. Маккавєєв (1937 р.). Для кількісної оцінки розвитку вітрових хвиль він запропонував використати рівняння балансу вітрової хвилі:

$$\frac{dE}{dt} + \frac{d(V_c E)}{dx} = E_u - E_\mu, \quad (5.3)$$

де dE/dt — зміна енергії у часі;

$d(V_c E)/dx$ — зміна потоку енергії за дистанцією;

E — енергія хвилі, що приходить на одиницю поверхні моря, Дж;

V_c — швидкість переносу хвильової енергії, м/с;

E_u — енергія, одержувана хвилюванням від вітру, Дж;

E_μ — втрати енергії хвиль за рахунок внутрішнього тертя, Дж.

Енергія хвилі визначається рівнянням:

$$E = \frac{1}{8} \rho g h^2 \lambda, \quad (5.4)$$

де g — прискорення вільного падіння, м/с².

Використовуючи формулу (5.3), можемо записати:

$$\frac{g\rho}{8} \left[\frac{dh^2 \lambda}{dt} + \frac{d(h^2 \lambda V_c)}{dx} \right] = E_u - E_\mu \quad (5.5)$$

З формули (5.5) видно, що рівняння енергії визначає зміну елементів хвилі h і λ в залежності від енергії E , що передається вітром швидкістю u , тривалістю його дії t на відстань x , на яку впливають хвилі. Так як рівняння (5.5) включає дві невідомі h і λ , його рішення не може бути здійснене без додаткового співвідношення, що зв'язує між собою ці невідомі. У якості такого співвідношення беруть крутизну хвилі $\varepsilon = h/\lambda$, яку визначають емпіричним шляхом. Наприклад, Л. Н. Лабзовський за даними аерофотозйомки отримав:

$$\varepsilon = \frac{1}{0,9 \cdot (100 + u^2)^{1/2}}, \quad (5.6)$$

де u — швидкість вітру, м/с.

Кількість енергії, що передається вітром хвилі, визначається співвідношенням:

$$E_u = Ah(u - c)^2, \quad (5.7)$$

де A — емпіричний коефіцієнт;

c — фазова швидкість хвилі, м/с.

З формули (5.7) можна зробити два важливі висновки:

1) кількість енергії, що передається від вітру хвилям, тим більша, чим значніша різниця швидкостей вітру та хвилювання;

2) збільшення енергії, що передається від вітру хвилям, призводить (при незмінній швидкості вітру) до росту висоти хвилі.

Втрата енергії на внутрішнє тертя може бути розрахована:

$$E_\mu = 2\mu k^3 (h/2)^2 c^2, \quad (5.8)$$

де μ — коефіцієнт турбулентного тертя;

$k = 2\pi/\lambda$ — хвильове число.

Найбільш характерним показником інтенсивності передачі енергії хвилям та одночасно росту хвиль під дією вітру є вік хвиль ($\beta = c/u$). Розміри хвиль інтенсивно ростуть, коли β не перевищує 0,4-0,5. При великих значеннях β ріст хвиль уповільнюється, а при практично $\beta = 0$ припиняється.

В морі спостерігаються три стадії вітрового хвилювання. Хвилювання, що розвивається (нестале), при якому від дією вітру спостерігається збільшення енергії хвиль за часом dE/dt та зміна потоку енергії за відстанню $d(V_c E)/x$. На цій стадії зі збільшенням швидкості вітру спостерігається найбільш інтенсивний ріст окремих елементів хвиль. При розвитку хвиль зміна величини окремих елементів хвиль відбувається в різному ступені. На рис. 5.4 показані криві, що характеризують зміну величини окремих елементів хвиль в Північній Атлантиці.

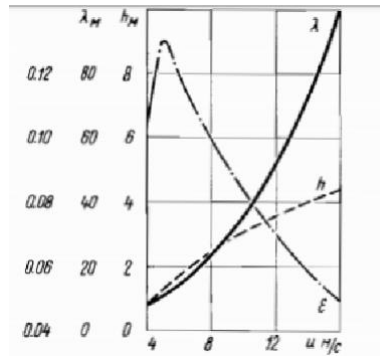


Рис. 5.4 — Зміна елементів хвиль з посиленням швидкості вітру

Висота та довжина хвилі ростуть з посиленням швидкості вітру. Проте ріст висоти хвилі на початку відбувається вельми інтенсивно, а потім поступово уповільнюється. Довжина хвилі на початковій стадії росте незначно, але надалі вона зростає швидше, ніж висота хвилі. Як наслідок такої закономірності є зменшення крутизни хвилі по мірі розвитку вітрового хвилювання. В початковий період розвитку вітрового хвилювання хвилі мають крутизну $\epsilon=1/7$, потім крутизна безперервно зменшується і при розвиненому хвилюванні має значення $1/23$. Усталене хвилювання, при якому розміри хвиль досягають своїх граничних значень при певних швидкості та тривалості дії вітру і довжині його розгону над морем. При усталеному хвилюванні кількість енергії, що поступає від вітру E_{μ} , становиться рівною енергії, що витрачається на подолання турбулентного тертя, і, як наслідок, зміна енергії хвилі за часом. Затухаюче хвилювання — у якого з ослабленням швидкості вітру відбувається зменшення елементів хвиль за рахунок скорочення кількості енергії, отриманої від вітру за одиницю часу. При неусталеному хвилюванні зі зниженням швидкості вітру висота хвиль починає помітно зменшуватись. При загасанні морського хвилювання одній і тій же швидкості вітру відповідає більша висота хвиль, ніж при рості хвилювання. Усталене хвилювання починає помітно зменшувати свої розміри через декілька годин після ослаблення вітру, що пояснюється великою кількістю енергії, запасеною хвилею.

Згідно рівнянню (5.3) енергія від вітру хвилям передається за встановлений інтервал часу (dE/dt), на протязі якого на хвилі діє вітер постійної чи змінної швидкості. Зміна висоти хвилі від тривалості дії хвилі і його швидкості визначається співвідношенням:

$$\bar{h} = 0,27 \cdot 10^{-4} u^2 (gt/u^2)^{0,57}. \quad (5.9)$$

В табл. 5.2 приведені значення висот хвиль в залежності від тривалості дії вітру та його швидкості за спостереженнями в Північній Атлантиці.

Таблиця 5.2 — Залежність висоти хвилі (в м) від швидкості та тривалості дії вітру в Північній Атлантиці

$u, \text{ м/с}$	$t, \text{ год}$						
8-9	0,9	1,0	1,4	1,5	1,7	1,8	2,4
15	1,3	1,9	2,6	3,1	4,1	4,3	4,5

З табл. 5.2 видно, що зі збільшенням часу дії вітру висоти хвиль помітно зростають, особливо при значних швидкостях вітру. Ріст елементів хвиль у часі продовжується до тих пір, поки при даній швидкості вітру u вони не досягнуть гранично можливих розмірів (усталене хвилювання). На рис. 5.6 показаний графік, що характеризує проміжок часу, необхідний для того, щоб висоти хвиль досягли своїх граничних значень h_{∞} . В останні десятиліття спостерігається збільшення висот хвиль в Північній Атлантиці.



Рис. 5.5 — Проміжок часу, необхідний для розвитку граничного по висоті h_{∞} хвилювання при швидкості вітру u

5.2 Аналіз повторюваності штормового вітру в північній частині Атлантичного океану

Помісячний аналіз повторюваності штормового вітру в північній частині Атлантичного океану виконаний на основі Атласу небезпечних та особливо небезпечних для мореплавання і риболовства гідрометеорологічних явищ. Вихідні дані для аналізу повторюваності штормового вітру представлені в осередненні по п'ятиградусних квадратах. Тому, для зручності, далі в тексті квадрати будуть позначатися цифрами по південній широті і східній довготі. Наприклад, квадрат 50-40 перебуватиме між 50-55N і 35-40W.

Аналіз періоду грудень-лютий полягає в наступному. Найбільша повторюваність штормового вітру в північній частині Атлантичного океану відзначається взимку. Розташування ізоліній повторюваності швидкості 15 м/с і більше в усі три місяці приблизно однаково (рис. 5.6).

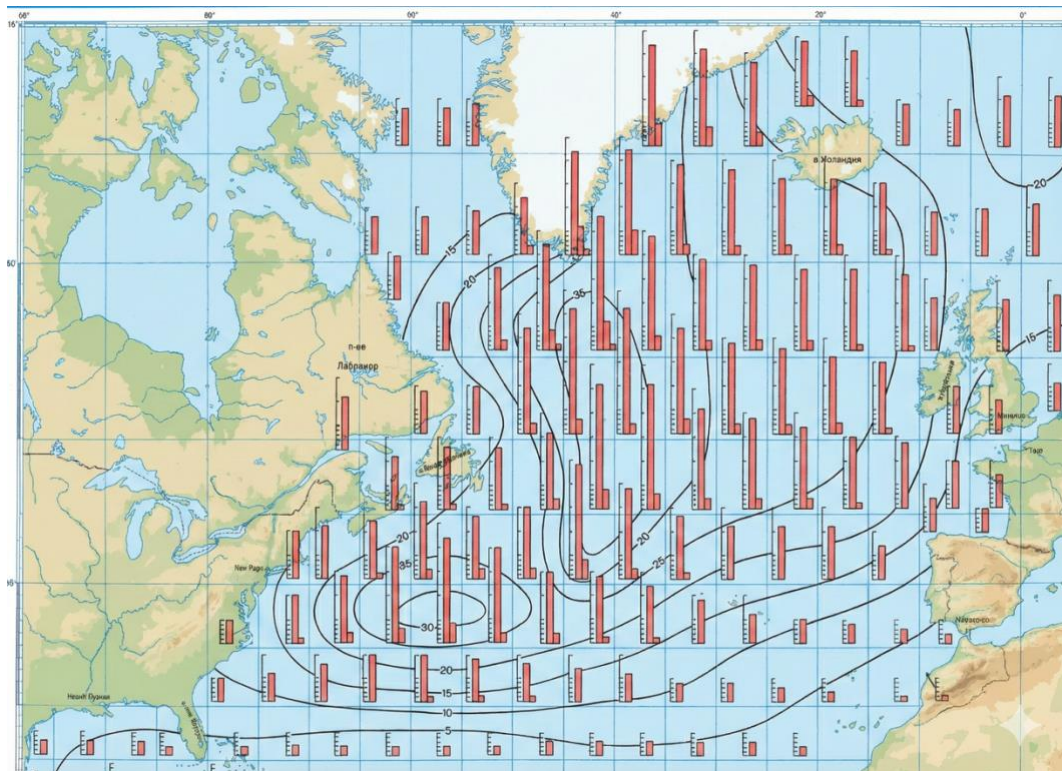


Рис. 5.6 — Повторюваність штормового вітру в січні

1%-на лінія йде між 5-10N і в східній частині піднімається до району Дакара. 5%-на знаходиться набагато вище. Аналогічна орієнтація з південного заходу на північний схід в східній частині Північної Атлантики спостерігається також у 10, 15, 20 і 25%-них ізоліній, причому дві останні близько Британських островів повертають на північ, а потім на північний захід. Це дозволяє зробити висновок, що на одних і тих же широтах повторюваність штормового вітру в західній частині океану вище, ніж в східній.

Максимальні значення повторюваності швидкості вітру 15 м/с і більше взимку відзначаються в двох районах. Перший витягнувся в сторону низьких широт приблизно від мису Фарвель, а другий знаходиться на південь від острова Ньюфаундленд, між 35-43N.

У грудні повторюваність штормового вітру в Північній Атлантиці менше, ніж в січні і лютому, а в лютому, менше, ніж у січні. Площі районів, обмежених одними і тими ж ізолініями, по мірі зростання можна розташувати так — у грудні, у лютому, у січні. Крім того, повторюваність швидкості вітру 33 м/с і більше на грудневих гістограмах відсутня, в лютому спостерігається в квадратах

55-40, 60-40 (більше 1%), а в січні в 55-40, 55-45 і 60-40 (теж більше 1%). Повторюваність штормового вітру інших градацій швидкості в загальних рисах повторює розподіл повторюваності вітру 15 м/с і більше. Дані по цим вітрам представлені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 — Повторюваність штормового вітру різних градацій взимку

Місяць	Градації швидкості штормового вітру, м/с	Квадрати, в яких повторюваність швидкості штормового вітру дорівнює або перевищує		Максимальне значення повторюваності
		20%	25%	
Грудень	17 та більше	—	55-(35, 40, 45); 50-(35, 40); 45-35	24% в квадраті 55-40
	25 та більше	—	—	6% в квадраті 55-40
	33 та більше	—	—	
Січень	17 та більше	55-40; 50-(35,40); 45-(35,40)	65-(30,35); 60-(35,40); 55-(35,40,45); 50-(30,35,40,45); 45-(30,35,40); 40-40; 35-(50,55,60)	28% в квадраті 55-40
	25 та більше	—	—	6% в квадратах (55, 60)-40
	33 та більше	—	—	більше 1% в квадратах 60-40, 55-(40, 45)
Лютий	17 та більше	—	55-(40,50); 50-(35,40,45); 45-(35,40); 40-40	23% в квадратах 55-40 и 45-35
	25 та більше	—	—	6% в квадратах (55, 60)-40
	33 та більше	—	—	більше 1% в квадратах (55, 60)-40

З рис. 5.6 і табл. 5.3 видно, що найбільші значення повторюваності припадають на штормовий вітер зі швидкістю 15-17 м/с і більше. Максимальна повторюваність вітру 25 м/с і більше становить 6%, а 33 м/с і більше — перевищує 1%. З квадратів, в яких штормовий вітер спостерігається найчастіше,

можна виділити 55-40 і 60-40. В сторону низьких широт повторюваність штормового вітру зменшується. Між 25-30N для вітру зі швидкістю 17 м/с і більше вона подекуди сягає 3%, між 20-25N — місцями 2%, а південніше — менше 1% (за винятком південно-західної частини Карибського моря). Вітер зі швидкістю 25 м/с і більше спостерігається майже у всіх квадратах відкритої частини Північної Атлантики вище 45N, а на широтах 35-45N — на захід від 30W. У квадратах 60-40, 55-40 і 55-45 в січні і лютому швидкість вітру перевищує 33 м/с з повторюваністю більше 1%.

Характерні особливості для зимніх місяців:

- 1) повторюваність штормового вітру збільшується в сторону високих широт, нижче 30N вона незначна;
- 2) до 40-45N на одних і тих же широтах повторюваність штормового вітру в західній частині океану вище, ніж в східній;
- 3) штормовий вітер посилюється від грудня до січня, а в лютому трохи слабшає;
- 4) в Північній Атлантиці спостерігається два максимуми повторюваності штормового вітру, основний орієнтований з півночі на південь від острова Гренландія, інший, трохи менший, знаходиться на південь від острова Ньюфаундленд;
- 5) взимку повторюваність штормового вітру максимальна в квадратах 55-40 і 60-40.

Аналіз періоду березень-травень полягає в наступному. Навесні в Північній Атлантиці спостерігається зниження повторюваності штормового вітру. Причому положення ізоліній повторюваності швидкості вітру 15-17 м/с березня та квітня схожі, а в травні картина змінюється. Так, 1%-на лінія перших двох весняних місяців проходить там же, де і взимку, а в травні її середня частина значно зміщена на північ і досягає 20N. 5%-на лінія в березні нагадує лютневу, але її вже немає в Мексиканській затоці. У квітні, в східній частині океану, вона піднімається до Північного моря, а в травні починається і закінчується біля острова Гренландія (рис. 5.7).

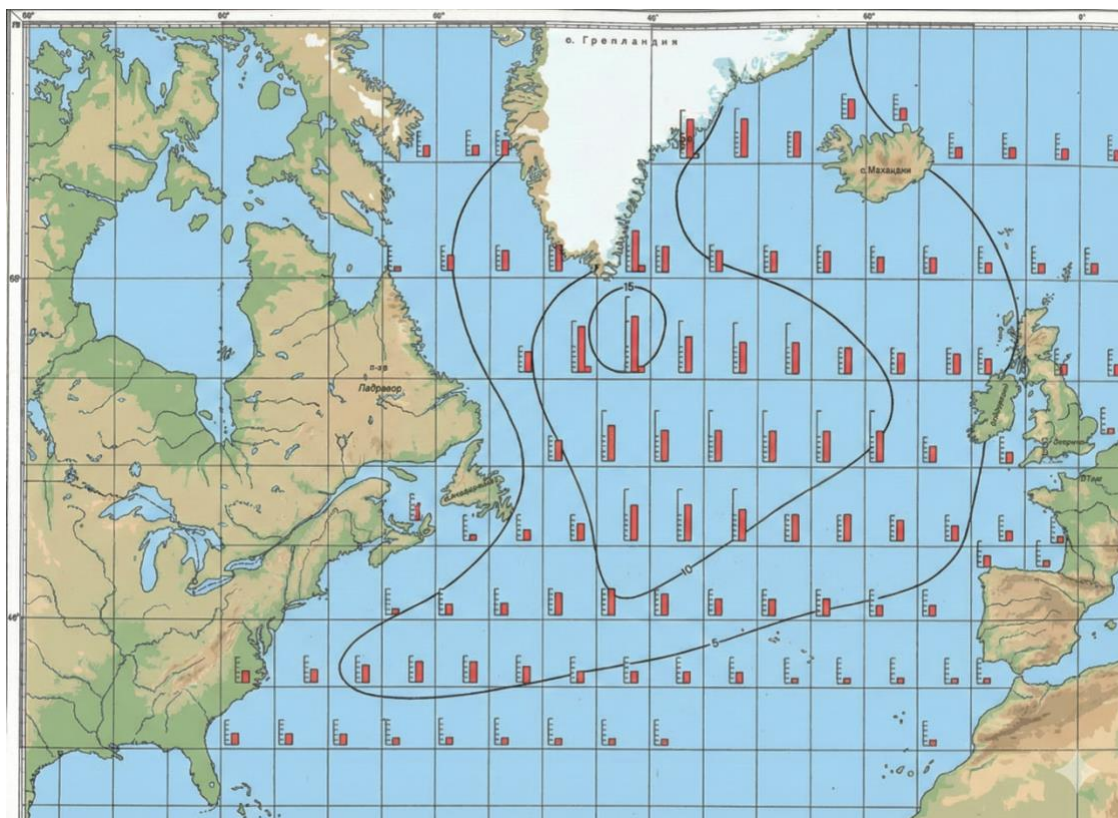


Рис. 5.7 — Повторюваність штормового вітру в березні

У березні та квітні в північній частині Атлантичного океану знаходиться по три локальних максимуми, замкнуті 25%-ними (березень), 20 і 15%-ними (квітень) ізолініями повторюваності швидкості вітру 15-17 м/с. У травні максимум тільки один, в квадраті 55-40, і він обмежений 15%-ною лінією. В березні і травні відзначається відсутність повторюваності штормового вітру градацій 25, 33 та більше м/с, а повторюваність вітру 17-25 м/с в травні не перевищує 10% в квадраті 55-40.

Зменшення повторюваності штормового вітру у весняний період за площею обстежуваного району та його швидкістю пояснюється впливом динаміки стійких атмосферних структур типу атмосферних фронтів, траєкторій циклонів та ін. на прояв локальної нестійкості вітрового процесу. Дані по цим вітрам представлені в табл. 5.4, з якої видно різке падіння повторюваності штормового вітру від березня до травня.

Таблиця 5.4 — Повторюваність штормового вітру різних градацій навесні

Місяць	Градації швидкості штормового вітру, м/с	Квадрати, в яких повторюваність швидкості штормового вітру дорівнює або перевищує		Максимальне значення повторюваності
		15%	10%	
Березень	17 та більше	65-(30, 35); 60-(30, 35, 40); 55-(30, 35, 40, 45); 50-(30, 35, 40); 45-(30, 35, 40); 40-40; 35-(30, 35, 40, 55); 40-40; 35-(55, 60)	65-(20, 25, 30, 35); 60-(10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45); 55-(0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50); 50-(20, 25, 30, 35, 40, 45); 45-(20, 25, 30, 35, 40); 40-(30, 35, 40, 45, 50, 55); 35-(40, 45, 50, 55, 60, 65);	19% в квадратах 55-(35, 40)
	25 та більше	—	—	3% в квадратах 65-(30, 35); 60-(35, 40); 55-(40, 45)
	33 та більше	—	—	15% в квадратах 55-(40, 45)
Квітень	17 та більше	55-40; 55-45	65-(30, 35); 60-(40, 45); 55-(40, 45, 50), 50-(40, 45) 45-(35, 40); 40-(40, 35)-(55,60)	2% в квадратах (50, 55, 60)-40
	25 та більше	—	—	11% в квадраті 55-40
	33 та більше	—	—	більше 1% в квадратах (55-60)-40; 55-45
Травень	17 та більше	—	55-40	19% в квадратах 55-(35, 40)
	25 та більше	—	—	3% в квадратах 65-(30, 35); 60-(35, 40); 55-(40, 45)
	33 та більше	—	—	15% в квадратах 55-(40, 45)

Характерні особливості для весняних місяців:

1) повторюваність штормового вітру від березня до травня помітно зменшується;

2) з наближенням до літа вища повторюваність штормового вітру в західній частині океану стає все менш явною, тепер вище 40N у відкритому океані між 30-45W добре виділяється смуга максимальних значень повторюваності для вітру 17-25 м/с і більше;

3) для вітру 15-17 м/с в Північній Атлантиці в березні і квітні спостерігаються три локальних максимуми, а в травні тільки один;

4) повторюваність штормового вітру в весняні місяці максимальна в квадраті 55-40;

5) в травні нижче 20N повторюваність штормового вітру 1% і менше.

Аналіз періоду червень-серпень полягає в наступному. У червні і липні триває падіння повторюваності штормового вітру, а в серпні вона починає зростати. Площа, обмежена 5%-ною ізолінією повторюваності швидкості вітру 15-17 м/с, в липні найменша за рік (рис. 5.9), а в червні і серпні ці площі набагато більше і приблизно рівні. Положення 1%-ної ізолінії в перший місяць літа трохи ближче до екватору, а в другій і третій практично однакове. Також влітку між широтами 20-40N з'являється область, обмежена 1%-ною ізолінією, в якій повторюваність швидкості вітру 15-17 м/с менше 1%. Від червня до липня її площа зростає і сама вона зміщується на північ, а в серпні ця область мінімальна. 1-2%-на повторюваність вітру 17 м/с і більше на широтах 20-40N найрідше спостерігається в липні, а в серпні частіше, ніж в червні. У східній частині океану цей вітер влітку майже не зустрічається. А в липні між 40-60°N він не зустрічається в західній частині океану біля узбережжя Північної Америки. Максимальні значення повторюваності вітру 17 м/с і більше відзначаються в червні. Але в серпні кількість квадратів з ним набагато більше, ніж в червні. Повторюваність вітру 25 м/с і більше в літні місяці над північною частиною Атлантичного океану менше 1%. Дані по цим вітрам представлені в табл. 5.5.

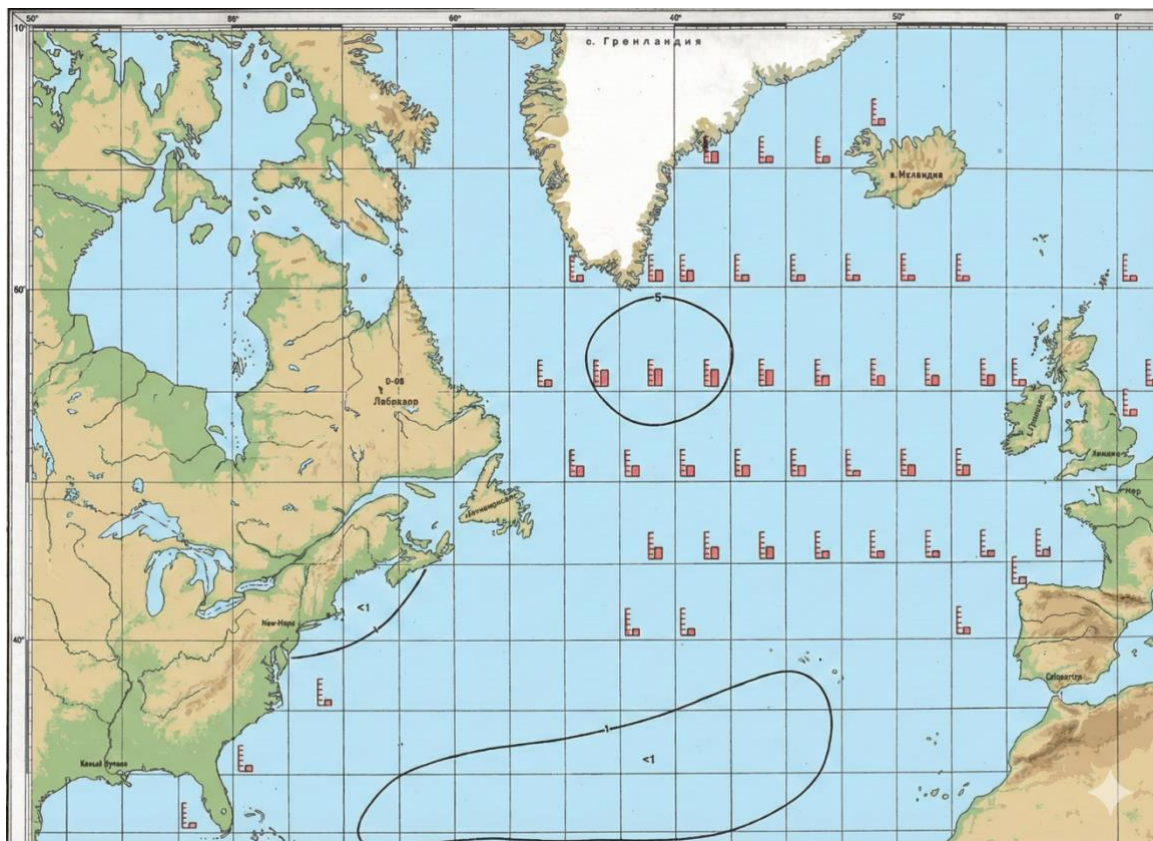


Рис. 5.8 — Повторюваність штормового вітру в липні

Таблиця 5.5 — Повторюваність штормового вітру різних градацій влітку

Місяць	Градації швидкості штормового вітру, м/с	Квадрати, в яких повторюваність швидкості штормового вітру дорівнює або перевищує		Максимальне значення повторюваності
		5%	3%	
Червень	17 та більше	65-35; 60-40; 55-40	65-(30, 35); 60-(35, 40); 55-(15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50); 50-(25, 30, 35, 40, 45); 45-(30, 35, 40)	6% в квадратах (55, 60)-40
Липень	17 та більше	—	55-(30, 35, 40, 45)	3% в квадратах 55-(30, 35, 40, 45)
Серпень	17 та більше	65-(20, 25); 55-(35, 40, 45)	65-(20, 25, 30, 35); 60-(20, 25, 35, 40); 55-(15, 20, 25, 30, 35, 40, 45); 50-(20, 25, 30, 35, 40, 45)	5% в квадратах 65-(20, 25) та 55-(35, 40, 45)

Характерні особливості для літніх місяців:

- 1) влітку спостерігається істотне зниження повторюваності штормового вітру в порівнянні з весняними місяцями;
- 2) найнижча повторюваність штормового вітру влітку відзначається в липні;
- 3) максимальне значення повторюваності вітру 17-25 м/с припадає на червень, але в серпні кількість квадратів з ним набагато більше;
- 4) від липня до серпня повторюваність штормового вітру починає зростати;
- 5) 1-2%-на повторюваність вітру 17-25 м/с на широтах 20-40N найчастіше спостерігається в серпні, причому східній частині океану цей вітер влітку майже не зустрічається.

Аналіз періоду вересень-листопад полягає в наступному. Восени повторюваність штормового вітру в Північній Атлантиці різко збільшується. Наприклад, у вітру швидкістю 15-17 м/с з'являються ізолінії 20 і 25%-ної повторюваності і вже відзначається вітер зі швидкістю 17-25 м/с. У вересні вітер 15-17 м/с 10-15%-ної і більшої повторюваності спостерігається вище 45N. 5%-на ізолінія навколо цієї області, сильно витягнута на південний захід до півострова Флорида. Положення 1%-ної лінії в низьких широтах аналогічно серпневому, але вже відсутня область між 20-40N, що визначалася влітку, де повторюваність вітру 15-17 м/с була менше 1%. У жовтні вітер зі швидкістю 15-17 м/с 10%-ної повторюваності вже спостерігається з 40N. У квадратах 35-55 і 35-60 з'явився локальний максимум з повторюваністю більше 10%, характерний для грудня-квітня. Найбільша повторюваність вітру 15-17 м/с в жовтні перевищує 20%. У листопаді (рис. 5.10) 5-20%-ні ізолінії вітру зі швидкістю 15-17 м/с розташовуються південніше від жовтневих. Так, 10%-на спустилася в західній частині району до 32N. Але 1%-на біля берегів Південної Америки і Африки трохи піднялася на північ. Як і раніше, на південь від острова Ньюфаундленд знаходиться локальний максимум, але з повторюваністю вже більше 15%.

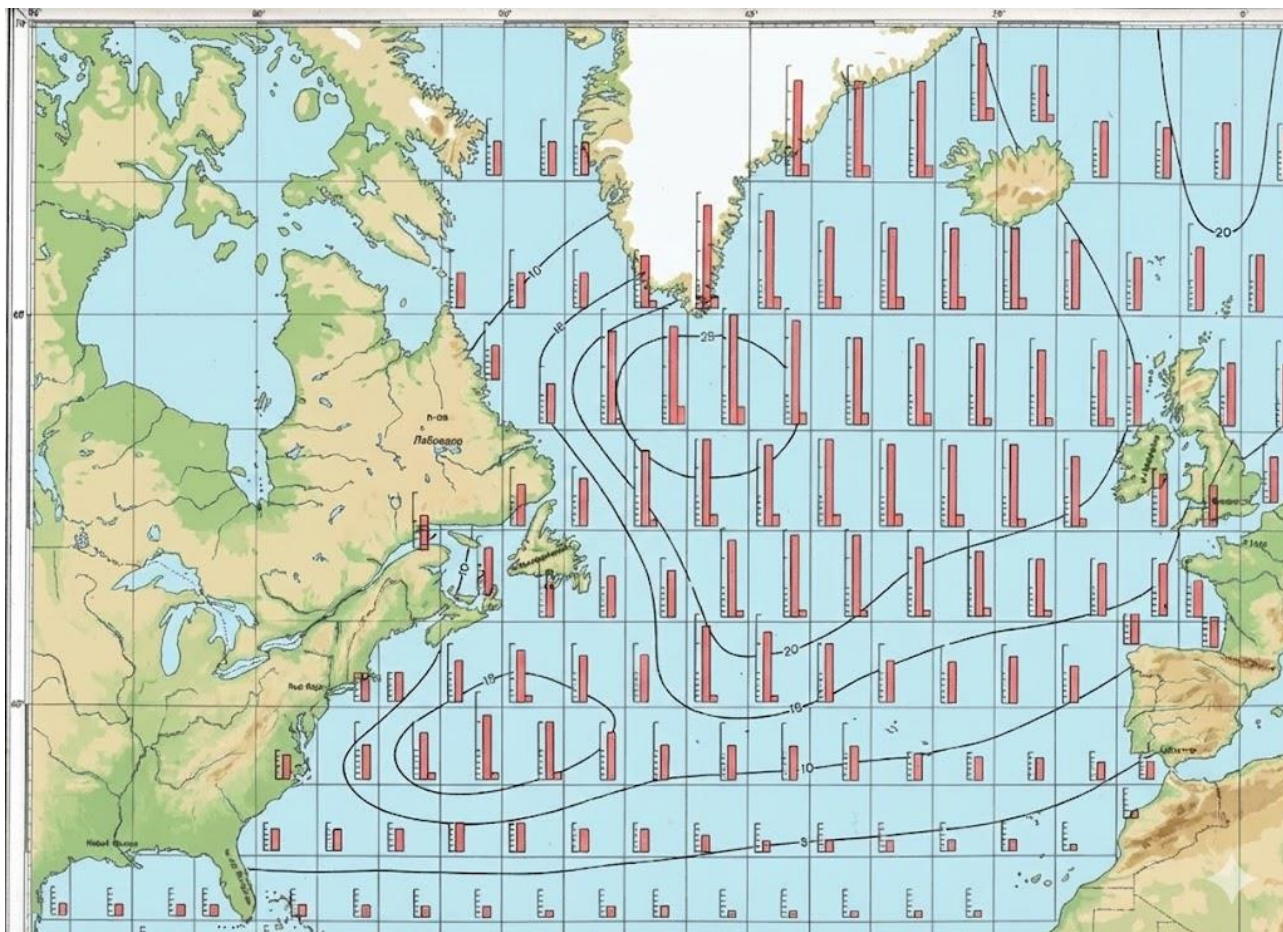


Рис. 5.9 — Повторюваність штормового вітру в листопаді

Максимальна повторюваність вітру перевищує 25% південніше від Гренландії. Повторюваність штормового вітру восени представлена у табл. 5.6.

Таблиця 5.6 — Повторюваність штормового вітру восени

Місяць	Градації швидкості штормового вітру, м/с	Квадрати, в яких повторюваність швидкості штормового вітру дорівнює або перевищує		Максимальне значення повторюваності
		15%	10%	
Вересень	17 та більше	—	65-(25, 30, 35); 60-(35, 40); 55-(35, 40)	12% в квадраті 65-35
	25 та більше	—	—	1% в квадратах 65-(20, 25, 30, 35); 60-(35,40); 55-(40,45)

Продовження таблиці 5.6

	33 та більше	—	65-(20, 25, 30, 35); 60-(15, 20, 25, 30, 35, 40); 55-(10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50); 50-(15, 20, 25, 30, 35, 40, 45); 45-(30, 35, 40); 40-40	16% в квадратах 60-40, 55-35, 55-40
Жовтень	17 та більше	60-40; 55-(35, 40)	—	3% в квадраті 55-40
	25 та більше	—	65-(15, 20, 25, 30, 35); 60-(0, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40); 55-(5, 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50); 50-(10, 15, 20, 25, 30, 40, 45); 45-(15, 20, 25, 30, 35, 40); 40-(30, 35, 40); 35-(55, 60)	19% в квадраті 55-40
	33 та більше	65-(25, 30, 35); 60-(35, 40); 55-(30, 35, 40, 45, 50); 50-(30, 40)	65-(25, 30, 35); 60-(35, 40); 55-(35, 40)	3% в квадратах 55-40, 55-45
Листопад	17 та більше	—	—	12% в квадраті 65-35
	25 та більше	60-40 55-(35, 40)	65-(20, 25, 30, 35); 60-(15, 20, 25, 30, 35, 40); 55-(10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50); 50-(15, 20, 25, 30, 35, 40, 45); 45-(30, 35, 40); 40-40	1% в квадратах 65-(20, 25, 30, 35); 60-(35, 40); 55-(40,45)
	33 та більше	—	—	16% в квадратах 60-40, 55-35, 55-40

Характерні особливості для осінніх місяців:

- 1) восени, від місяця до місяця, повторюваність штормового вітру зростає, але в листопаді вона ще менше, ніж в грудні;
- 2) в жовтні і листопаді на південь від острова Ньюфаундленд відзначається локальний максимум, характерний для зими і двох перших весняних місяців;
- 3) восени від 10N до 40N в західній частині океану повторюваність штормового вітру трохи вища, ніж в східній;
- 4) у вітру зі швидкістю 15-17 м/с в західній частині океану в жовтні і листопаді ізолінії повторюваності згущуються, а в східній — більш розріджені;
- 5) повторюваність штормового вітру в осінні місяці максимальна в квадраті 55-40.

5.3 Розробка рекомендацій для забезпечення безпеки судноводіння

В результаті виконаного аналізу повторюваності штормового вітру в північній частині Атлантичного океану по періодам року було виявлено, що погодні умови найсприятливіші для мореплавання в липні і найнебезпечніші в січні. Але міжнародна економіка працює на протязі всього року, судна здійснюють вантажні перевезення 365 днів на рік. З метою забезпечення безпеки судноплавства надалі запропоновані рекомендаційні шляхи обходу найбільш небезпечних штормових квадратів для осіннього, зимнього та весняного сезонів. Вихідні дані основних торговельних шляхів взяті з Океанських шляхів світу [64]. В якості критерію обходу небезпечних ділянок були взяті повторюваності вітру зі швидкістю 17 та 25 м/с (і більше). Для листопаду були запропоновані такі шляхи, щоб повторюваність вітру 25 м/с і більше не існувало, тобто вона дорівнює нулю, а для вітру 17 м/с і більше — складає менше 10%. В січні пропонується обійти штормові квадрати з тим, щоб повторюваність вітру 25 м/с і більше не перевищувала 5%, а вітру 17 м/с і більше — 15%. В березні місяці повторюваність штормового вітру значно зменшується, тому рекомендовані шляхи в незначній мірі відрізняються від основних. Для літніх місяців не

пропонується відхилятися від основних шляхів (рис. 5.10), так як повторюваність штормових вітрів майже відсутня.

Основний шлях від східного торговельного узбережжя Америки до протоки Ла-Манш умовно позначається точками "N" і "E", шлях від протоки Святого Лаврентія до Гібралтара — точками "M" і "G" відповідно. Порт на північно-західному узбережжі Африки позначено буквою "C" (рис. 5.10). За даними вищезазначених маршрутів запропоновані схеми обходу штормових квадратів в Північній Атлантиці для листопаду, січня та березня місяців.

Для листопаду рекомендовані шляхи обходу представлені на рис. 5.10 та їх маршрутні точки занесені у табл. 5.7.

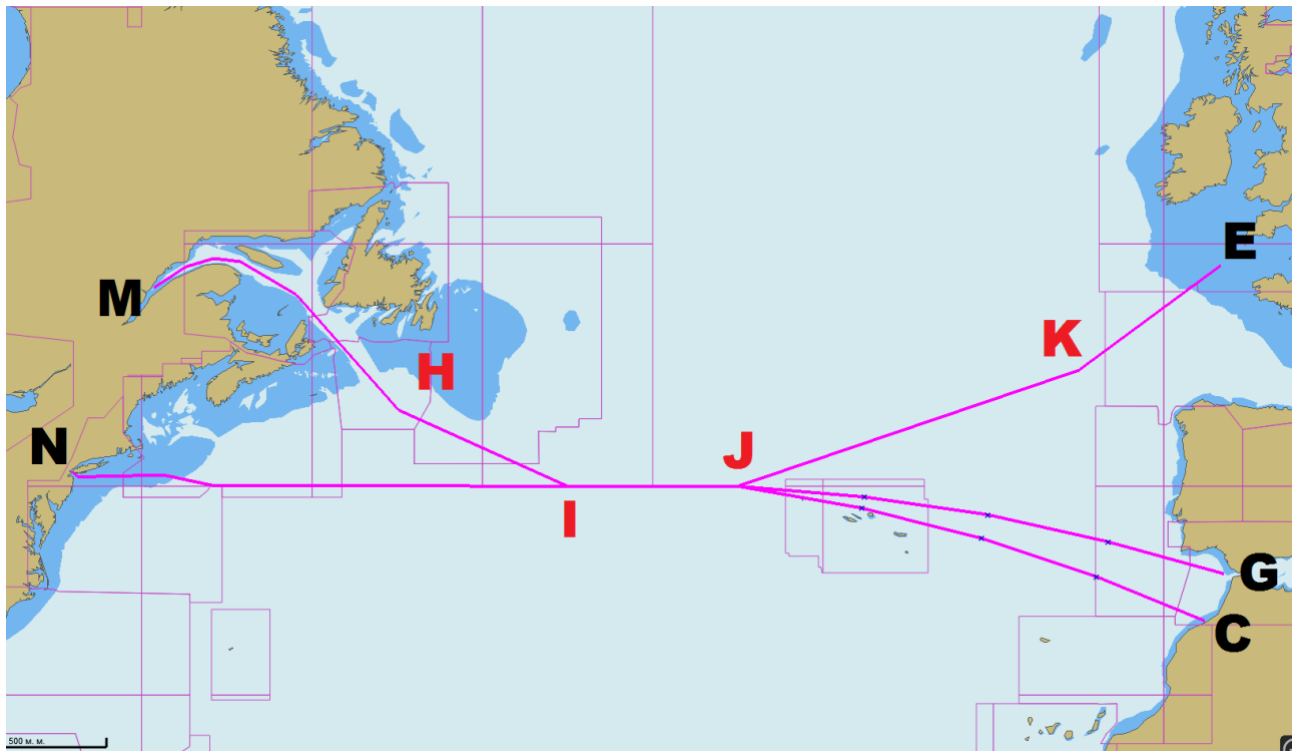


Рис. 5.10 — Рекомендовані океанські шляхи обходу штормових квадратів в Північній Атлантиці в листопаді

Таблиця 5.7 — Маршрутні точки рекомендованих шляхів обходу штормових квадратів в Північній Атлантиці в листопаді

№ точки	N (Нью-Йорк) — E (Англія)		M (Монреаль) — G (Гібралтар)	
	Північна широта	Західна довгота	Північна широта	Західна довгота
1	40° 39'	074° 03'	48° 20'	069° 16'
2	40° 25'	073° 46'	49° 08'	067° 24'
3	40° 30'	068° 42'	49° 27'	065° 47'
4	40° 02'	065° 50'	49° 20'	064° 13'
5	40° 00'	045° 00'	48° 03'	060° 55'
6	40° 00'	035° 00'	43° 20'	054° 55'
7	45° 00'	015° 00'	40° 00'	045° 00'
8	49° 11'	006° 39'	40° 00'	035° 00'
9	—	—	39° 31'	027° 37'
10	—	—	38° 42'	020° 21'
11	—	—	37° 28'	013° 18'
12	—	—	35° 57'	006° 26'
№ точки	M (Монреаль) — E (Англія)		M (Монреаль) — C (Касабланка)	
	Північна широта	Західна довгота	Північна широта	Західна довгота
1	48° 20'	069° 16'	48° 20'	069° 16'
2	49° 08'	067° 24'	49° 08'	067° 24'
3	49° 27'	065° 47'	49° 27'	065° 47'
4	49° 20'	064° 13'	49° 20'	064° 13'
5	48° 03'	060° 55'	49° 03'	060° 55'
6	43° 20'	054° 55'	43° 20'	054° 55'
7	40° 00'	045° 00'	40° 00'	045° 00'
8	40° 00'	035° 00'	40° 00'	035° 00'
9	45° 00'	015° 00'	39° 00'	027° 45'
10	49° 11'	006° 39'	37° 37'	020° 43'
11	—	—	35° 49'	013° 58'
12	—	—	33° 41'	007° 34'

Для січня рекомендовані шляхи обходу представлені на рис. 5.11 та їх маршрутні точки занесені у табл. 5.8. Як видно з рисунка, обхідні шляхи значно відрізняються від основних, що пояснюється збільшенням території повторюваності штормового вітру в обстежуваному районі Атлантичного океану.

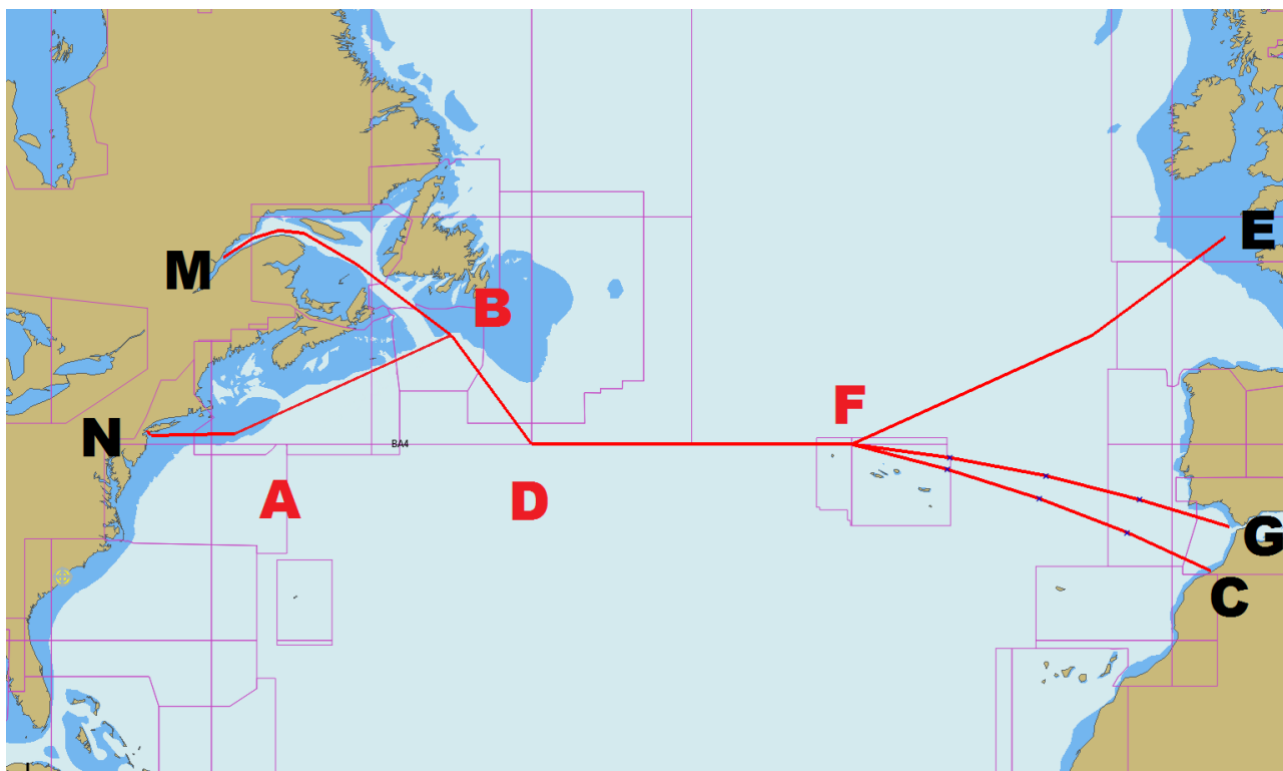


Рис. 5.11 — Рекомендовані океанські шляхи обходу штормових квадратів в Північній Атлантиці в січні

Таблиця 5.8 — Маршрутні точки рекомендованих шляхів обходу штормових квадратів в Північній Атлантиці в січні

№ точки	N (Нью-Йорк) — E (Англія)		M (Монреаль) — G (Гібралтар)	
	Північна широта	Західна довгота	Північна широта	Західна довгота
1	40° 39'	074° 03'	48° 20'	069° 16'
2	40° 25'	073° 46'	49° 08'	067° 24'
3	40° 30'	068° 42'	49° 27'	065° 47'
4	45° 00'	055° 00'	49° 20'	064° 13'
5	40° 00'	050° 00'	48° 03'	060° 55'
6	40° 00'	030° 00'	45° 00'	055° 00'
7	45° 00'	015° 00'	40° 00'	050° 00'
8	49° 11'	006° 39'	40° 00'	030° 00'
9	—	—	39° 21'	023° 55'
10	—	—	38° 29'	017° 54'
11	—	—	37° 18'	012° 04'
12	—	—	35° 57'	006° 26'

Продовження таблиці 5.8

№ точки	М (Монреаль) — Е (Англія)		М (Монреаль) — С (Касабланка)	
	Північна широта	Західна довгота	Північна широта	Західна довгота
1	48° 20'	069° 16'	48° 20'	069° 16'
2	49° 08'	067° 24'	49° 08'	067° 24'
3	49° 27'	065° 47'	49° 27'	065° 47'
4	49° 20'	064° 13'	49° 20'	064° 13'
5	48° 03'	060° 55'	48° 03'	060° 55'
6	45° 00'	055° 00'	45° 00'	055° 00'
7	40° 00'	050° 00'	40° 00'	050° 00'
8	40° 00'	030° 00'	40° 00'	030° 00'
9	45° 00'	015° 00'	38° 48'	024° 05'
10	49° 11'	006° 39'	37° 22'	018° 20'
11	—	—	35° 39'	012° 49'
12	—	—	33° 41'	007° 34'

Для березня рекомендовані шляхи обходу представлені на рис. 5.12 та їх маршрутні точки занесені у табл. 5.9. Як видно з рисунка, обхідні шляхи вже більше нагадують траєкторії основних, що пов'язано зі зменшенням території повторюваності штормового вітру в обстежуваному районі.

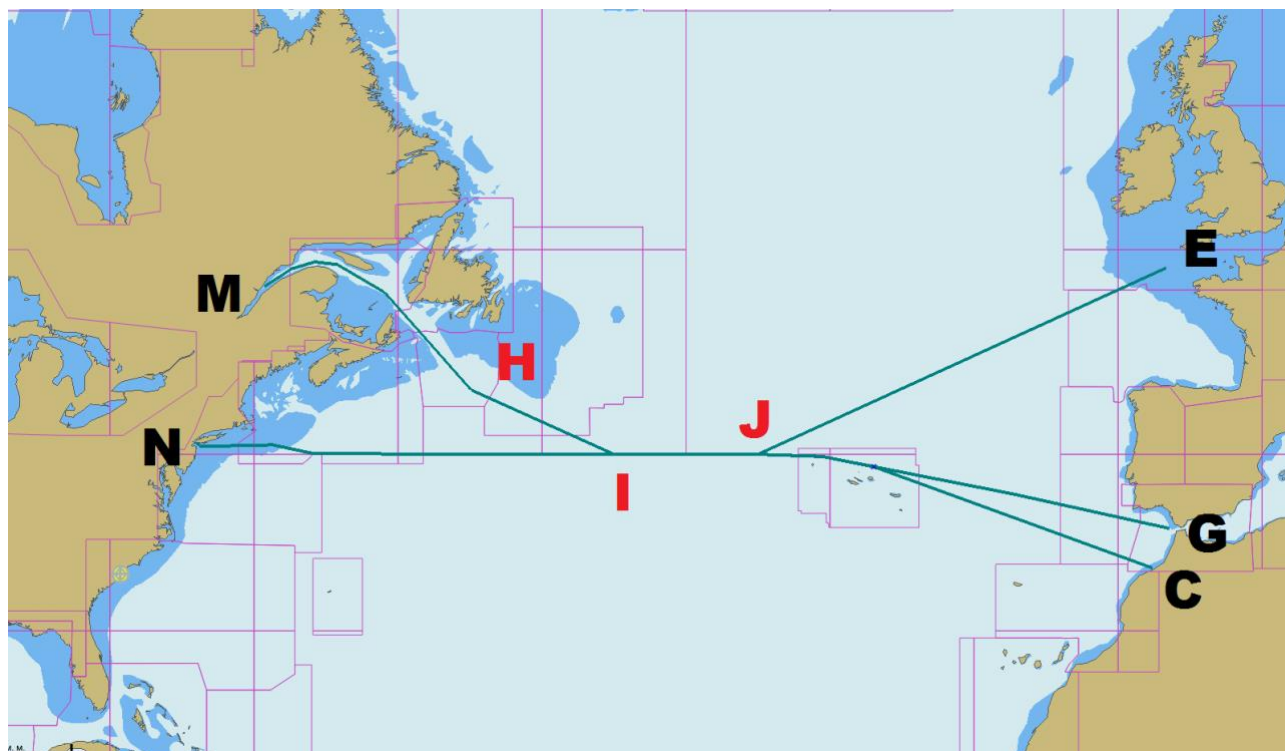


Рис. 5.12 — Рекомендовані океанські шляхи обходу штормових квадратів в
Північній Атлантиці в березні

Таблиця 5.9 — Маршрутні точки рекомендованих шляхів обходу штормових
квадратів в Північній Атлантиці в березні

№ точки	N (Нью-Йорк) — E (Англія)		M (Монреаль) — G (Гібралтар)	
	Північна широта	Західна довгота	Північна широта	Західна довгота
1	40° 39'	074° 03'	48° 20'	069° 16'
2	40° 25'	073° 46'	49° 08'	067° 24'
3	40° 30'	068° 42'	49° 27'	065° 47'
4	40° 02'	065° 50'	49° 20'	064° 13'
5	40° 00'	045° 00'	48° 03'	060° 55'
6	40° 00'	035° 00'	43° 20'	054° 55'
7	49° 11'	006° 39'	40° 00'	045° 00'
8	—	—	40° 00'	035° 00'
9	—	—	39° 52'	030° 32'
10	—	—	37° 51'	017° 15'
11	—	—	35° 57'	006° 26'
№ точки	M (Монреаль) — E (Англія)		M (Монреаль) — C (Касабланка)	
	Північна широта	Західна довгота	Північна широта	Західна довгота
1	48° 20'	069° 16'	48° 20'	069° 16'
2	49° 08'	067° 24'	49° 08'	067° 24'
3	49° 27'	065° 47'	49° 27'	065° 47'
4	49° 20'	064° 13'	49° 20'	064° 13'
5	48° 03'	060° 55'	48° 03'	060° 55'
6	43° 20'	054° 55'	43° 20'	054° 55'
7	40° 00'	045° 00'	40° 00'	045° 00'
8	40° 00'	035° 00'	40° 00'	035° 00'
9	49° 11'	006° 39'	39° 53'	030° 33'
10	—	—	39° 20'	026° 58'
11	—	—	33° 41'	007° 34'

В результаті виконаних розрахунків повторюваності штормового вітру в північній частині Атлантичного океану розроблені рекомендації щодо обходу ймовірних штормових районів, що мають наступні характерні особливості для кожного з місяців пори року, окрім літа.

Для листопада зміна маршрутів складає:

1) для маршруту N-E пропонується слідувати на схід до точки J, де відбувається зміна курсу на північний схід з проміжною точкою K, після якої шлях веде до західного підходу в Ла-Манш;

2) для маршруту M-G пропонується в точці H продовжувати прямувати на південний схід, замість північного сходу, і лише в точці I змінити курс на схід до точки J, після якої продовжувати прямувати до західного підходу Гібралтару;

3) для маршруту M-E та M-C пропонуються аналогічні рекомендації щодо зміни прямування, як це було зроблено для маршрутів N-E та M-E.

Для січня зміна маршрутів складає:

1) для маршруту N-E в точці A пропонується взяти курс на північний схід з метою огинути локальний максимум, що сформувався південніше від Ньюфаундленда, потім в точці B навпаки повернути на південний схід до точки D. Надалі рекомендується йти східним курсом і лише в точці F знову повернути на північний схід і прямувати до західного підходу в Ла-Манш;

2) Для маршрутів M-G, M-E, та M-C пропонуються аналогічні рекомендації щодо зміни прямування, як це було зроблено для маршруту N-E.

Для березня зміна маршрутів складає:

1) для маршруту N-E рекомендується прямувати східним курсом до точки J, після якої повернути на північний схід і прямувати до західного підходу в Ла-Манш;

2) для маршруту M-G в точці H рекомендується продовжувати прямувати на південний схід, замість північного сходу, і лише в точці I повернути на схід до точки J. Після точки J знову змінити курс на південно-східний і прямувати до західного підходу в Гібралтар;

3) Для маршрутів M-E та M-C пропонуються аналогічні рекомендації щодо зміни прямування, як це було зроблено для маршрутів N-E та M-G.

В результаті аналізу рекомендованих маршрутів можна зазначити, що найбільші відхилення від оригінальних маршрутів мають шляхи для січня місяця, найменші — для березня. Для листопада і березня відзначається схожість

між маршрутами, окрім в північно-східному районі Північної Атлантики, де відхилення для листопаду більше спрямовано на південь, аніж для березня.

З точки зору безпеки судноплавства використання рекомендованих шляхів знижує ризик втрати або псування вантажу, судна, його конструкцій та в цілому підвищує безпеку життя екіпажу та/або пасажирів.

Для врахування фактичної погоди на переході наступним етапом дослідження можливе визначення інтегральної кривої маршруту судна у залежності від короткострокового прогнозу погоди та ймовірності виправдання довгострокового прогнозу для кожного досліджуваного квадрату. За результатами аналізу такого етапу можливий вибір оптимального шляху у залежності від прогнозу штормового вітру.

РОЗДІЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ

6.1 Тенденції розвитку контейнерних перевезень

Історія контейнерних перевезень бере свій початок ще з 30-х рр. минулого століття, коли американець Малкольм Маклін висунув першу ідею зі створення укрупненої вантажної одиниці. Дійсно, впровадження контейнерів значно полегшило пересування тарно-штучних виробів, об'єднавши їх у цілу габаритну систему. Розвиток торгівлі та міжнародних економічних відносин, глобалізація світового ринку — все це стало могутнім товчком до розвитку контейнеризації. У статті Бубнова В. М. "Тенденції розвитку контейнерних перевезень" вказується, що об'єм світових перевезень контейнерів з 1990 р. по 2005 р. збільшився на 77%, щороку цей показник зростає в середньому на 3 %. Лідером серед регіонів постає Східна Азія. Не дивно, адже тільки Китай є одним із найкрупніших виробників товарів широкого споживання. Очікується, що й надалі частка азійського ринку стабільно зростатиме з одночасним зменшенням частки європейського та американського ринків.

Одночасно з розвитком економіки взаємопов'язаних регіонів кожний рік збільшується рівень провізної та пропускної здатності залізничних доріг, морських шляхів, транспортних терміналів, зростає контейнерна місткість суден (на сьогоднішній день морські судна вміщають замість 58 контейнерів в 1956 р. до 23 тис. TEU (від англ. TEU — twenty-foot equivalent unit) в 2019 р.).

В Україні стан контейнерних перевезень значно гірший за інші світові регіони. Це пояснюється економічним розвитком країни, що занепав після кризи 2008 р. Впровадження кращих стандартів до створення нового обладнання як залізничних вузлів, так і морських, дасть значні шанси країні вийти на світовий рівень завдяки вдалому географічному розташуванню.

6.2 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі

Вихідні дані рейсу т/х " MSC Lorenza" з порту Лондон-Гейтвей (Англія) в порт Нью-Йорк (США) зведені в табл. 6.1.

Таблиця 6.1 — Початкові дані для розрахунку рейсу

№ п/п	Найменування показників		Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення	
1	Дедвейт т/х « MSC Lorenza »		D_w	тон	107372,5	
2	Запаси на початок рейсу		G_p	тон	13152,6	
3	Відстань між портами		L	милі	3301,97	
4	Кількість навантаженого вантажу:				20'	40'
			m	тон	66556	6216
			n	шт.	4754	222
5	Норми навантаження вантажу		$M_{\text{ван}}$	шт./год	100	
6	Норми вивантаження вантажу		$M_{\text{вив}}$	шт./год	80	
7	Експлуатаційна швидкість		v	екс. вузли	18	
8	Швидкість в каналах, вузостях		v	кан. вуз.	9	
9	Добова витрата палива на ходу:	важке	q^B_x	тон/доб.	140	
		легке	q^L_x	тон/доб.	140	
	Добова витрата палива на стоянці:	важке	$q^B_{\text{ст}}$	тон/доб.	10	
		легке	$q^L_{\text{ст}}$	тон/доб.	10	
10	Ціна 1 тони палива:	важке	C_v	\$/т	470	
		легке	C_l	\$/т	750	
11	Балансова вартість судна		$C_{\text{бал}}$	тис. \$	32365	
12	Річна норма амортизації		H_a	%	10	
13	Річна норма загальносуднового постачання		$H_{\text{пост}}$	%	2	
14	Час зовні експлуатації		T_{ze}	діб	10	
15	Чисельність екіпажу		$Ч_{\text{ек}}$	чол.	22	
16	Час затримки в дорозі		$t_{\text{зат}}$	год	4	

Продовження таблиці 6.1

17	Додатковий час в портах стоянки	$t_{\text{дод}}$	год	2	
18	Заробітна платня	$R_{\text{зн}}$	\$/доб.	2270	
19	Витрати на технічне постачання	$R_{\text{т.пос}}$	\$/доб.	550	
20	Навігаційні витрати	$R_{\text{нав}}$	\$/доб.	400	
21	Портові збори	$R_{\text{п}}$	\$	87500	
22	Агентство судів	$R_{\text{аг}}$	\$/доб.	300	
23	Витрати на страхування суднів	$R_{\text{стр}}$	\$/доб.	650	
24	Витрати на ремонт	$C_{\text{рем}}$	\$/мр.п.	1500000	
25	Вартість одного докування	$C_{\text{док}}$	\$	100000	
26	Тариф	f	\$/шт.	20'	40'
				500	650

При розрахунку кількісних показників роботи судна в рейсі використовуємо дані рейсового завдання.

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

$$D_{\text{ч}} = D_{\text{в}} - D_{\text{зап}}, \quad (6.1)$$

$$D_{\text{ч}} = 107372,5 - 13152,6 = 94219,9 \text{ т.}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

$$T_{\text{екс}} = T_{\text{к}} - T_{\text{пе}}, \quad (6.2)$$

де $T_{\text{к}}$ — календарний період, приймаємо 365 діб;

$T_{\text{пе}}$ — позаексплуатаційний період,

$$T_{\text{екс}} = 365 - 10 = 355 \text{ діб.}$$

3. Розраховуємо час рейсу:

а) ходовий час:

$$t_x = \frac{L}{V_{\text{екс}} \cdot 24} + \frac{t_{\text{зат}}}{24}, \quad (6.3)$$

$$t_x = \frac{3301,97}{18 \cdot 24} + \frac{4}{24} = 7,8 \text{ доб.}$$

б) стоянковий час:

$$t_{\text{ст}} = t_{\text{ст}}^{\text{H}} + t_{\text{ст}}^{\text{B}} = \left(\frac{n_{20}/2 + n_{40}}{M_{\text{нав}} \cdot t_{\text{роб1}}} \right) + \left(\frac{n_{20}/2 + n_{40}}{M_{\text{вив}} \cdot t_{\text{роб2}}} \right) + \frac{t_{\text{дод}}}{24}, \quad (6.4)$$

де $t_{\text{роб1}}, t_{\text{роб2}}$ — кількість робочих годин за добу в порту навантаження та вивантаження відповідно, год/доб.

$$t_{\text{ст}} = \left(\frac{4754/2 + 222}{100 \cdot 21} \right) + \left(\frac{4754/2 + 222}{80 \cdot 7} \right) + \frac{2}{24} = 5,9 \text{ доб.}$$

в) час рейсу складе:

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

$$t_p = 7,8 + 5,9 = 13,7 \text{ доб.}$$

4. Розрахуємо провізну спроможність судна:

а) зроблено тонно-миль:

$$\sum QL = 72772 \cdot 3301,97 = 240290961 \text{ тонно} - \text{миль/рейс}, \quad (6.6)$$

б) зроблено тоннаже-миль:

$$\sum D_{\text{ч}}L = 94219,9 \cdot 3301,97 = 310171911 \text{ тоннаже} - \text{миль/рейс}, \quad (6.7)$$

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

$$\sum F_{\text{рейс}} = \sum n \cdot f, \quad (6.8)$$

де f – тариф (ціна перевезення) за 1 шт. вантажу,

$$\sum F_{\text{рейс}} = (4754 \cdot 500) + (222 \cdot 650) = 2521300 \text{ \$/рейс}.$$

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

1) Постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

$$R_{\text{екс}} = R_{\text{зп}} + R_{\text{пит}} + R_{\text{ам}} + R_{\text{пост}} + R_{\text{рем}} + R_{\text{тпост}} + R_{\text{нав}} + \frac{R_{\text{пор}}}{t_p} + R_{\text{аг}} + R_{\text{стр}}, \quad (6.9)$$

$$\begin{aligned} R_{\text{екс}} &= 2270 + 176 + 9117 + 1823 + 901 + 550 + 400 + \frac{87500}{13,7} + 300 + 650 \\ &= 22574 \text{ \$/доб.}, \end{aligned}$$

де $R_{\text{зп}}$ — витрати на заробітну плату, \$/доб.;

$R_{\text{пит}}$ — витрати на харчування екіпажу розраховуємо за формулою:

$$R_{num} = \text{Ч}_{ек} \cdot n_{num}, \quad (6.10)$$

де n_{num} — норма харчування на одного члена екіпажу, \$/доб. на 1 особу,

$$R_{num} = 22 \cdot 8 = 176 \text{ $/доб.};$$

$R_{ам}$ — витрати на амортизацію розраховуємо за формулою:

$$R_{ам} = \frac{C_{бал} \cdot H_{ам}}{T_{екс} \cdot 100}, \quad (6.11)$$

$$R_{ам} = \frac{32365000 \cdot 10}{355 \cdot 100} = 9117 \text{ $/доб.};$$

$R_{пост}$ — витрати на загальносуднове постачання розраховуємо за формулою:

$$R_{ам} = \frac{C_{бал} \cdot H_{пост}}{T_{екс} \cdot 100}, \quad (6.12)$$

$$R_{ам} = \frac{32365000 \cdot 2}{355 \cdot 100} = 1823 \text{ $/доб.};$$

$R_{рем}$ — витрати на ремонт:

$$R_{рем}^{доб} = \frac{(n_{док} \cdot C_{док} + C_{рем})/t_{мп}}{T_{екс}}, \quad (6.13)$$

$R_{тпост}$ — витрати на технічне постачання, \$/доб.;

$R_{нав}$ — навігаційні витрати, \$/доб.;

$R_{пор}$ — портові збори, \$/рейс;

R_{az} — витрати з агентування, \$/доб.;

R_{cmp} — витрати на страхування, \$/доб.,

$$R_{\text{рем}}^{\text{доб}} = \frac{(1 \cdot 100000 + 1500000)/5}{355} = 901 \text{ $/доб.};$$

2) Розрахуємо непрямі (адміністративно-управлінські) витрати:

$$R_{\text{кос}} = R_{\text{екс}} \cdot k_{\text{ад}}, \quad (6.14)$$

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

$$R_{\text{кос}} = 22574 \cdot 0,02 = 452 \text{ $/доб.};$$

3) Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

$$R_{\text{заг}} = R_{\text{екс}} + R_{\text{кос}}, \quad (6.15)$$

$$R_{\text{заг}} = 22574 + 452 = 23025 \text{ $/доб.};$$

4) Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

$$\sum R_{\text{заг.екс}} = R_{\text{заг}} \cdot t_p, \quad (6.16)$$

$$\sum R_{\text{заг.екс}} = 23025 \cdot 13,7 = 315443 \text{ $/доб.};$$

5) Розраховуємо змінні витрати судна за добу і за рейс:

а) витрати на паливо і мастильні матеріали на ходу і на стоянці за добу

експлуатації:

$$R_x^{\text{пв}} = k_{\text{см}} \cdot q_x \cdot \text{Ц}_\text{в}, \quad (6.17)$$

$$R_x^{\text{пв}} = 1,05 \cdot 140 \cdot 470 = 69090 \text{ \$/доб.};$$

$$R_x^{\text{пл}} = k_{\text{см}} \cdot q_\text{л} \cdot \text{Ц}_\text{л}, \quad (6.18)$$

$$R_x^{\text{пл}} = 1,05 \cdot 140 \cdot 750 = 110250 \text{ \$/доб.};$$

$$R_{\text{ст}}^{\text{пл}} = k_{\text{см}} \cdot q_{\text{ст}} \cdot \text{Ц}_\text{л}, \quad (6.19)$$

$$R_{\text{ст}}^{\text{пл}} = 1,05 \cdot 10 \cdot 750 = 7875 \text{ \$/доб.};$$

де $k_{\text{см}}$ — коефіцієнт коригування норми витрати палива.

б) змінні витрати за рейс:

$$\begin{aligned} \sum R_{\text{змін}} = & \left(R_x^{\text{пв}} \cdot \left(\frac{L - \sum L_{\text{ECA}}}{V_{\text{екс}} \cdot 24} + \frac{t_{\text{дод}}}{24} \right) + R_x^{\text{пл}} \cdot \frac{\sum L_{\text{ECA}}}{V_{\text{екс}} \cdot 24} \right) \\ & + (R_{\text{ст}}^{\text{пл}} \cdot t_{\text{ст}}), \end{aligned} \quad (6.20)$$

де $\sum L_{\text{ECA}}$ — загальна дистанція плавання судна в межах зон, де діють спеціальні вимоги Конвенції МАРПОЛ 73 щодо використання легкого виду палива, милі,

$$\begin{aligned} \sum R_{\text{змін}} = & \left(69090 \cdot \left(\frac{3301,97 - (353 + 200)}{18 \cdot 24} + \frac{4}{24} \right) + (110250 \cdot \frac{353 + 200}{18 \cdot 24}) \right) \\ & + (7875 \cdot 5,9) = 638752 \text{ \$}. \end{aligned}$$

7. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

$$\sum R_{\text{рейс}} = \sum R_{\text{заг.екс}} + \sum R_{\text{змін}}, \quad (6.21)$$

$$\sum R_{\text{рейс}} = 315443 + 638752 = 954195 \$.$$

8. Знаходимо прибуток судна за рейс:

$$\sum \Pi_{\text{рейс}} = \sum F_{\text{рейс}} - \sum R_{\text{рейс}}, \quad (6.22)$$

$$\sum \Pi_{\text{рейс}} = 2521300 - 954195 = 1567105 \$.$$

Розраховуємо якісні показники роботи судна в рейсі по методиці [4]:

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

$$K_e = \frac{T_{\text{екс}}}{T_{\text{к}}}, \quad (6.23)$$

$$K_e = \frac{355}{365} = 0,973.$$

2. Коефіцієнт завантаження судна:

$$\alpha_3 = \frac{\sum Q}{\sum D_{\text{ч}}}, \quad (6.24)$$

$$\alpha_3 = \frac{72772}{94219,9} = 0,772.$$

3. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

$$V_{cp} = \frac{L}{t_x \cdot 24}, \quad (6.25)$$

$$V_{cp} = \frac{3301,97}{7,8 \cdot 24} = 17,6 \text{ вуз.}$$

4. Коефіцієнт ходового часу:

$$\varepsilon_x = \frac{t_x}{t_p}, \quad (6.26)$$

$$\varepsilon_x = \frac{7,8}{13,7} = 0,569.$$

5. Продуктивність однієї тонни вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

$$\mu_{\theta} = \alpha_z \cdot V_{cp} \cdot \varepsilon_x, \quad (6.27)$$

$$\mu_{\theta} = 0,772 \cdot 17,6 \cdot 0,569 = 7,735.$$

6. Валова прибутковість одних судоднів:

$$\mu = \frac{\sum F_{\text{рейс}}}{t_p}, \quad (6.28)$$

$$\mu = \frac{2521300}{13,7} = 184037 \text{ \$/доб.}$$

7. Рівень прибутковості являє собою відношення доходів до витрат:

$$УД = \frac{\sum F_{\text{рейс}}}{\sum R_{\text{рейс}}}, \quad (6.29)$$

$$УД = \frac{2521300}{954195} = 2,64,$$

так як $УД > 1$, то рейс прибутковий.

8. Прибуток (чистий прибуток = прибуток - податки 25% на прибуток) судна за рейс:

$$\sum \Pi_{\text{рейс}} = \sum \Pi_{\text{рейс}} - \sum N_{\text{нал}} = \sum \Phi_{\text{рейс}} \cdot (1 - 0,25), \quad (6.30)$$

$$\sum \Pi_{\text{рейс}} = 1567105 \cdot (1 - 0,25) = 1175329 \$.$$

9. Собівартість перевезення однієї тонни вантажу в рейсі:

$$S_m = \frac{\sum R_{\text{рейс}}}{\sum Q}, \quad (6.31)$$

$$S_m = \frac{954195}{72772} = 13,11 \$.$$

10. Собівартість однієї тонно-милі в рейсі:

$$S_{m-m} = \frac{\sum R_{\text{рейс}}}{\sum QL}, \quad (6.32)$$

$$S_{m-m} = \frac{954195}{240290961} = 0,003971 \$.$$

11. Собівартість утримання судна в добу експлуатації:

$$S_{c-c} = \frac{\sum R_{рейс}}{t_p}, \quad (6.33)$$

$$S_{c-c} = \frac{954195}{13,7} = 69649 \$.$$

6.3 Оцінка ефективності виконаного рейсу і роботи судна за експлуатаційний період

Оцінку ефективності виконаного рейсу і роботи судна за експлуатаційний період виконаємо по методиці, представленій в:

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$\chi_p = \frac{T_{екс}}{t_p}, \quad (6.34)$$

$$\chi_p = \frac{355}{13,7} = 25,9.$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

$$\sum Q_{екс} = \sum Q \chi_p, \quad (6.35)$$

$$\sum Q_{екс} = 72772 \cdot 25,9 = 1884795 \text{ т.}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний період:

$$\sum Q L_{\text{екс}} = \sum Q L \text{Ч}_p, \quad (6.36)$$

$$\sum Q L_{\text{екс}} = 240290961 \cdot 25,9 = 6223535890 \text{ тонно} - \text{миль/екс.}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

$$\sum F_{\text{екс}} = \sum F_{\text{рейс}} \text{Ч}_p, \quad (6.37)$$

$$\sum F_{\text{екс}} = 2521300 \cdot 25,9 = 65301670 \text{ \$/екс.}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

$$\sum R_{\text{екс}} = R_{\text{рейс}} \cdot \text{Ч}_p, \quad (6.38)$$

$$\sum R_{\text{екс}} = 954195 \cdot 25,9 = 24713651 \text{ \$/екс.}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

$$\sum \Pi = \Pi_p \cdot \text{Ч}_p, \quad (6.39)$$

$$\sum \Pi = 1567105 \cdot 25,9 = 40588020 \text{ \$/екс.}$$

7. Рівень прибутковості роботи судна за експлуатаційний період:

$$\sum y_D = \frac{\sum F_{\text{екс}}}{\sum R_{\text{екс}}}, \quad (6.40)$$

$$\sum y_D = \frac{65301670}{24713651} = 2,64.$$

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

Таблиця 6.2 — Кількісні і якісні показники виконаного рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначен ня	Одиниця вимірюванн я	Значення	
1	Відстань пройдена судном в рейсі	L	милі	3301,97	
2	Перевезено вантажів			20'	40'
		m	тон	66556	6216
		n	шт.	4754	222
3	Судно-діб в рейсі	t_p	діб	13,7	
	на ходу	t_x	діб	7,8	
	на стоянці	t_{cm}	діб	5,9	
4	Валовий дохід	F	\$	2521300	
5	Витрати загальні	R	\$	954195	
6	Прибуток	Π	\$	1567105	
7	Коефіцієнт ходового часу	ε_x	—	0,569	
8	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	милі/доб	17,6	
9	Дохідність судна	μ	\$/ доб	184037	
10	Рівень дохідності	PF	—	2,64	
11	Собівартість перевезення 1 т вантажу	S_m	\$/т	13,11	
12	Собівартість 1 т-милі	S_{m-m}	\$/т-м	0,003971	
13	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	S_{c-c}	\$/доб.	69649	

РОЗДІЛ 7

ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ

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

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

Пасажи́рське судно «OCEAN MAJESTY» очікує дозволу на вхід в порт Чітагонг (Бангладеш). Було отримано повідомлення про захоплення невідомими особами судна-контейнеровоза, який стоїть на якорі в районі зовнішнього рейду. На судні-контейнеровозі стався вибух, в наслідок якого пошкоджено багатoeлементний газовий контейнер (БЕГК). З аварійної БЕГК на палубу контейнеровоза вилилося 10 т сірчистого ангідриду, що є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). Характер розливу - «вільно».

Метеорологічні умови на момент виникнення надзвичайної ситуації: час 15:00, температура повітря 30°, Швидкість вітру 5 м/с, вітер зустрічний, суцільна хмарність. Відстань до аварійного судна-контейнеровоза - 1 км. Місцевість відкрита, характер – водна поверхність.

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

Визначити стандартні робочі процедури по прийняттю відповідних заходів у разі захоплення заручників.

7.1.2. Оцінка масштабів хімічного зараження території

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

1) Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря

За заданими метеорологічними умовами (час доби – день, швидкість вітру 5 м/с, суцільна хмарність) за допомогою табл. 7.1 визначаємо: на момент виникнення надзвичайної ситуації ступінь вертикальної стійкості повітря.

Таблиця 7.1 – Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

Швидкість вітру, м/с	Час доби					
	день			ніч		
	Наявність хмарності					
	відсутня	середня	суцільна	відсутня	середня	суцільна
0,5	конвекція	конвекція	ізотермія	інверсія	інверсія	ізотермія
0,6-2,0	конвекція	конвекція	ізотермія	інверсія	інверсія	ізотермія
2,1-4,1	конвекція	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія
> 4,0	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія

2) Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі

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

$$Q_{\text{эл}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^I \cdot Q_0 = 0,11 \cdot 0,333 \cdot 0,23 \cdot 1,3 \cdot 10 = 0,1 \text{ т, (7.1)}$$

де $K_1 = 0,11$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (табл. 7.2); $K_3 = 0,333$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози сірчистого ангідриду; $K_5 = 0,23$ – коефіцієнт, що враховує ступінь вертикальної стійкості повітря; $K_7^I = 1,3$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря на швидкість утворення первинної хмари; $Q_0 = 10$ т – кількість розлитого сірчистого ангідриду.

Таблиця 7.2 – Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найме- нування СДОР	Щільність СДОР, т/м³		Температура кіпіння	Порогова токсодоза, мг • хв / л	Значення допоміжних коефіцієнтів							
	Ізометричне зберігання				K1	K2	K3	K7 для температури повітря (°C)				
	Газ	Рідина						-40	-20	0	20	30
Сірчистий ангідрид	0,0029	1,462	-10	1,8	0,11	0,049	0,333	<u>0</u> 0,2	<u>0,3</u> 0,5	<u>0,3</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1,3</u> 1

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

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

Площа розливу S_p (м²) сірчистого ангідриду дорівнює:

$$S_p = \frac{V_p}{h} = \frac{Q_0/\rho}{h} = \frac{10/1,462}{0,05} = 136,8 \text{ м}^2 \quad (7.2)$$

де V_p – об'єм хлористого водню, що розлився, м³; $Q_0 = 10$ т – кількість аміаку, що розлився при аварії; $\rho = 1,462$ т/м³ – щільність сірчатого ангідриду (табл. 7.2); $h = 0,05$ м – товщина шару аміаку для характеру розливу – «вільно».

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

Розраховуємо тривалість вражаючої дії Т (год.) сірчистого ангідриду:

$$T = \frac{h \cdot \rho}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{\text{II}}} + \frac{1}{K_M \cdot V_{\text{п}}} = \frac{0,05 \cdot 1,462}{0,049 \cdot 2,34 \cdot 1} + \frac{1}{1 \cdot 29} = 0,67 \text{ год.} = 40 \text{ хв. (7.3)}$$

де: $K_2 = 0,049$ – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей сірчистого ангідриду, що наведено в таблиці 7.2; $K_4 = 2$ – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру, що наведено в таблиці 7.3; $K_7^{\text{II}} = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення вторинної хмари, що наведено в таблиці 7.2; $K_M = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари сірчистого ангідриду, що наведено в табл. 7.4; $V_{\text{п}} = 29$ км/год – швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря, що наведено в табл. 7.5.

Таблиця 7.3 - Значення коефіцієнту 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 коефіцієнту K_m залежно від впливу характеру місцевості

Рельєф місцевості, вид рослинності і забудови	Вертикальна стійкість повітря		
	конвекція	ізотермія	інверсія
Водна поверхня, відкрита місцевість	1	1	1
Міська (промислова) забудова	0,2	0,2	0,3
Територія порту	0,2	0,2	0,3

Таблиця 7.5 - Швидкість (км/год) перенесення V_n переднього фронту хмари зараженого повітря залежно від швидкості вітру

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

Розраховуємо еквівалентну кількість сірковуглецю Q_{e2} (т) у вторинній хмарі:

$$Q_{e2} = (1-K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{\Pi} \cdot \frac{Q_0}{h \cdot \rho} =$$

$$= (1-0,11) \cdot 0,049 \cdot 0,333 \cdot 1 \cdot 2,34 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot \frac{10}{0,05 \cdot 1,462} = 1,07 \text{ т, (7.4)}$$

Де $K_6 = 1$ – коефіцієнт, що залежить від часу N , що пройшов з моменту початку аварії; за умовами завдання $N = 1$ год (при $T < 1$ ч K_6 приймається для 1 год).

4) Визначення глибини і площі зони зараження

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

Таблиця 7.6 - Глибина (км) зони зараження

Швидкість вітру, м/с	Еквівалентна кількість СДОР, т								
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20
1 и менше	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19

Для $Q_{c1} = 0,1$ т та швидкості вітру $u = 5$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою сірковуглецю: $\Gamma_2 = 0,53$ км.

Для $Q_{c2} = 1,07$ т та швидкості вітру $u = 5$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою сірковуглецю: $\Gamma_2 = 1,68$ км.

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 1,68 + 0,5 \cdot 0,53 = 1,945 \text{ км}, \quad (7.5)$$

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

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

$$\Gamma_{\Pi} = N \cdot V_{\Pi} = 1 \cdot 29 = 29 \text{ км}. \quad (7.6)$$

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

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{matrix} \right\} = 1,945 \text{ км}. \quad (7.7)$$

Визначаємо площу зони можливого зараження $S_{\text{в}}$ (км²) хмарою аміаку:

$$S_B = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^\circ = 3,14 \cdot 1,945^2 \cdot 45^\circ / 360^\circ = 1,48 \text{ км}^2, \quad (7.8)$$

де $\Gamma = 1,945$ км – розрахункова глибина зони зараження; $\varphi = 45^\circ$ – кутовий розмір зони зараження, що наведено в табл. 7.7.

Таблиця 7.7 - Кутові розміри зони можливого зараження СДОР залежно 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_ϕ (км²):

$$S_\phi = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 1,945^2 \cdot 1^{0,2} = 0,26 \text{ км}^2, \quad (7.9)$$

де: $K_8 = 0,133$ – коефіцієнт, що залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря – ізотермії (при інверсії приймається 0,081; при ізотермії – 0,133; при конвекції – 0,235).

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

Територія можливого хімічного зараження представляє собою сектор, що має кутовий розмір $\varphi = 45^\circ$, згідно з табл. 7.7 і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 1,94$ км. Центр сектора співпадає з джерелом зараження – місцем розливу сірчистого ангідриду. Бісектриса сектора співпадає з віссю сліду хмари та орієнтована по напрямку вітру.

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

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ (км):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_1} \right)^\Psi = 1,34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,17}{6} \right)^{0,542} = 0,555 \text{ км}, \quad (7.10)$$

де $\lambda = 1,34$; $\Psi = 0,542$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру, наведено у табл. 7.8; $Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0,1 + 1,07 = 1,17$ т. – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару; $D = 6$ мг.хв/л – летальна токсодоза для хлору.

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

Коефіцієнти	Швидкість вітру (u) м/с							
	1 і менше	2	3	4	5	6	7	10
λ	3,73	2,31	1,80	1,52	1,34	1,20	1,11	0,92
Ψ	0,606	0,580	0,563	0,551	0,542	0,537	0,531	0,515

Розраховуємо глибину зони важких уражень $\Gamma_{0,4l}$ (км):

$$\Gamma_{0,4l} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,4l}} \right)^\Psi = 1,34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,17}{2,4} \right)^{0,542} = 0,91 \text{ км}. \quad (7.11)$$

де $D_{0,4l} = 0,4 \cdot D_l = 0,4 \cdot 6 = 2,4$ мг.хв/л – значення токсодози, що відповідає 40% летальної токсодози для хлору.

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

$$\Gamma_{0,2l} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,2l}} \right)^\Psi = 3,73 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{0,74}{1,2} \right)^{0,606} = 1,33 \text{ км}, \quad (7.12)$$

де $D_{0,2l} = 0,2 \cdot D_l = 0,2 \cdot 6 = 1,2$ мг.хв/л – значення токсодози, що відповідає 20% летальної токсодози для хлору.

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 1,94$ км.

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

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

$$t = \frac{x}{K_M \cdot V_{\Pi}} = \frac{1}{1.29} = 0,034 \text{ год.} \approx 2 \text{ хв.} \quad (7.13)$$

де $x = 1$ км – відстань від джерела зараження до заданого об'єкту.

7.1.3. Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження території в результаті аварійного розливу сірчистого ангідриду в районі зовнішнього рейду порта Чітагонг (Бангладеш) показала, що хмара зараженого повітря досягає межі житлової надбудови судна, де укритися екіпаж, через 2 хв. В результаті утворення зони хімічного зараженого приміщення надбудови судна, де знаходиться екіпаж судна, потрапляють в зону важких уражень, що у свою чергу є серйозною загрозою для життя моряків.

При досить швидкому підході зараженого повітря до житлової надбудови дія вражаючих концентрацій хмари може тривати майже 40 хвилин. Потужна сила вітру (5 м/с) забезпечує збереження вражаючих концентрацій на глибині до 1,94 км.

Для зменшення людських втрат пропонується виконати наступні заходи:

- якнайскоріше прибрати усіх людей з палуби всередину надбудови судна;
- по можливості максимально герметизувати усі приміщення в надбудові судна, в яких укритися екіпаж;

- використати наявні на судні дихальні апарати, при цьому забезпечити контроль часу знаходження людей в апаратах (захисна дія дихальних апаратів обмежена часом у 30 хв.);
- по можливості розгорнути судно за вітром, щоб хмара зараженого повітря рухалася в бік від надбудови судна;

7.2. Заходи у разі захоплення заручників

В останні роки почастишали випадки захоплення торгових суден морськими піратами з метою отримання вигоди. Експерти спостерігають позитивну статистику в кількості взятих в полон членів екіпажів, але, не дивлячись на те, що в полоні у піратів знаходиться менше моряків, ніж це було раніше.

У разі захоплення потрібно діяти відповідно до Ship Contingency Plan. Сповістити компанію, подати Distress сигнал та активувати спеціальну кнопку тривожності SSAS. Далі потрібно оголосити загальну тривогу і, відповідно за аварійним планом судна, подати оголошення «Піратська атака» Всі члени екіпажу, за винятком тих, які повинні бути присутніми на містку, або в машинному відділенні, повинна зібратися в безпечної точці збору або цитаделі, якщо така побудована, щоб мати максимальну можливу захист від вогню.

До того, як пірати потраплять на капітанський місток, повідомте про напад в компанію або в морський центр безпеки. Якщо є час, повідомити подробиці непередбаченого контакту і точне місце вашого розташування Maritime Security Centre Horn of Africa (MSCHOA) або в International Maritime Bureau.

В ніякому разі не чинити опір, інакше (це може привести до насильства і фізичного збитку для членів екіпажу). Залишайтеся спокійними і повністю співпрацюйте з піратами.

ВИСНОВКИ

При виконанні магістерської роботи зроблений опис характеристик судна "MSC Lorenza". Проаналізований перехід за маршрутом Лондон-Гейтвей (London Gateway) – Нью-Йорк (New York) з навігаційної точки зору. Оброблений та розміщений вантаж, а також виконана оцінка морехідних якостей судна. Проаналізовані критерії ІМО щодо остійності в непошкодженому стані та зроблена оцінка місцевої і загальної міцності корпусу судна. Отримані результати аналізу етапів запланованого рейсу задовольняють критерії безпеки судноплавства та відповідають діючій міжнародній нормативно-правовій базі, що регламентує перевезення вантажів морськими шляхами.

У дослідницькому розділі виконаний аналіз повторюваності штормового вітру в Північній Атлантиці. Для врахування фактичної погоди на переході наступним етапом дослідження можливе визначення інтегральної кривої маршруту судна в залежності від короткострокового прогнозу погоди та ймовірності виправдання довгострокового прогнозу. В результаті стане можливим вибір оптимального шляху в залежності від прогнозу штормового вітру за маршрутом.

У наступних розділах розраховані економічні показники роботи судна в рейсі за основним маршрутом. Виконане порівняння економічної ефективності з альтернативою маршруту, що запропонований у рекомендаціях дослідницького розділу. В результаті порівняння отримане значення різниці прибутковості рейсів, що складає менше 3% від основного. Виконані завдання з питань охоронних заходів і цивільного захисту на судні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки для виконання магістерської роботи / [Ворохобін І. І., Ніколаєва Л. Л., Астайкін Д. В., Бурмака І. О., Голіков А. О., Давидов І. П., Кучер Ю. П., Медведєва Ю. С., Петриченко Є. А., Сотніченко Л. Л.]; під редакцією І. І. Ворохобіна — Одеса: НУ “ОМА”, 2023. — 100 с.
2. Резолюція А.424(11) Норми техніко-експлуатаційних характеристик гірокомпасів 1979 року [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. — Електронні дані. — Лондон: Міжнародна морська організація, 1979. — Режим доступу: www.imo.org (дата звернення 20.09.2019) — Назва з екрана.
3. Резолюція MSC.192(79) Прийняття переглянутих експлуатаційних вимог до радіолокаційного обладнання 2004 року [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. — Електронні дані. — Лондон: Міжнародна морська організація, 2004. — Режим доступу: www.imo.org (дата звернення 20.09.2019) — Назва з екрана.
4. Резолюція MSC.112(73) Експлуатаційні вимоги до суднового прийомника глобальної системи визначення місцезнаходження (GPS) 2000 року [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. — Електронні дані. — Лондон: Міжнародна морська організація, 2000. — Режим доступу: www.imo.org (дата звернення 20.09.2019) — Назва з екрана.
5. Резолюція А.824(19) Експлуатаційні вимоги до показчиків швидкості та пройденої відстані 1995 року [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. — Електронні дані. — Лондон: Міжнародна морська організація, 1995. — Режим доступу: www.imo.org (дата звернення 20.09.2019) — Назва з екрана.
6. Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти вахти 1978 року (консолідований текст з манільськими поправками). — К: ВПК “Експрес-Поліграф”, 2012. — 568 с.

7. Резолюція А.893(21) Руководство по плануванню рейсу 1999 року [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. — Електронні дані. — Лондон: Міжнародна морська організація, 1999. — Режим доступу: www.imo.org (дата звернення 26.11.2019) — Назва з екрана.
8. Рекомендации по организации штурманской службы на морских судах Украины (РШСУ-98) 1998 года. — Одеса: ЮЖНИИМФ, 1998. — 59 с.
9. Bridge Procedures Guide 2016 (Fifth Edition). — London, International Chamber of Shipping: Marisec, 2016.
10. Swift A. J., Bailey T. J. Bridge Team Management, Practical Guide, 2004 (Second Edition, including new section on Electronic Navigation) / A. J. Swift, T. J. Bailey. — London: The Nautical Institute, 2004. — 118 p.
11. NP131 Charts and publications catalogue — London: UKHO, 2019. — 119 p.
12. NP283 (1) List of Radio Signals. Maritime Safety Information Services. Europe, Africa and Asia (excluding the Far East) — London: UKHO, 2019.
13. NP283 (2) List of Radio Signals. Maritime Safety Information Services. The Americas, Far East and Oceania. — London: UKHO, 2019.
14. NP285 List of Radio Signals. Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS). — London: UKHO, 2019.
15. NP286 (1) List of Radio Signals. Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations. United Kingdom and Europe (excluding Arctic, Baltic and Mediterranean Coasts). — London: UKHO, 2019.
16. NP286 (5) List of Radio Signals. Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations. North America, Canada and Greenland. — London: UKHO, 2019.
17. Атлас океанів. Атлантичний та Індійський океани. — 1977. — 374 с.
18. Passage Weather. North Atlantic [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. — Електронні дані. — Режим доступу: www.passageweather.com (дата звернення 03.11.2019) — Назва з екрана.
19. Guide to Port Entry. — Reigate: Shipping Guides, 2011. — 3552 p.
20. NP77 List of Lights and Fog Signals. Eastern Atlantic Ocean, Western Indian Ocean, Arabian and Red Seas. — London: UKHO, 2019.

- 21.NP81 List of Lights and Fog Signals. Northern and Eastern Coasts of Canada (including River Saint Lawrence and Saint Lawrence Seaway). — London: UKHO, 2019.
- 22.NP82 List of Lights and Fog Signals. Western Side of the North Atlantic Ocean. From Mexico to Cabo Orange, including Gulf of Mexico, Caribbean Sea and Panama Canal. — London: UKHO, 2019.
- 23.NP74 List of Lights and Fog Signals. British Isles and North Coast of France. British Isles and North Coast of France from Dunkerque to the Entrance to Goulet de Brest (including North Sea Oil and Gas Production Installations). — London: UKHO, 2019.
- 24.NP314 The Nautical Almanac. — London: UKHO, 2019.
- 25.NP201 (1) Tide Tables. United Kingdom and Ireland (including European Channel Ports). — London: UKHO, 2019.
- 26.NP202 (2) Tide Tables. Europe (excluding United Kingdom and Ireland), Mediterranean Sea and Atlantic Ocean. — London: UKHO, 2019.
- 27.NP28 Sailing Directions. Dover Strait Pilot. — London: UKHO, 2017.
- 28.NP27 Sailing Directions. Channel Pilot. — London: UKHO, 2017.
- 29.NP59 Sailing Directions. Nova Scotia and Bay of Fundy Pilot. — London: UKHO, 2013.
- 30.NP68 Sailing Directions. East Coast of the United States Pilot, Volume 1. — London: UKHO, 2018.
- 31.NP281 (1) List of Radio Signals. Maritime Radio Stations. Europe, Africa and Asia (excluding the Far East). — London: UKHO, 2019.
- 32.NP281 (2) List of Radio Signals. Maritime Radio Stations. The Americas, Far East and Oceania. — London: UKHO, 2019.
- 33.NP282 (1) List of Radio Signals. Radio Aids to Navigation. Differential GPS (DGPS), Legal Time, Radio Time Signals and Electronic Position Fixing System. Europe, Africa and Asia (excluding Far East). — London: UKHO, 2019.

- 34.NP282 (2) List of Radio Signals. Radio Aids to Navigation. Differential GPS (DGPS), Legal Time, Radio Time Signals and Electronic Position Fixing System. The Americas, Far East and Oceania. — London: UKHO, 2019.
- 35.Міжнародна конвенція по запобіганню забруднення с суден 1973 року [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. — Електронні дані. — Лондон: Міжнародна морська організація, 1973. — Режим доступу: www.zakon.rada.gov.ua (дата звернення 17.10.2019) — Назва з екрана.
- 36.International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code), Volume 1. — London: International Maritime Organization, 2006. — 478 p.
- 37.International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code), Volume 2. — London: International Maritime Organization, 2006. — 508 p.
- 38.International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code), Supplement. — London: International Maritime Organization, 2010. — 561 p.
- 39.Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing (CSS Code). — London: International Maritime Organization, 2011. — 109 p.
- 40.Thomas R. E. Thomas Stowage — The Properties and Stowage of Cargoes (Eighth Edition) / R. E. Thomas. — London: Son & Ferguson Ltd, 2002. — 413.
- 41.The International Convention on Load Lines 1966 [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. — Електронні дані. — Лондон: Міжнародна морська організація, 1966. — Режим доступу: www.riigiteataja.ee (дата звернення 28.10.2019) — Назва з екрана.
- 42.The International Code on Intact Stability, 2008 (Third Edition). — London: International Maritime Organization, 2009. — 172 p.
- 43.Резолюція MSC.267(85) Прийняття Міжнародного кодексу остійності суден в непошкодженному стані 2008 року [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. — Електронні дані. — Лондон: Міжнародна морська організація, 2008. — Режим доступу: www.rise.odessa.ua (дата звернення 28.10.2019) — Назва з екрана.
- 44.Colucci S. J. Winter cyclone frequencies over the eastern United States and adjacent western Atlantic, 1964-1973 / S. J. Colucci // Bulletin of the American

Meteorological Society. — New York: Department of Atmospheric Science
State University at Albany, 1976. — Vol. 57.—№ 5. — p. 548-553.

45.Reitan C. H. Trends in the frequencies of cyclone activity over the North
America / C. H. Reitan // Monthly Weather Review. —DeKalb: Northern Illinois
University, Department of Geography, 1979. — Vol. 107. — № 12. — p. 1684-
1688.

46.Reitan C. H. Frequencies of cyclones and cyclogenesis for North America,
1951-1970 / C. H. Reitan // Monthly Weather Review. — Dekalb: Northern
Illinois University, Department of Geography, 1974. — Vol. 102. — № 12. —
p. 861-868.

47.Ward M. N., Hoskins B. J. Near surface wind over the global ocean 1959-1988
/ M. N. Ward, B. J. Hoskins // Journal of Climate. — Bracknell: Hadley Centre
for Climate and Research, Meteorological Office, 1996. — Vol. 9. — № 8. —
p. 1877-1895.

48.Sinclair M. R. Objective identification of cyclones and their circulation / M. R.
Sinclair // Intensity and Climatology, Weather and Forecasting. — Wellington:
National Institute of Water and Atmospheric Research, 1997. — Vol. 12. — №
3. — p. 595-612.

49.Geng Q., Sugi M. Variability of the North Atlantic cyclone activity in winter
analysed from NCEP-NCAR. Reanalysis Data / Q. Geng, M. Sugi // Journal of
Climate. — Tsukuba: Frontier Research System for Global Change, Tsukuba
Satellite, 2001. — Vol. 14. — № 18. — p. 3863-3873.

50.Kushnir Y., Cardone V. J., Greenwood J. G., Cane M. A. The recent increase in
North Atlantic wave heights / Y. Kushnir., V. J. Cardone, J. G. Greenwood., M.
A. Cane // Journal of Climate. — New York: Lamont-Doherty Earth
Observations, Palisades, 1997. — Vol. 10. — № 8. — p. 2107-2113.

64. NP136 Ocean Passages for the World. North Atlantic. Volume 1.— London:
UKHO, 2018. — 176 p.

51. Терновский В. Б. Методические указания по выполнению раздела дипломной работы “Охранные мероприятия и гражданская оборона на судне” / В. Б. Терновский. — Одесса: ОНМА, 2015. — 76 с.
52. International Ship & Port Facility Security Code (ISPS Code) and SOLAS Ammendments, 2002. — London: International Maritime Organization, 2003. — 131 p.