

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

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра Управління судном

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА

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

Хрісов Дмитро Владиславович

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна
«CORINTHIANS PHOENIX» за маршрутом Халдія – Сінгапур

Підпис магістранта Хрісов Д.В.

Завідувач кафедри _____

Керівник Вагущенко Л.Л.

Рецензент _____

Нормоконтроль _____

м. Одеса
2025 рік

Магістерська робота містить 127 с., 30 рис., 49 таб., 59 використаних джерел.

Об'єктом дослідження є глобальна навігаційна супутникова система (ГНСС) зазнає шкоди від різних похибок через іоносферу, тропосферу, орбіту супутника і годинник. Мета роботи полягала в уточненні і встановленні основних характеристик глобальних навігаційних супутникових систем та похибок які виникають в наслідок різних похибок через іоносферу, тропосферу, орбіту супутника і годинник.

У розділі розглянуто проблеми зниження точності глобальних навігаційних супутникових систем, зумовлені впливом іоносферних, тропосферних та орбітальних похибок, а також проаналізовано ефективність диференціальної ГНСС (ДГНСС) як методу їх мінімізації. Особливу увагу приділено просторовій декореляції, яка значно погіршує точність ДГНСС зі збільшенням відстані від опорної станції. Запропоновано модифікований підхід ДГНСС, що передбачає використання мережевих корекцій реального часу кінематичного позиціонування (РЧК), сформованих кількома опорними станціями. Наведено методику експериментального дослідження, у межах якого оцінено точність запропонованого підходу за даними мережі SatRef (Гонконг) у спокійних та збурених іоносферних умовах. Отримані результати підтверджують можливість підвищення точності кодових рішень ДГНСС більш ніж удвічі та розширення застосувань технології у регіонах зі складною іоносферною ситуацією.

The master's thesis contains 127 pages, 30 figures, 49 tables, and 59 used sources.

The object of study in the research section is the global navigation satellite system (GNSS) suffers from various errors due to ionosphere, troposphere, satellite orbit and clock. The purpose of the work was to clarify and establish the main characteristics of global navigation satellite systems and errors that arise as a result of various errors due to the ionosphere, troposphere, satellite orbit and clock.

This chapter examines the limitations of Global Navigation Satellite Systems (GNSS) caused by ionospheric, tropospheric and orbital errors, and evaluates Differential GNSS (DGNSS) as an effective method for mitigating these effects. Special attention is given to spatial decorrelation, which significantly degrades DGNSS accuracy as the distance from the reference station increases. A modified DGNSS approach is proposed, incorporating Real-Time Kinematic (RTK) network corrections generated by multiple reference stations. An experimental methodology is presented, and the performance of the proposed technique is evaluated using SatRef (Hong Kong) GNSS data under both quiet and disturbed ionospheric conditions. The results demonstrate that integrating RTK network corrections can improve DGNSS code-based positioning accuracy by more than twofold, thus expanding the applicability of DGNSS in regions with severe ionospheric variability.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
РАЗДЕЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА	9
1.1 Загальні відомості і головні розміри судна	9
1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики	10
1.3 Маневрені характеристики.....	14
1.4 Навігаційне обладнання.....	14
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ	19
2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу.....	19
2.2 Оцінка запланованого переходу	21
2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході	25
2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації	27
2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні	29
2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання.....	37
2.3.1 Розрахунок ортодромії.....	37
2.3.2 Складання маршрутних листів	40
2.3.3 Графічний план переходу.....	40
2.3.4 Розрахунок природної освітленості	42
2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів	43
2.4 Висновки	46
РОЗДІЛ 3 ОРОБКА І РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖУ	47
3.1 Транспортні характеристики вантажів	47
3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та документальне оформлення морського перевезення	50
3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна.....	56
3.4 Складання вантажного плану.....	59
3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу	60

РОЗДІЛ 4 ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА.....	62
4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна.....	62
4.2. Розрахунки посадки і початкової остійності.....	67
4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації	68
4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності.....	69
4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності.....	71
4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності	75
4.7 Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу	76
РОЗДІЛ 5 ДИФЕРЕНЦІАЛЬНА ГЛОБАЛЬНА НАВІГАЦІЙНА СУПУТНИКОВА СИСТЕМА ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ СУДНОВОДІННЯ.....	79
5.1 Критична характеристика оцінки похибок, що залежать від відстані в традиційній кінематичній технології ДГНСС та мережі реального часу	81
5.2 Впровадження методики експериментального дослідження якості ДГНСС.....	89
5.3 Оцінка модифікованого ДГНСС як засобу підвищення точності ГНСС	95
РОЗДІЛ 6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ.....	99
6.1 Підвищення ефективності роботи морського транспортного судна	99
6.2 Розрахунок кількісних показників роботи судна в рейсі.....	100
6.3 Розрахунок якісних показників роботи судна в рейсі.....	105
6.3 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу	107
РОЗДІЛ 7 ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ	110
7.1. Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту.....	110
Висновок	120
Список використаних джерел	122

ВВЕДЕННЯ

Сучасний розвиток супутникових навігаційних технологій суттєво розширив можливості точного позиціонування у морській галузі, авіації, геодезії та інших сферах. Разом із тим класичні методи визначення координат на основі сигналів ГНСС залишаються вразливими до низки похибок, серед яких найбільш значущими є вплив іоносфери, тропосфери, орбітальні та часові помилки. Використання диференціальних поправок дозволяє істотно зменшити ці похибки, однак ефективність традиційної диференціальної ГНСС обмежується явищами тимчасової та, особливо, просторової декореляції, що погіршує точність позиціонування зі збільшенням відстані від опорної станції.

У відповідь на ці виклики з'явилися мережеві технології реального часу кінематичного позиціонування (РЧК), які забезпечують можливість моделювання й компенсації помилок, залежних від відстані, на основі даних кількох опорних станцій. Вони продемонстрували високу ефективність для фазових вимірювань, проте залишилися недоступними для недорогих приймачів, що працюють лише за кодовими спостереженнями. Це створило потребу у вдосконаленні традиційної ДГНСС таким чином, щоб вона могла використовувати мережеві поправки РЧК без модифікації обладнання користувача.

У цьому розділі розглянуто особливості оцінки похибок, що залежать від відстані, у ДГНСС і мережах РЧК, методологію експериментального дослідження можливостей інтеграції мережевих корекцій у ДГНСС, а також результати оцінки ефективності модифікованої технології ДГНСС на прикладі даних Гонконзької мережі SatRef у різних іоносферних умовах. Наведений аналіз демонструє актуальність задачі та можливість значного підвищення точності позиціонування у регіонах зі складними іоносферними характеристиками.

РАЗДЕЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

1.	Назва судна	CORINTHIANS PHOENIX
2.	Тип судна	Bulk Carrier
3.	Позивний сигнал судна	HOKQ
4.	IMO	9451628
5.	MMSI	352505000
6.	Рік і місце побудови	2009 році компанією HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES CO. LTD. — УЛЬСАН, ПІВДЕННА КОРЕЯ
7.	Клас Регістру	AMERICAN BUREAU OF SHIPPING
8.	Порт приписки	Panama
9.	Судновласник	V.SHIPS UK - GLASGOW, United Kingdom (UK)
10.	Менеджмент	V.SHIPS UK - GLASGOW, United Kingdom (UK)
11.	Довжина найбільша L (м)	289.0
12.	Довжина між перпендикулярами L _П	279,0
13.	Ширина найбільша В (м)	45
14.	Висота борту до верхньої палуби Н (м)	24.10
15.	Найбільша осідання Т (м)	T _л = 12.575 T _т = 12.836 T _з = 1 2.314
16.	Осадка Т (м) в повному вантажу и порожньому	T _{max} = 24.10 T _{min} = 17.72
17.	Водотоннажність (т) в повному вантажу Δ порожньому Δ _о	195828 20737
18.	Повна вантажопідйомність Δ _w (т)	172091
19.	Головний двигун: тип: потужність: частота обертання:	Hyundai - MAN - B& W 6S70MC 14327 kW × 127 rpm
20.	Режим роботи головного двигуна	Full ahead 85.0 Half ahead 70.0 Slow ahead 50.0 Dead slow ahead/ astern 40.0
21.	Швидкість судна	15

		15,7
22.	Гребний гвинт: Кількість лопастей: Діаметр та крок гвинта (м) Дискове відношення: Напрямок обертання:	5 6.8 / 6.003 0.645 праве
23.	Тип руля і площа його пера (м ²)	Single, Stream line balanced. Snp = 28,5.
24.	Тип стернової машини: Підрулюючий пристрій:	Kawasaki Precision Machinery. електрогідравлічна циліндрична MS 1250-52 kW.
25.	Суднова радіостанція: Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району A1, A2, A3, A4 та включає в себе:	дві УКХ стійки радіотелефону SAILOR-32B, ПБ / КВ радіостанція з радіотелексом і цив NERA JSS-596, НАВТЕКС, три аварійні УКВ радіостанції JRC JHS-430, ІНМАРСАТ - 3 виробника JRC JUE- 85, один аварійний буй (EPIRB) виробника SAILOR JQE-103, і один САПТ виробника SAILOR JFX-30A, приймач EGC
26.	Валова реєстрова місткість (GRT)	31222
27.	Чиста реєстрова місткість (NRT)	18534
28.	Добова витрата палива: На ходу: важке паливо (HFO) На стоянці: дизельне паливо (DO)	30.1 3
29.	Координати центру мас порожнього судна	Z= 13,3 м X = 6,77 м

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики

1.Схематическій креслення бічного виду судна з розташуванням приміщень для вантажів і запасів із зазначенням місткості вантажних приміщень наведено на малюнку 1.1

2. План верхньої палуби із зазначенням розмірів вантажних люків на малюнку 1.2

3.Дані по вантажним приміщенням в таблиці 1.1

Таблиця 1.2 - Дані по вантажним приміщенням

COMPARTMENT	MAX. CGO LOAD	CAPACITY	CENTER OF GRAVITY	
	mt	cub. M	LCG from Mid	VCG above B/L
CARGO HOLD 1	28500	18219,8	116,01	13,96
CARGO HOLD 2	24500	22056,0	91,26	13,29
CARGO HOLD 3	37800	22100,9	65,49	13,29
CARGO HOLD 4	24500	22099,1	39,68	13,29
CARGO HOLD 5	37500	21944,6	13,97	13,33
CARGO HOLD 6	24500	21974,4	-11,83	13,33
CARGO HOLD 7	37800	22129,5	-37,69	13,29
CARGO HOLD 8	24200	21734,6	-63,41	13,40
CARGO HOLD 9	30500	19163,3	-88,98	14,15

4.Характеристікі танків і цистерн представимо у вигляді таблиці 1.3

Таблиця 1.3 - Характеристики танків і цистерн.

FUEL OIL						
COMPARTMENT	LOCATION	CAPACITIES			CENTER OF GRAVITY	
		100% FULL	98% FULL		L.C.G FROM MIDSHIP	V.C.G BOV EB.L.
	FRAMES	cub. M	cub. M	MT	M	M
1	2	3	4	5	6	7
No1 HFO (S)	34.0-47.0	1193,3	1169,4	1157.7	-106.94	17.92
No1 HFO (P)	34.0-47.0	982,7	963,0	953.4	-106.93	17.75
No2 HFO (S)	15.0-34.0	924,3	905,8	896.8	-118.76	19.69
No2 HFO (P)	15.0-34.0	924,3	905,8	896.8	-118.76	19.69
HFO SETT. (P)	42.0-45.0	87,9	86,1	85.3	-104.76	17.98
HFO SERV. (P)	39.0-42.0	84,4	82,7	81.9	-101.26	18.23
TOTAL		4196,9	4112,8	4071.9	-112.11	18.67
DIESEL OIL						
MDO STOR. (S)	24.0-47.0	130,5	127,9	115.1	-108.51	1.50
MDO STOR. (P)	24.0-43.0	98,6	96,6	87.0	-110.18	1.56
MDO SERV. (P)	34.0-37.0	37,0	36,3	32.7	-111.26	21.19
TOTAL		266,1	260,8	234.8	-109.51	4.35
LUB. OIL TANKS						
MAIN LO SUMP.	23.0-36.0	35,4	34,7	31.2	-116.38	1.40
(C)						
CYL. OIL STOR (P)	42.0-47.0	70,7	69,3	62.4	- 21.41	
M.L. STOR (P)	36.5-39.0	30,9	30,3	27.3	- 21.31	
M.L. SETT. (P)	39.0-42.0	37,1	36,4	12.7	- 21.31	
G/E LO STOR (P)	42.0-44.0	6,7	6,6	5.9	- 20.26	
TOTAL		180,8	177,3	159.5	- 17.41	
OTHER TANKS						
BILGE H.T. (C)	14.0-22.0	43,4	42,5	42,5	- 1.41	
OILY B.T. (P)	17.0-22.0	24,5	24,0	24,0	- 1.46	
FO OVERFLOW (P)	43.0-47.0	35,5	34,8	34,8	- 1.40	
SLUDGE (P)	34.0-44.0	19,8	19,4	19,4	- 10.87	
C.W.T. (C)	8.2-14.0	53,3	52,2	52,2	- 3.88	
TOTAL		176,5	172,9	172,9	- 3.21	

Продовження табл. 1.3

1	2	3	4	5	6	7
FRESH WATER						
	LOCATION	CAPACITIES		CENTER OF GRAVITY		
		100% FULL		L.C.G FROM MIDSHIP		V.C.G. ABOVE B.L.
	FRAMES	cub. M	MT	M	M	
FWT (S)	6.0-14.0	312,6	312,6	-131.49	21.98	
FWT (P)	10.0-14.0	169,1	169,1	-130.03	21.96	
DWT	8.0-10.0	65,9	65,9	-132.45	22.35	
TOTAL		547,6	547,6	-131.15	22.01	
BA]		LLAST				
FPT	316.0-334.0	3174,7	3254.1	133.74	10.30	
No 1 T/S & D/B WBT (S)	286.0-316.0	2154,0	2207.8	115.02	9.85	
No 1 T/S & D/B WBT (P)	286.0-316.0	2154,0	2207.8	115.02	9.85	
No 2 T/S & D/B WBT (S)	226.0-286.0	5698,9	5841.4	77.34	10.64	
No 2 T/S & D/B WBT (P)	226.0-286.0	5698,9	5841.4	77.34	10.64	
No 3 T/S & D/B WBT (S)	166.0-226.0	5791,9	5936.7	26.07	10.54	
No 3 T/S & D/B WBT (P)	166.0-226.0	5791,9	5936.7	26.07	10.54	
No 4 T/S & D/B WBT (S)	106.0-166.0	5766,0	5910.1	-25.41	10.60	
No 4 T/S & D/B WBT (P)	106.0-166.0	5766,0	5910.1	-25.41	10.60	
No 5 T/S & D/B WBT (S)	47.0-106.0	5230,9	5361.6	-76.19	12.03	
No 5 T/S & D/B WBT (P)	47.0-106.0	5230,9	5361.6	-76.19	12.03	
APT	-6.4-14.0	1512,4	1550.2	-134.54	16.12	
No 6 HOLD (FLOODABLE)	136.0-169.0	22019,2	22569.7	-11.83	13.35	
TOTAL		75989,7	77889.4	7.23	11.65	

6.Вантажна шкала наведена у таблиці 1.4

Таблиця 1.4 — Вантажна шкала.

DISPLACEMENT (MT)	DED WEIGHT (T)	DRAFT (M)	TONS PER 1 CM (MT)	MOMENT TO CHANGE TRIM 1 CM (MT-M)
198000	175000	18	120.5	2510
186000	164000	17	119.7	2470
174000	152000	16	119	2420
162000	140000	15	118	2362
150000	128000	14	116.8	2290
138000	112000	13	115.5	2220
126000	101000	12	114.3	2150
116000	90000	11	112.9	2070
104000	79000	10	111.6	2005
93000	68000	9	110.5	1950
82000	57000	8	109.4	1900
71500	46500	7	108.3	1850
60000	36000	6	107.3	1807
50000	25500	5	106	1760
39500	16500	4	104.6	1710
29000	5000	3	102.7	1640
18000		2	101.2	1540

1.3 Маневрені характеристики і лоцманська картка

Дані про маневрені характеристики, дані по якірного ланцюга, по роботі рульового пристрою, збільшення опади, дані про діаметр повороту і т.д. представлені на рис. 1.3 і 1.4 "Wheelhouse poster"

Дані про гальмівному шляху - Stopping characteristics - наведені на рис. 1.5 в вигляді лінійних графіків, складених для стану судна в вантажу і в баласті, відповідно до рекомендацій ІМО

Лоцманська картка розглянутого судна приведена на рис. 1.6.

1.4 Навігаційне обладнання

1. Дані всіх технічних засобів навігації (ТСН) судна (електрорадіонавігаційної прилади та системи) представлені в таблиці 1.5

Таблиця 1.5 - Технічні засоби навігації

Пристрій, система	Тип, марка	Кіл-ть	Рік виг.	Місце встановлення
Магнітний компас	Hokushin	2	2003	Пеленгаторна
Гірокомпас (ГК)	Hokushin	1	2003	(1) Навиг.мостик (2) Гірокомпасна
Радиолокатор (САРП)	Furuno	2	2003	Навиг.мостик
Ехолот	Furuno	1	2001	Навиг.мостик
Лаг	JRC	1	2003	Навиг.мостик
GPS	FURUNO	2	2002	Навиг.мостик
АИС	JRC	1	2003	Навиг.мостик
GMDSS	IZUMI-900	1	2000	Навиг.мостик

2. Виконана в масштабі, схема розташування ТСН і пультів на ходовому містку (вид зверху) представлена на рисунку 1.7

3. Таблиця девіації магнітного компаса із зазначенням коефіцієнтів, місця і часу складання цієї таблиці на малюнку 1.8.

TURNING CIRCLES AT MAX. RUDDER ANGLE

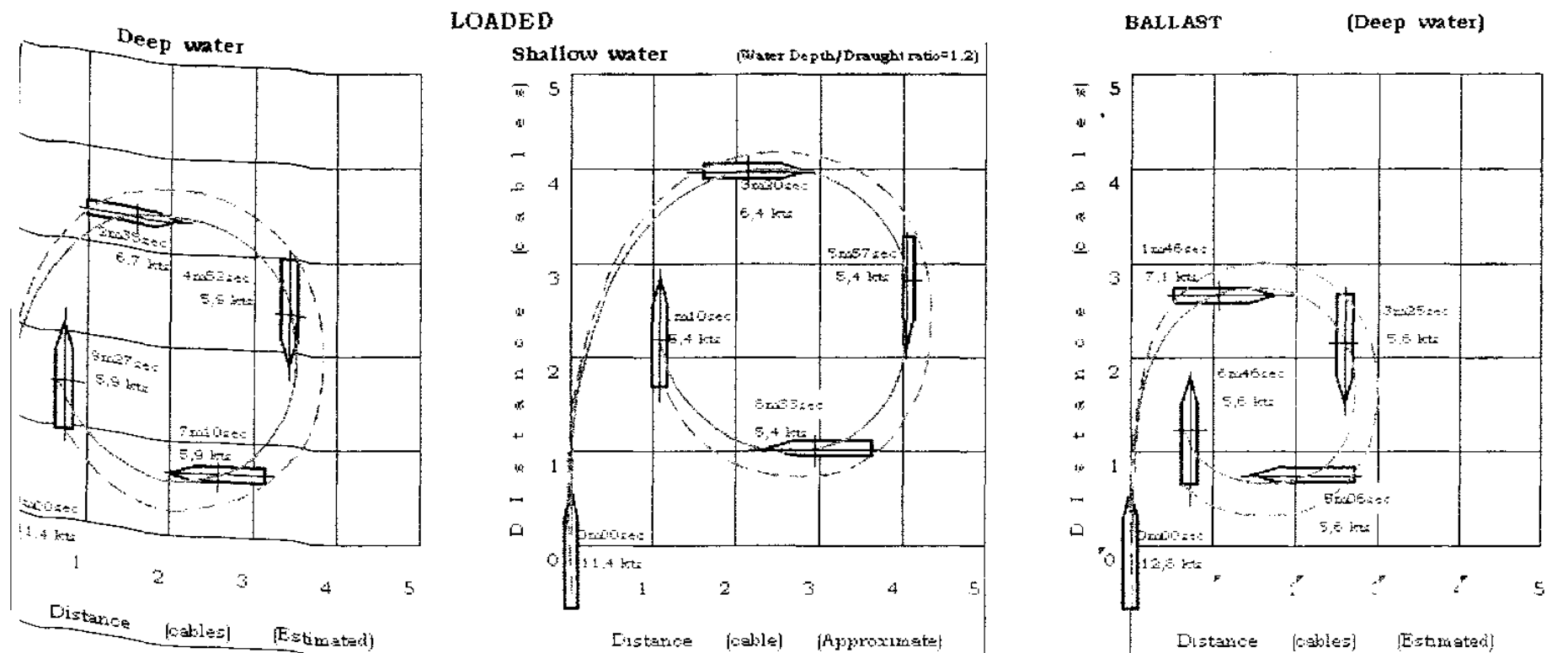


Рисунок 1.3- Маневрені характеристики т/х «CORINTHIANS PHOENIX»

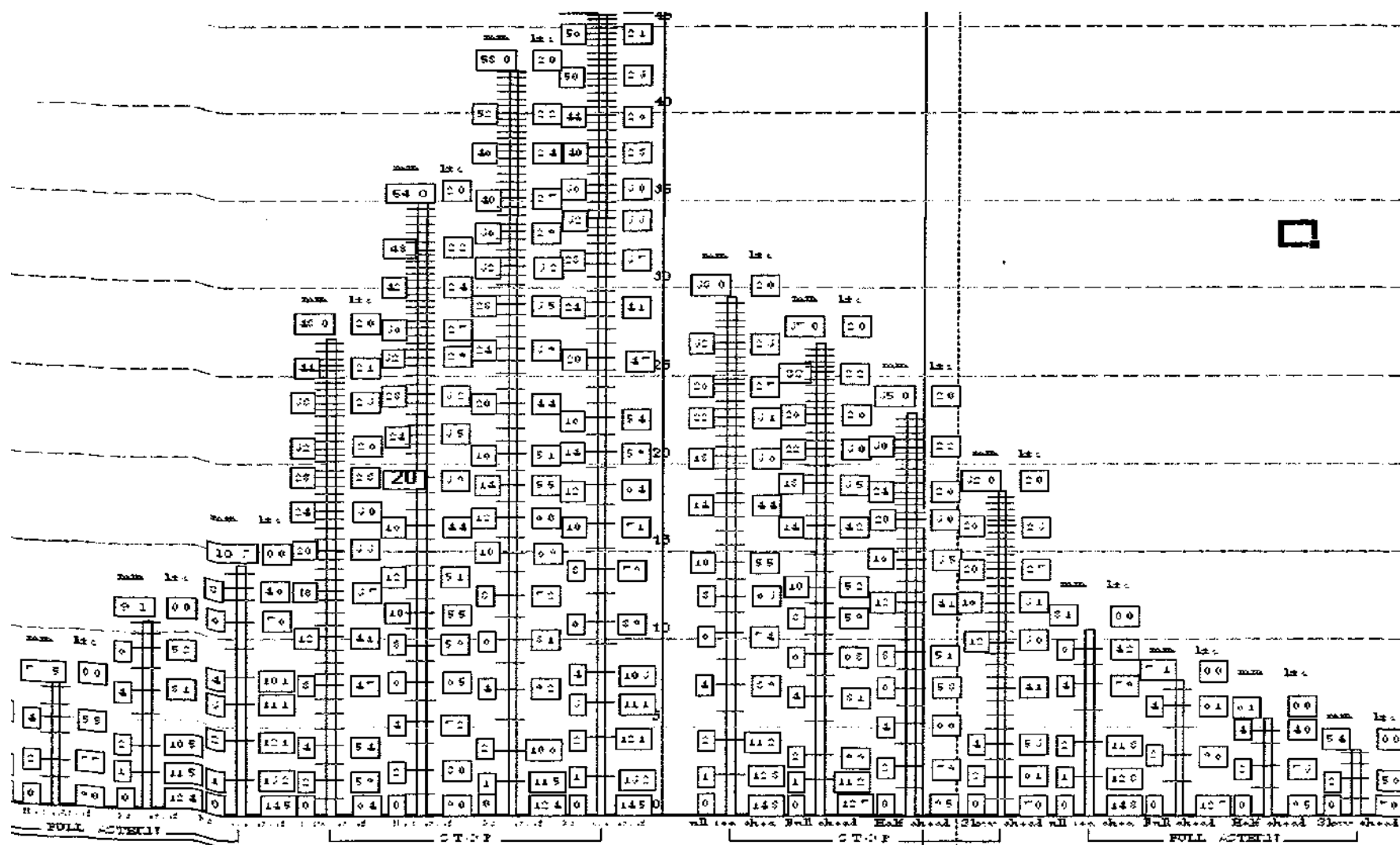


Рисунок 1.5. Тормозні характеристики т/х «CORINTHIANS PHOENIX»

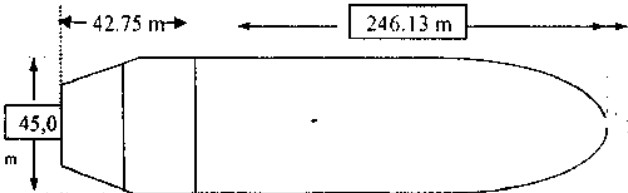
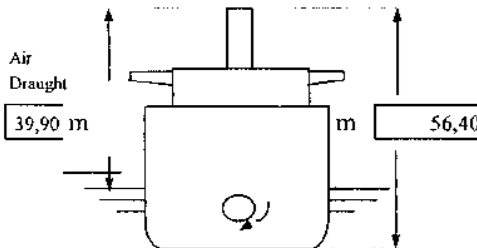
	TECTO NV PILOT CARD	Bridge Procedures Guide Part A Annex A3				
SHIP's PARTICULARS:						
Name: CORINTHIANS PHOENIX		PORT: in/out				
Displacement: 179518,1 tonnes		Deadweight: 156450,6 tonnes				
Length OA 288,88 m		year built 2009				
Breadth 45,00 m	Bulbous bow YES					
Draught fwd 16,76 (m)	Draught aft 17,51 (m)	Draught amidships 17,16 (m)				
Port anchor 13 (shackles)	Stbd anchor 14 (shackles); (1 shackles = 27.5m)					
 Parallel W/L <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>loaded</td> <td>17,73 m</td> </tr> <tr> <td>Ballast</td> <td>9,88 m</td> </tr> </table> 			loaded	17,73 m	Ballast	9,88 m
loaded	17,73 m					
Ballast	9,88 m					
ENGINE:						
Type: Hyundai - MANB&W		Maximum power 16860 kW 22900 (HP)				
	rpm / pitch	loaded speed				
full ahead	76	15 kts				
half ahead	61	12,6 kts				
slow ahead	40	7,7 kts				
Dead slow ahead	31	5,3 kts				
Dead slow astern	31					
slow astern	40					
half astern	61					
full astern	76	100 (% of full ahead power)				
Engine critical rpm	42 - 51	Maximum number of consecutive starts 12				
Time full ahead to full astern	20'6" (sec)	Time limit astern (min)				

Рисунок 1.6 - Лоцманська картка

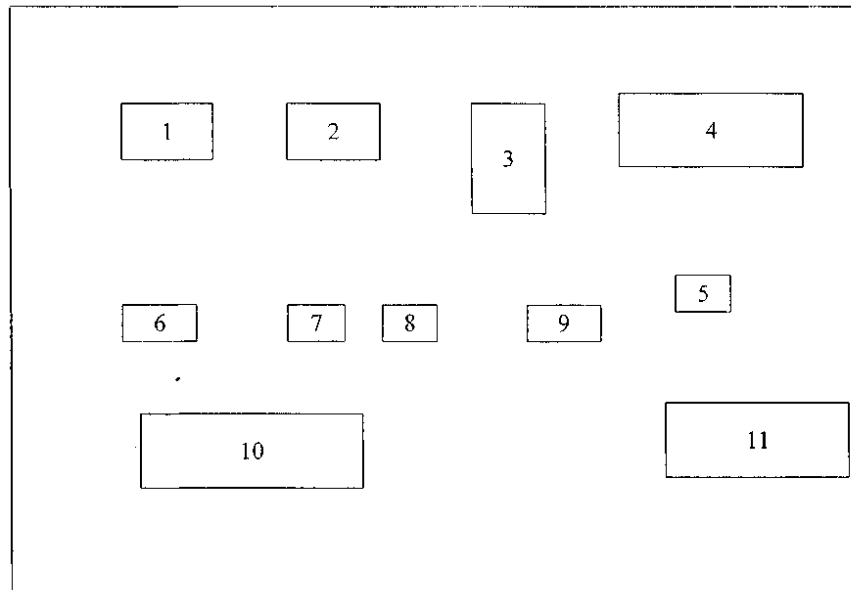


Рисунок 1.7 - Схема розташування ТСН та пультів на ходовому містку

САРП

САРП

Авторулевий, Гірокомпас

ДАУ енергетичної установки

Лар

Эхолот

GPS-1

GPS-2

АИС

Штурманський стіл

GMDSS

<i>COURSE</i>	δ	<i>COURSE</i>	δ
10	1.4	190	0.4
20	1.4	200	0.2
30	1.4	210	0.0
40	1.5	220	-0.1
50	1.6	230	0.0
60	1.7	240	0.1
70	1.9	250	0.3
80	2.1	260	0.5
90	2.3	270	0.8
100	2.4	280	1.0
110	2.5	290	1.3
120	2.4	300	1.5
130	2.3	310	1.6
140	2.1	320	1.7
150	1.8	330	1.7
160	1.5	340	1.7
170	1.1	350	1.6
180	0.8	360	1.5

<i>POSITION OF CORRECTORS</i>		
Fore & aft magnets	Port	Nil
	Starboard	Nil
Athwardship magnets	Fore	2 ██████
	Aft	1 ██████
B	2.8	Red
C	2.1	White

<i>COEFFICIENTS</i>	
A	1.338
B	0.748
C	0.37
D	-0.625
E	-0.2

Рисунок 1.8 - Таблиця девіації магнітного компаса

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

Усяке плавання судна містить у собі елементи ризику, де під ризиком розуміють ймовірність несприятливого результату запланованої дії. До початку кожного рейсу капітан і його помічник повинні чітко уявляти, наскільки ризиковано передбачуване плавання. Тільки ретельне планування може дозволити заздалегідь передбачити і допомогти уникнути небажаних подій. Якщо можливі альтернативи, то ці ризики оцінюють при плануванні і знаходять компромісне рішення, так як рівень ризику часто протистоїть комерційної доцільності.

Збір інформації й оцінка на її основі майбутнього плавання є найбільш важливою частиною планування переходу, так як на цьому етапі повинна бути вивчена вся відносно до рейсу інформація і покладена надійна основа для планування. Квапливість у прагненні почати планування рейсу якнайшвидше, без достатньої на те інформації, не повинна заохочуватися. Час, витрачений на збір інформації та оцінку майбутнього плавання, пізніше окупиться сторицею.

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

- Міжнародна Конвенція з охорони людського життя на морі 1974 р. (SOLAS-74), Розділ V «Безпека мореплавства»;
- Конвенція та кодекс з підготовки і дипломування моряків та несення вахти (STCW-78 з поправками), Розділ VIII;
- Резолюція ІМО А.893(21) – 1999 р. «Керівництво по плануванню рейсу»;
- Рекомендації по організації штурманської служби на морських судах України – 1998 р.;

- Bridge Procedures Guide, 5th Edition, 2016;
- Bridge Team Management, 2nd Edition, 2004.

Рішення капітана для забезпечення безпечного плавання будуть ґрунтуватися на оцінці доступної інформації, яка може бути зібрана з наступних джерел, частина цієї інформації і посилення щодо її застосування вказані в таблицях пояснювальної записки:

- Каталог карт і книг (catalogue of admiralty charts and publications) NP 131;
- Навігаційних карт (charts);
- «Океанських шляхів світу» (ocean passage for the world);
- Маршрутних або лоцманських карт (routeing charts, pilot charts);
- Лоцій (pilot books, sailing directions);
- Таблиця припливів (tide tables);
- Довідник по маяках (admiralty list of lights and fog signals);
- Атласів приливних течій (tidal stream atlases);
- Повідомлень мореплавцям (notices to mariners);
- Інформації про встановлені шляхах (ship's routeing);
- Інформації про радіосигналах (radio signal information);
- Інформації про кліматичні умови (climatic information);
- Карт-схем обмежень по вантажну марку (load-line charts);
- Таблиць відстаней (distance tables);
- Електронних систем навігаційної інформації (electronic navigation systems handbooks);
- Радіонавігаційних попереджень та місцевих повідомлень (radio and local warnings);
- З джерел судновласників та іншої неопублікованої інформації (owner's and other information);
- Осадка і остійність судна (draught and stability of ship);
- Особистого досвіду (personal experience);
- «Керівництва для моряків» (The Mariner's Handbook - NP 100) та інших

посібників.

Планування переходу складається з двох етапів: Трансокеанські перехід і відкриті води;

Існують чотири стадії планування безпечного переходу:

I. Appraisal (Оцінка).

II. Planning (Планування).

III. Execution (Виконання).

IV. Monitoring (Контроль).

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

2.2 Оцінка запланованого переходу

Приведемо конкретну інформацію, що відноситься до опрацьовуваного переходу, що відповідає етапу "Passage Plan Appraisal". Для цього проведемо підбір навігаційних і допоміжних карт, посібників і публікацій на заданий перехід по Каталогі Адміралтейських карт і публікацій (Catalogue of Admiralty Charts and Publications) щорічно видаваних Гідрографією Великобританії.

У суднову колекцію входять:

-навігаційні морські карти - генеральні, шляхові, часні та плани по районах плавання судна;

-НМК масштабу 1: 2000000 слід мати на всі можливі варіанти плавання судна;

РНК якщо на судні мають відповідні приемоіндикаторні пристрої;

-КВВП - масштаб 1: 5 000 - 1: 100 000 - для забезпечення плавання по внутрішніх шляхах;

-Допоміжні карти (ВК); довідкові карти (СК) і номограми;

-карти-сітки (в проекції Меркатора в масштабах 1: 200 000 - 1: 1000000 на яких оцифровуються тільки паралелі) для забезпечення судноводіння при плаванні у відкритих частинах морів і океанів;

-карти РНС, що містять відомості про розташування і зонах дії РНС і точності визначення місця при їх використанні;

-карти гідрометеорологічних елементів для довідок про течіях, заворушеннях, припливах, льодах, вітрах, туманах, про небезпечні гідрометеорологічні явища і т. д .

Відомості про підібрані карти і книги зведені в таблиці 2.1 і 2.2.

Таблиця 2.1 – Перелік карт на перехід

Тип карти	Cell No.	Назва карти	Дата випуску
1	2	3	4
Генеральні карти	4071	Indian Ocean Northern Part	07.2021
	4706	Bay of Bengal	09.2011
	4707	Maldives to Sumatera	07.2020
Путьові, частні карти и плани	136	Haldia Port	04.2017
	135	Hugli River – Sagar Roads to Kukrahatti Reach	08. 2016
	123	Approaches to Hugli River	08. 2014
	829	Bay of Bengal – Northern Part	04. 2018
	827	Bay of Bengal – Southern Part	05.2016
	830	Andaman Sea	05.2014
	2777	Indira Point to Teluk Aru and Ujung Kareueng	06.2016
	1353	Tanjubg Jamboaye to Permatang Sedapa (One Fathom Bank)	08.2013
	3946	Port Klang to Melaka	12.2019
	3947	Melaka to Singapore Strait	02.2019
	3833	Singapore Strait – Western Part	12.2019
	4039	Western Approaches to the Main Strait	12.2021
	4035	Western Anchorage, Jong Fairway and Cruise Bay	10.2020

	4034	East Jurong Channel, Pasir Panjang Terminal and West Keppel Fairway	11.2020
Допоміжні карти	5102	Mooring and Manoeuvring Board	2005
	5118	Singapore Strait and Eastern Approaches	1998
	5502	Mariners Routeing Guide – Malacca & Singapore Straits	2014
	D.6083	The Word - Load Line Regulations - Zones, Areas and Seasonal Periods	2011
	5006	The World - Time Zone Chart	2016
	5307	The World - Main Ocean Routes : Power Vessels	2015
	5310	The World - General Surface Current Distribution	1995
	5000	Azimuth Diagram - modified Weir(Lat. 0° to 65°)	1998
	5084	Co - tidal and Co - range lines - Malacca Strait	2017

Таблиця 2.2 – Перелік публікацій на перехід

NP No	TITLE
1	2
SAILING DIRECTIONS	
36	Indonesia Pilot, Vol. I West coast of Jawa, the north coast of Jawa eastwards to Tanjung Awarawar, the south and east coasts of Sumatera, Selat Sunda, Selat Bangka, the south and west coasts of Kalimantan from Tanjung Putting to Pulau Pontiank, Pulau-pulau Lingga and Riau, with the various routes leading to Singapore and South China
44	Malacca Strait and West Coast of Sumatera Pilot. Malacca Strait and its northern approaches, Singapore strait, the west coast of Sumatera and including Cocos Islands
21	Bay of Bengal Pilot. East coast of India north of point Calimere, the coast of Bangladesh, the coast of Burma, the west coast of Thailand from Pakchan River Chong Pak Phra; Andaman Islands and Nikobar Islands
ADMIRALTY LIST OF LIGHTS AND FOG SIGNALS	
79	List of Lights, Volume F – Bay of Bengal and Pacific Ocean, north of the Equator

Продовження табл. 2.2

1	2
83	List of Lights, Volume K – Indian and Pacific Oceans, south of the Equator
ADMIRALTY LIST OF RADIO SIGNALS	
281(1)	Part 1, Maritime Radio Stations: Europe, Africa and Asia (Excluding Far East)
282	Volume 2 – Radio Navigational Aids, Electronic Position Fixing Systems and Radio Time Signals
283(1)	Part 1, Maritime Safety Information Services: Europe, Africa and Asia (Excluding Far East)
284	Meteorological Observation Stations
285	Global Maritime Distress and Safety System(GMDSS)
286(4)	Part 4, Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations: Asia and Australasia
288	Satellite Navigation Systems
ADMIRALTY TIDE TABLES	
203	Indian Ocean and South China Sea(Including Tidal Stream Tables)
ASTRONOMICAL PUBLICATIONS	
314-00	Nautical Almanac
303 (4)	Sight Reduction Forms (H.494)
323	Star Finder and Identifier
MISCELLANEOUS PUBLICATIONS	
100	The Mariners Handbook
136	Ocean Passages for the World(4th Edition, 1987)
131	Catalogue of Admiralty Charts and Publications
735	IALA Maritime Buoyage System, Edition 5 1994
5011	Symbols and Abbreviations used on Admiralty Charts, Edition 2
Fairplay - World Shipping Encyclopedia	
Ports Guide	

2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

Необхідно проаналізувати, описати та систематизувати навігаційну інформацію, що передається за допомогою GMDSS та факсимільних гідрометеорологічних карт.

За допомогою посібника ALRS 283 використовуємо інформацію щодо факсимільних карт погоди та зводимо її до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

N з/п	Радіо станція	Позначення і межі карти	Зміст передачі	Час передачі
1	New Dehli	A 1:20 000 000 45°N 30°E; 45°N 125E° 25°S 30°E; 25°S 125E° B 1:20 000 000 40°N 30°E; 40°N 125E° 0°30°E; 0° 125E°	Surface analysis Significant Weather Prognosis for period 0300-1500 for period 0900-2100 for period 1500-0300 for period 2100-0300	0011(18) 0634(06) 1820(12) 0130(18) 0834(00) 1324(06) 2040(12)
2	Beijing	A1 1:30 000 000 N Hemisphere F 1:20 000 000 43°N 41°E; 20°N 160E° 5°S 33°E; 4°S 130E°	36&48 hour surface prognosis 48 hour surface prognosis	0134(12) 0428(18)

Для прийому текстової інформації про погоду - прогноз, аналіз, метеопопереджень, - зазвичай не підбирають спеціальних станцій, оскільки випуски NAVAREA і NAVTEX містять її в достатній кількості. З посібника ALRS 285 вибираємо інформацію про райони NAVAREA і станціях NAVTEX по маршруту переходу. Дані зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 - Райони NAVAREA, станції NAVTEX на переході

N з/п	Ділянка переходу	Район NAVAREA	Станції NAVTEX	Координатор NAVAREA
1	Бенгальська Затока	VIII	Madras[P]	India
2	Малаккська протока	XI	Penang [U]	Malaysia
3	Сінгапур	XI	Singapore(Jurong) [C]	Singapore

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

Таблиця 2.5 - Зв'язок на переході

N п/п	Станція	Спосіб Зв'язку	Канали, частоти	Примітка
1	Haldia Pilots & Port	VHF	69, 72 16	Approach, berthing, unberthing. Cargo Operations Ch16 H24
2	Singapore Pilots and Port	VHF	16; 12; 13; 09	Call sign, name of ship, IMO number, Next port of Call, ETA, LOA, Draught

Таблиця 2.6 – СУРС по маршруту переходу

№	Traffic separation scheme	Station	VHF	Reporting point description
1	Hugli River	Hugli River VTS	66, 16	Reporting system area H24, Mandatory report
2	Singapore Strait	VTIS west(STRAIREP) sector 1-9	14, 10, 22, 12, 20	Reporting system area H24, Mandatory report

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

2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

Аналіз гідрометеорологічних умов по маршруту плавання виконується за період (місяць) переходу, що проробляється. Для цього використовуються середні багаторічні дані, які наведені в Атласах океанів, кліматологічних, гідрографічних і океанографічних посібниках, Pilot Chart (Інтернет-сайт www.passageweather.com).

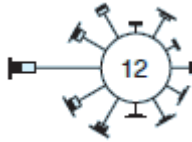
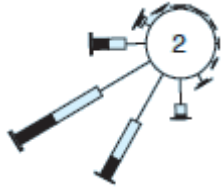
Умови для плавання уздовж північно-західного узбережжя Африки в грудні в цілому задовільні. Зима тепла, дощова, з великою хмарністю, слабкими і помірними вітрами змінних напрямків, які іноді посилюються до штормових. Труднощі для плавання можуть виникнути в північній частині району при проходженні внутропічних циклонів, коли спостерігаються шторми, погіршення видимості і посилення хвилювання. Плавання проходить в тропічній та субтропічній зонах, в грудні відзначається прохолодний період, коли середня місячна температура становить 14 -16 ° С у відкритому океані і 12 - 16 ° С на узбережжі і островах.

Гідрометеорологічні умови для плавання в грудні в Гібралтарській протоці і море Альборан в цілому сприятливі. Ускладнення для плавання можуть виникнути при штормах і сильному хвилюванні.

Для опису гідрометеорологічних умов необхідно перехід розбити на ділянки (три і більше) в залежності від відстані між портами. Необхідні данні вносимо в таблиці 2.7, 2.8.

Південно-західна частина Середземного моря. Район розташований в субтропічній зоні. Гідрометеорологічні умови для плавання в грудні відносяться до зимового сезону, який тут найбільш дощовий.

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

Характеристики за ділянками	Бенгальська затока			Малаккська протока			Сінгапур		
Атмосферний тиск, гПа	1018			1014			1010		
Вітер									
Напрявлення 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	18	4	2	1	-	-	4	-	-
NE	26	12	6	4	-	-	7	-	2
E	6	2	-	3	-	-	7	-	-
SE	7	-	-	4	-	-	14	-	-
S	13	4	-	2	-	-	25	1	-
SW	3	-	-	26	5	1	24	1	-
W	6	5	2	38	9	1	10	2	-
NW	20	8	2	22	7	1	5	-	-
Результуючий вітер	напрявлення, у румбах		NE	напрявлення, у румбах		W	напрявлення, у румбах		SW
	швидкість, м/с		6	швидкість, м/с		7	швидкість, м/с		6
Максимальна швидкість вітру, м/с	спостережена		12	спостережена		12	спостережена		7
	розрахункова		11	розрахункова		11	розрахункова		10
Повторюваність штилів, %	50			55			65		

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

Характеристики за ділянками		Бенгальська затока	Малаккська протока	Сінгапур
Температура повітря, °C		38	32	33
Температура води, °C		26	24	27
Відносна вологість, %		83	78	82
Повторюваність туманів, %		1	1	1
Видимість менше 2 міль		-	-	1
Хмарність, бали		4	5	5
Солоність води, ‰		37	35	35
Щільність води, г/см ³ (або кг/м ³)		1,024	1.025	1.025
Постійні течії	назва	-	Екваторіальне	
	термодинамічна характеристика	тепле	тепле	тепле
	направлення	NW	Е	SE
	швидкість, вузл.	1-2	1	1-2
	стійкість	50-75	50	50-75
Швидкість припливних течій, вузл.		0,5	0,5	1
Висота хвиль, м	середня	2	3	3
	максимальна	3	5	6
Період хвиль, с		5	7	7

2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні

На переході Халдія - Сінгапур в навігаційному відношенні складними є такі ділянки:

- 1.) Вихід з порту Халдія
- 2.) Плавання через Малаккська протока.
- 3.) Підхід до порту Сінгапур.

Згідно з попередньою прокладці на шляху проходження судна буде проходити систему розподілу руху (VTS -vessel traffic system) при русі по

Малаккській протоці і при вході в порт Сінгапур і, також є зони доповіді позицій судна, зони підвищеної уваги при розриві системи поділу руху значна кількість банок, затонулих суден. Тому на переході є місця, де необхідно змінювати курс, щоб уникнути небезпеки. Острови і небезпеки, що обмежують основний фарватер Малаккської протоки. Від обох берегів протоки майже до його середини простираються великі мілководдя з невеликими островами і безліччю піщаних банок. Між крайками цих мілководій проходить основний фарватер протоки з найменшою шириною 4 милі і з глибинами понад 20 метрів. Глибини на протязі переходу, крім підходів до портів і при русі в Малаккській протоці, досить великі, що дозволяє безпечно слідувати в необхідному напрямку. Протягом всього переходу діє система МАМС регіон А (Region A). З урахуванням всіх вище описаних особливостей даного переходу судноводіїв необхідно бути дуже уважними при проходженні всієї ділянки переходу і особливо під час проходження Малаккської протоки.

Порт відходу Халдія (Індія)

Порт Халдія розташований в західній банку Річки Хуглі, 63 милі від лоцманської станції Бухті Бенгалу в 56,6 милях на південь від порту Калькутта.

Цей порт пропонує розміщення для загальних вантажних, масляних танкерів і навалочних суден з рудою і кам'яним вугіллям. Є контейнерний термінал №9 який обслуговує контейнера Ро-Ро і великогабаритні вантажі. Є два гентрі крана вантажопідйомністю 50 тонн і один мобільний кран вантажопідйомністю 30 тонн. Площа контейнерного терміналу становить 79000 м².

1. Координати: 22° 02.0' N 088° 05.0' E. Місцевий час GMT +5.5 годин.

Щільність води 1,020- 25 кг/м³

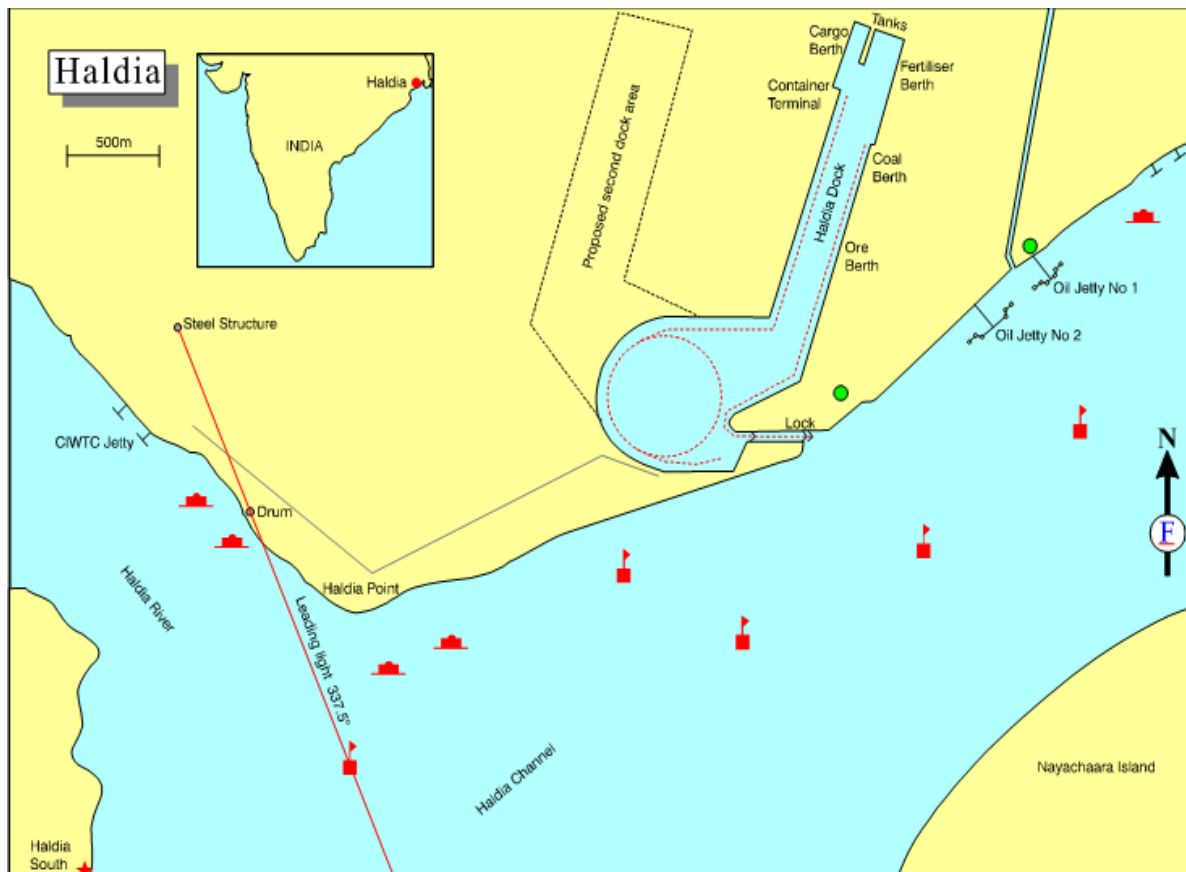


Рисунок 2.1 - Загальний план порту Халдія.

2. Загальна характеристика. Басейн порту Халдія доступний для суден довжиною до 280 метрів з осіданням 15 метрів. Підходи ведуть до р. Хугли, обладнані береговими і плавучими маяками, що світяться і несвітними знаками і вогнями. Проходи і окремі небезпеки захищаються буями. Швидкість приливної і відливної течії, змінюється в залежності від пори року, в липні швидкість течії збільшується до 4-6 вузлів під час паводків. Приливне протягом цього періоду майже не відчувається. При підході до контейнерного терміналу вхід в приливної басейн здійснюється через шлюз. Довжина шлюзу 300 метрів, ширина близько 50 метрів, глибина 12 метрів. Судна довжиною до 240 метрів можуть проходити через шлюз.

Обмеження. Судна з осадкою 12.8 метра можуть проходити через порт Халдей протягом всього року. Судна з більшою осадкою мають деякі обмеження.

3. Якірна стоянка. Якірне місце для великих судів перебуває в гавані Дайамонд-Харбор. Глибина на ньому 11-27 м. У шторм рекомендується ставати на якір на південь від паралелі 21 N на глибинах менше 27 м. Грунт тут мулистий. При постановці на якір необхідно розгорнути судно проти течії, яке в цьому районі має велику швидкість. Найбільш спокійна якірна стоянка знаходиться в районі з глибинами 27-37 м. При постановці необхідно витравити більше якірного ланцюга.

4. Агентування. Balailal Mookerjee & Co.

Адреса SF / S1 Industrial Housing Est.Durga Chak.Haldia 721602.India

Телефон: +91 3224 74461

5 Інформація про прихід.

ЕТА подається на східному світилі на каналі V за 48 і 24 години до прибуття. 48 годинний репорт повинен містити наступну інформацію: порт відходу; порт приходу; найбільше осідання; довжина; ширина; дедвейт. Незалежно від того є на борту УКВ установка чи ні.

Документи необхідні по приходу \ відходу:

1. Список суднових запасів 5 шт.
2. Список особистих речей екіпажу 5 шт.
3. Порт кліренс 1 шт.
4. Судова роль 8 шт.
5. Сертифікат Реєстрації 1 шт.
6. Сертифікат про вантажну марку 1 шт.
7. Радіо сертифікат 1 шт.
8. Сертифікат обладнання безпеки 1 шт.

Немає берегової радіостанції в порту. Повідомлення повинні бути послані через Бахрейн або Сінгапур радіо.

6. Митні та карантинні правила.

Для проходження митного та карантинного контролю необхідно надати всі суднові сертифікати. Вся інформація подається диспетчеру порту за 10 днів до початку вантажних робіт. Для отримання вільної практики по радіо

необхідно передати інформацію про захворюваність екіпажу і лист щеплень у членів екіпажу. Якщо судно прямувало з портів Африки надається додаткова інформація.

7. Ремонт. Ремонт не проводиться. При необхідності ремонт можна зробити в порту Калькутта.

8. Послуги лоцманів. Лоцманська проводка в порту обов'язкова і проводиться 24 години на добу.

Лоцмана можна покликати на 16,12 каналі УКХ або позивним "Sandheads" (VWST) на 16 каналі.

9. Послуги буксирів. Буксири використовуються для введення судів в приливної басейн і для швартовки їх до причалів.

Порт Сінгапур розташований біля Південного берега острова Сінгапур, приблизно в середній частині Сінгапурської протоки. Сінгапур є важливим торговим портом, оскільки ВІН знаходиться на міжнародних морський торговельний шляхах.

Порт Сінгапур складається з двох основних частин: Сінгапурського рейду і гавані Кеппел. Сінгапурський рейд розташований у бухті, що вдається до південного берега острова Сінгапур; на західному березі цієї бухти розташовано місто Сінгапур, проти якого споруджені причальні стінки, пірси і інші портові споруди. Гавань Кеппел знаходиться безпосередньо на захід від Сінгапурського рейду, в протоці між південним берегом острова Сінгапур і островами Лайки і Блаканг - Мати. Уздовж північного берега гавані Сінгапур споруджені добре обладнані причальні стінки, сухі доки і басейни.

Лоцманська проводка. Обов'язкова для входу в порт Сінгапур і виходу з нього. Для підходу до причалів і відходу капітани зобов'язані брати лоцманів.

При підході до порту Сінгапур зі сходу лоцман приймається в 1.3 милі до NE від острова Сакиджанг-Пелепах, при підході з півдня в районі розташованому в 1 милі до E від острова Себарок, а для суден наступних по протоці Синки з W, лоцман приймається в районі, що знаходиться в 1.7 милі до WNW від острова Бусинг.

Лоцманські судна забарвлені у білий колір і несуть біло-червоний прапор, з синьою буквою «Р» в центрі.

Сигнальна станція, що знаходиться на пагорбах Фейбер, передає повідомлення про виклик лоцмана, і тоді один з лоцманів виходить назустріч судну. Лоцмана завжди можна знайти на лоцманській станції, яка знаходиться на причальній стінці 2 в гавані Кеппел.

Постачання. У порту є велика кількість рідкого палива. Тут можна поповнити запаси провізії і прісної води.

Дератизація суден робиться в порту Сінгапур. Тут видаються посвідчення про зроблену дератизацію, а також свідчення про звільнення від неї.

Якірні місця. Сінгапурський рейд розділений на ділянки, відведені для якірної стоянки військових кораблів, для суден, що стоять в карантині, для суден, завантажених вибуховими речовинами, а також для місцевих малих суден каботажного плавання.

Заборонені для якірної стояки райони на Сінгапурському рейді знаходяться до SE від мису Катонг і до NW від південно-західної кромки банки Аутер-шол. Межі цих районів показані на карті.

Якірні місця. На Сінгапурському рейді на якір ставати залежно від розмірів судна і його вантажу.

Судна з великим осіданням можуть ставати на якір між північно-західною кромкою банки Аутер-шол і ізобатою 15 м, що проходить мористею хвилелому Детачед-мол, в секторі між пеленгами 310° і 355° на маяк Фуллертон, глибини здесь 13-22 м; ґрунт, пісок і мул.

Під час південно-західного мусону на рейді іноді бувають сильні шквали, що перешкоджають бункеруванню.

Гавань Кеппел розташована між островом Сінгапур, що обмежує її з N, і сотровами Лайки і Блаканг-Мати, що обмежують її з S.

Східний вхід в гавань обмежений з півночі мисом Пагар, а з півдня скелястою косою Терегех, що виступає від острова Лайки; ширина входу в

гавань 4.5 кбт. У східному вході в гавань лежить велика скеля Тембага і група банок Лайки, що ділять її на три підходи: Північний, Середній і Південний.

Усі доки, причали і інше устаткування належать Управлінню порту Сінгапур, і знаходяться на північній стороні гавані.

Портові споруди складаються з довгих стінок, великого басейну Емпайр, декількох сухих доків і іншого устаткування. На набережних прокладені залізничні колії, споруджені склади, холодильники і інші портові будівлі.

Обидва береги гавані, за винятком тих, де споруджені причали або набережні, облямовані осихаючими рифами. Кромки цих рифів приглуби, глибини досягають 5-7 м.

Стоянка суден на якорі в гавані Кеппел заборонена. Ставати тут можна тільки у разі потреби і при швартовці.

Приливо-відливні течії. У східній частині гавані Кеппел до S від мису Пагар приливна течія йде на NW із швидкістю 2-3 вузла, відливна течія на SE з такою ж швидкістю. На захід від мису Пагар швидкість приливної течії незначна. Цю обставину необхідно враховувати при підході до док, оскільки тут судно може в такому положенні, що його носова частина не випробовуватиме дії течії, тоді як кормова частина ще знаходитиметься під дією сильної течії.

У районі між причальними стінками 3 і 4 приливна течія йде на W із швидкістю 3 вузла. У районі, розташованому до SW від банки Меандер, приливна течія змінює свій напрям на NW, а відливне на SE.

На захід від цього району до S від доків №2 і №1 приливна течія, огинаючи острів Ханту, спочатку йде на W, а потім змінює свій напрям на NW і SW.

У районі між мисами, що обмежують західний вхід в гавань Кеппел, приливна течія йде на W; швидкість його досягає 4 вузлів. Відливна течія в цьому ж районі йде на ENE із швидкістю 3 вузла.

Настанови для входу в гавань Кеппел. Хоча вхід в гавань і вихід з неї особливих труднощів не представляють, проте слід користуватися послугами

лоцмана, оскільки акваторія для розвороту в гавані невелика, а приливо-отливні течії в ній досягають великої швидкості. Щоб розгорнути судно на 180° , іноді доводиться пройти через усю гавань, вийти з неї через інший вхід, розгорнутися за межами гавані і увійти до гавані знову.

Нижче на ринку 2.2 наведено план порту Сінгапур.

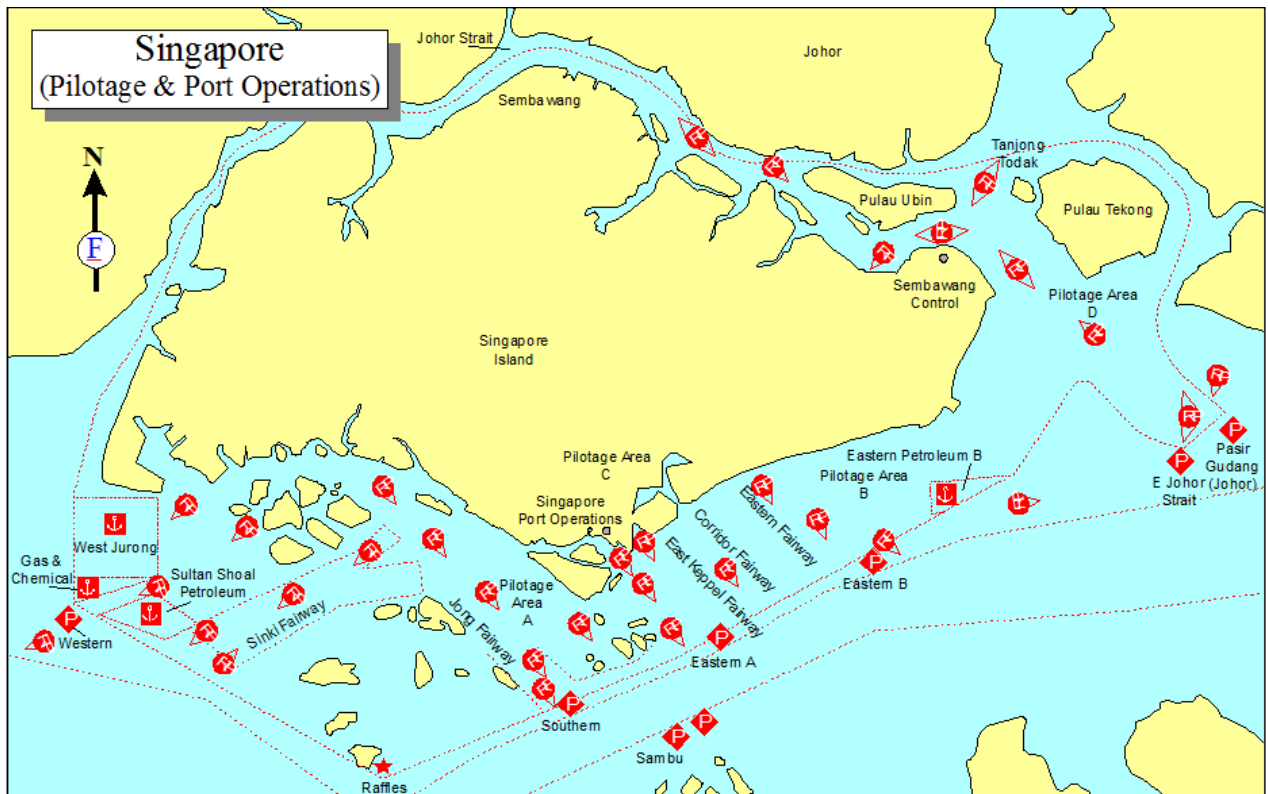


Рисунок 2.2 - План порту Сінгапур

Документи необхідні на прихід/відхід судна :

Ports of Call and Loading List - 2 шт.

Crew Report - 2 шт.

Crew List - 2 шт.

Passenger Report if passengers onboard - 2 шт.

Passenger List if passengers onboard - 2 шт.

Report of Ships Stores - 2 шт.

Crew Effects and Declaration - 2 шт.

Таблиця 2.9 - Засоби навігаційного обладнання

N п/ п	Назва	Координати $\varphi(N)$ $\lambda(E)$	Дальність видимості милі	Хар-ки
1	Dariapur	21°47,7' 87°52,1'	19	Fl(2)20s
2	Sagar I	21°39,3' 88°03,1'	17	Fl3s
3	Permatang Sedepa	2°53,2' 100°59,8'	23	Fl(4)20s
4	T Gabang	2°40,9' 101°29,1'	12	Fl5s
5	P Undan	2°02,9' 102°20,0'	18	Fl(2)15s
6	Sungai Ayam	1°44,8' 102°55,6'	13	Q
7	P Pisang	1°28,2' 103°15,4'	20	Fl10s
8	Pulau Iyu Kecil	1°11,5' 103°21,1'	12	Fl(3)15s
9	Pulau Cula	1°02,4' 103°42,7'	12	Fl(3)15s
10	Padang	1°10,1' 103°52,8'	7	Fl3s
11	Buran	1°15,1' 103°50,9'	4	Fl2,5s

2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1 Розрахунок ортодромії

Коли траса майбутнього плавання включає океанський перехід, вплив погоди і стан моря набувають особливо важливого і нерідко основного значення при виборі безпечного і економічного, з точки зору навігації, шляху судна. При здійсненні такого вибору виникає потреба задовольнити найрізноманітніші запити : перехід має бути для судна безпечним, економічним, протікати у бажані терміни і за найбільш сприятливих зовнішніх умов, сприяючих підлягаючому зберіганню перевезенню вантажів, комфорту пасажирів і екіпажу, мінімальній витраті палива і мастильних матеріалів і т. д. Усі подібні умови перерахувати нелегко, але навіть якщо обмежуватися приведеними вище і вважати їх рівнозначними, то за певних умов погоди і стану моря взагалі неможливо буде знайти той шлях, наслідуючи які судно буде

в змозі виконати поставлені завдання. Тому при виборі найвигіднішого шляху обмежуються завданням якого-небудь одного або декількох найбільш важливих для цього рейсу умов. Маршрут, що якнайкраще задовольняє таким умовам, називають оптимальним шляхом морського судна.

Керівництво «Океанські шляхи світу», Керівництво призначене для полегшення рішення задачі по виборі шляху морського судна між найбільш важливими пунктами Світового океану з урахуванням сезонних змін гідрометеорологічних умов плавання і експлуатаційних якостей судна. На переході генеральну карту укладають в окремий ящик. Суднові номери картам не привласнюють.

При виборі трансокеанського переходу необхідно розрахувати плавання по ортодромії. Існує декілька способів такого розрахунку, перший з них аналітичний.

Для того, щоб нанести ортодромію на Меркаторську проекцію, необхідно знати параметри ортодромії, а по них розрахувати координати проміжних точок. Параметрами ортодромії є: λ_0 - довгота точки перетину з екватором, k_0 - курс в цій точці.

$$tg\left(\frac{\lambda_n - \lambda_k}{2} - \lambda_0\right) = tg\frac{\lambda_n - \lambda_k}{2} \times \sin(\varphi_n + \varphi_k) \times \cos ec(\varphi_n - \varphi_k)$$

де: $(\lambda_n - \lambda_k)$ и $(\varphi_n + \varphi_k)$ - координати точок приходу і відходу.

Курс обчислюється за формулою:

$$ctgk_0 = tg\varphi_n \times \cos ec(\lambda_n - \lambda_0)$$

Знаючи параметри, розрахунок проміжних точок ортодромії можна виконати таким чином: оскільки в нашому випадку ортодромія близька у напрямку до паралелі, то доцільно задавати довготи проміжних точок через 10° і розраховувати їх широти по формулі:

$$tg_i = \sin(\lambda_i - \lambda_0) \times ctgk_0$$

Другий спосіб розрахунку плавання по ортодромії полягає в наступному: використовуються карти гномонічної проекції(штурманський спосіб). Вони

дозволяють прокласти курс між початковою і кінцевою точками шляху, а також визначити початкові курси для плавання через інтервали відповідні різниці довгот 5 і 20°.

У третьому випадку, використовуючи ортодромічну поправку, плавання по ортодромії замінити плаванням по хордах завдовжки 200-300 миль, а координати точок повороту розрахувати по формулах письмового числення.

При розробці плану переходу Халдія - Сінгапур нема трансокеанського переходу, тому приведемо приклад розрахунку ДВК.

Розрахунок проведемо від точки $\varphi_n = 05^\circ 26' N$, $\lambda_n = 80^\circ 33' E$ до точки $\varphi_k = 06^\circ 00' N$, $\lambda_k = 95^\circ 32' E$.

Розраховують локсодромічний курс:

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

Обчислюють довжину локсодромії:

$$Sl = PШ \times \sec k_{\text{л}}$$

Таблиця 2.10 - Розрахунок локсодромії

φ_k	06°00' N	λ_k	95°32' E	PMЧ	34
φ_n	05°26' N	λ_n	80°33' E	K	88°
PШ	34	PД	899	S	895

Визначити довжину ортодромії:

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

$$D = 895 \text{ миль}$$

Доцільність плавання по ортодромії дорівнює:

$$\Delta S = S_{\text{л}} - D = 895 - 895 = 0 \text{ миль}$$

Плавання по ортодромії не вигідно

Виконаємо розрахунок плавання по ортодромії:

знаходимо λ_0 :

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\lambda_n - \lambda_k}{2} - \lambda_0\right) = \operatorname{tg} \frac{PД}{2} \times \sin 2\varphi \times \operatorname{cosec} PШ$$

Обчислюємо k_0

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

$\Rightarrow$

Таблиця 2.11 - Курси і відстані при плаванні по ортодромії

N	Широта	Довгота	Курс	Відстань
1	5° 39 N	85° 00.0 W	87	266
2	5° 50 N	90° 00.0 W	88	299
3	6° 00 N	95° 32.0 W	88	330

2.3.2 Складання маршрутних листів

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

2.3.3 Графічний план переходу

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

[illegible]

Рисунок 2.3 – Маршрутний лист

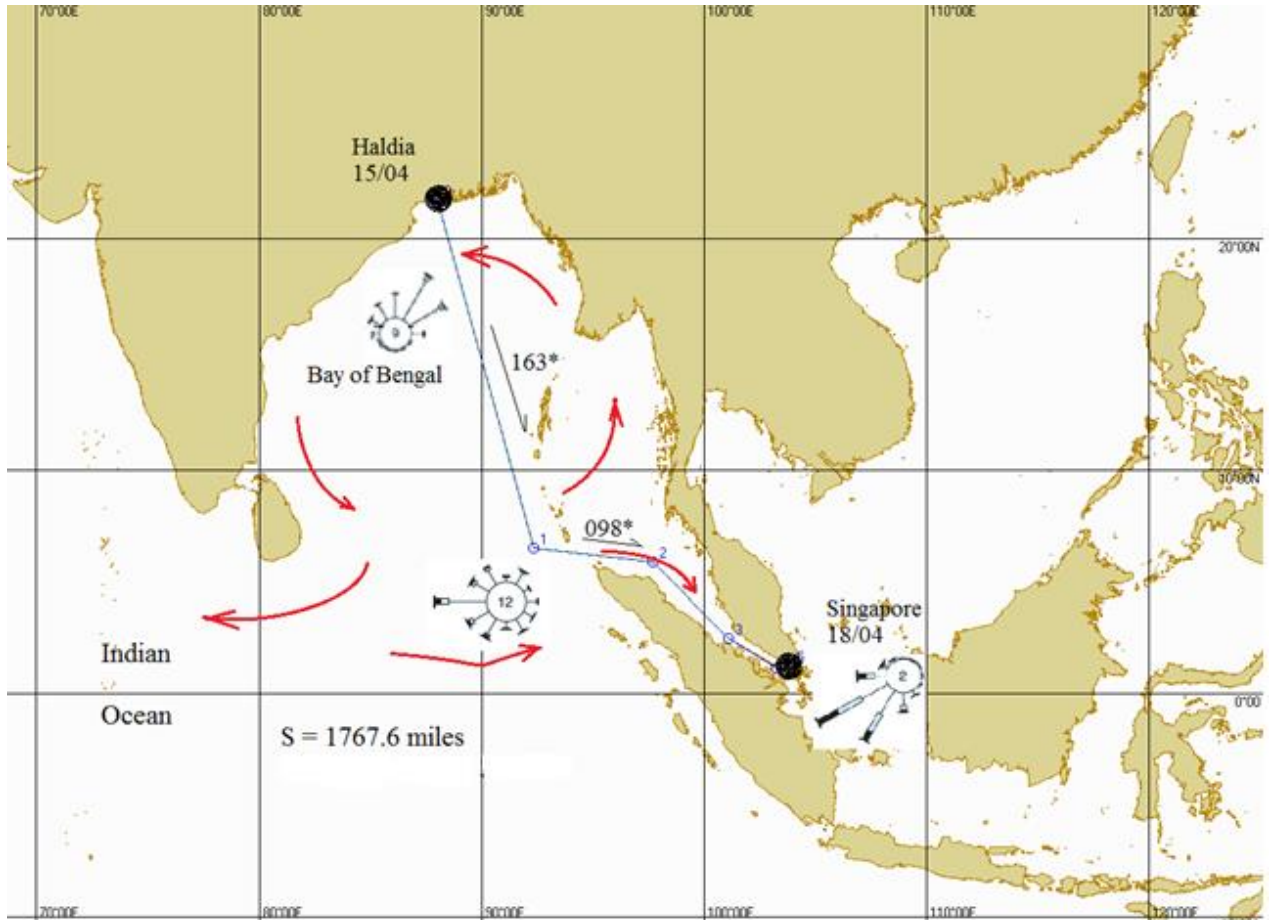


Рисунок 2.4 – Графічний план переходу

2.3.4 Розрахунок природної освітленості

Розрахунки освітленості виконують двома послідовними наближеннями:

- за широтою φ і датою запланованого плавання виберемо з Nautical Almanac без інтерполяції моменти місцевого середнього часу (LMT) сходу і заходу Сонця і Місяця.

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

Далі розраховуються по Nautical Almanac моменти (ZT) явищ, характеризуючих освітленість (користуючись для інтерполяції таблицями:

"Conversion of ARC to Time" і "Tables for Interpolating Sunrise, Moonrise, etc".
Результати вносять в таблицю.

По широті місця судна φ і схиленню Сонця δ на моменти його сходу і заходу по формулі $\tan A$ розрахуємо азимути Сонця (Z) при сході і заході, які також внесемо до таблиці 2.12.

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

Місцевий час явища переводять у Грінвічний:

$$\text{GMT} = \text{Correct LMT} \pm \text{Longitude}.$$

Грінвічний час явища переводять в судновий:

$$\text{ZT} = \text{GMT} \pm \text{ZD}.$$

У таблиці 2.12 приведено елементи освітленості на початок, середину та кінець рейсу.

Таблиця 2.12 – Елементи освітленості

Дата	Почато к навіга- ційних сутінкі в	Солнце				Кінець нав. сутін ек	Луна		
		схід		Захід			Схід Тс	Вік дні	Захід Тс
		Тс	А	Тс	А				
15/04	04:39	05:33	67	18:54	293	19:47	16:43	11	02:37
16/04	04:39	05:32	67	18:35	293	19:26	17:15	12	03:26
18/04	05:31	06:19	69	18:39	291	19:27	19:31	15	06:55
19/04	05:27	06:15	69	18:20	291	19:07	19:55	16	07:38

2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

Під приливними явищами у Світовому океані розуміють динамічні і фізико-хімічні процеси у водах морів і океанів, викликані приливообразуючими силами. Приливами називають приливні коливання рівня моря — висота

поверхні моря, вільна від впливу вітрових хвиль і брижів і вимірюваною відносно умовного горизонту(нуль урвовного поста).

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

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

У будь-якому пункті Землі рівень моря постійно змінюється. Причини впускених коливань можуть бути короткочасними і позовними. Останні обумовлюються, головним чином, підйомами і опусканнями суші; вони незначні за величиною і прямого стосунку до безпеки мореплавання не мають. Короткочасні коливання рівня моря можуть носити регулярний(періодичний) і випадковий(неперіодичний) характер. Регулярні коливання рівня викликаються: приливообразуючими силами Місяця і Сонця(приливні коливання); вітрами, що періодично змінюються; річним ходом опадів; випаром; стоком континентальних вод(сезонні коливання) та ін. Випадкові коливання рівня відбуваються під впливом вітру, що неперіодично змінюється, від різкої зміни атмосферного тиску.

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

Таблиця 2.13 - Час настання повних і малих вод.

Халдія	14.04				15.04			
	тп	һп	тм	һм	тп	һп	тм	һм
Основний пункт	07:06 19:35	4,7 4,5	00:44 13:44	2,0 1,9	08:03 20:31	5,0 4,8	01:57 14:41	1,6 1,6
Сезонна поправка		-0,2		-0,2		-0,2		-0,2
Виправлення для додаткового пункту	+00:51	+0,5	+01:36	-0,1	+00:51	+0,5	+01:36	-0,1
Сезонна поправка		+0,2		+0,2		+0,2		+0,2
Додатковий пункт із сезонною поправкою	07:54 20:36	+5,2 +5,0	02:20 15:20	+1,9 +1,8	08:54 21:22	+5,5 +5,3	03:33 16:17	+1,5 +1,5
Сінгапур	18.04				19.04			
	тп	һп	тм	һм	тп	һп	тм	һм
Основний пункт	02:35 15:35	2,5 2,4	09:01 21:39	0,5 0,9	03:26 16:13	2,3 2,4	09:37 22:33	0,7 0,8
Сезонна поправка		+0,1		+0,1		+0,1		+0,1

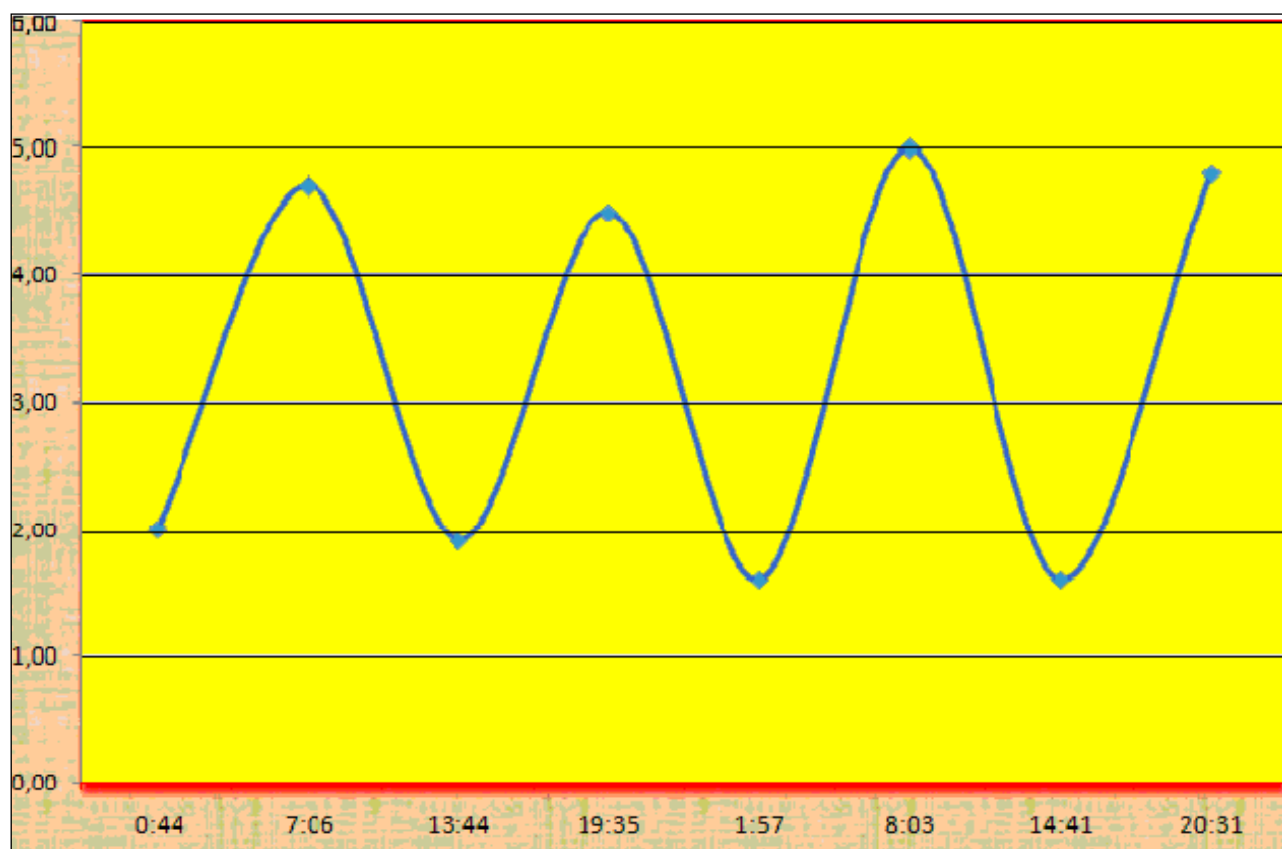


Рисунок 2.5 - Графік припливів порту Халдія

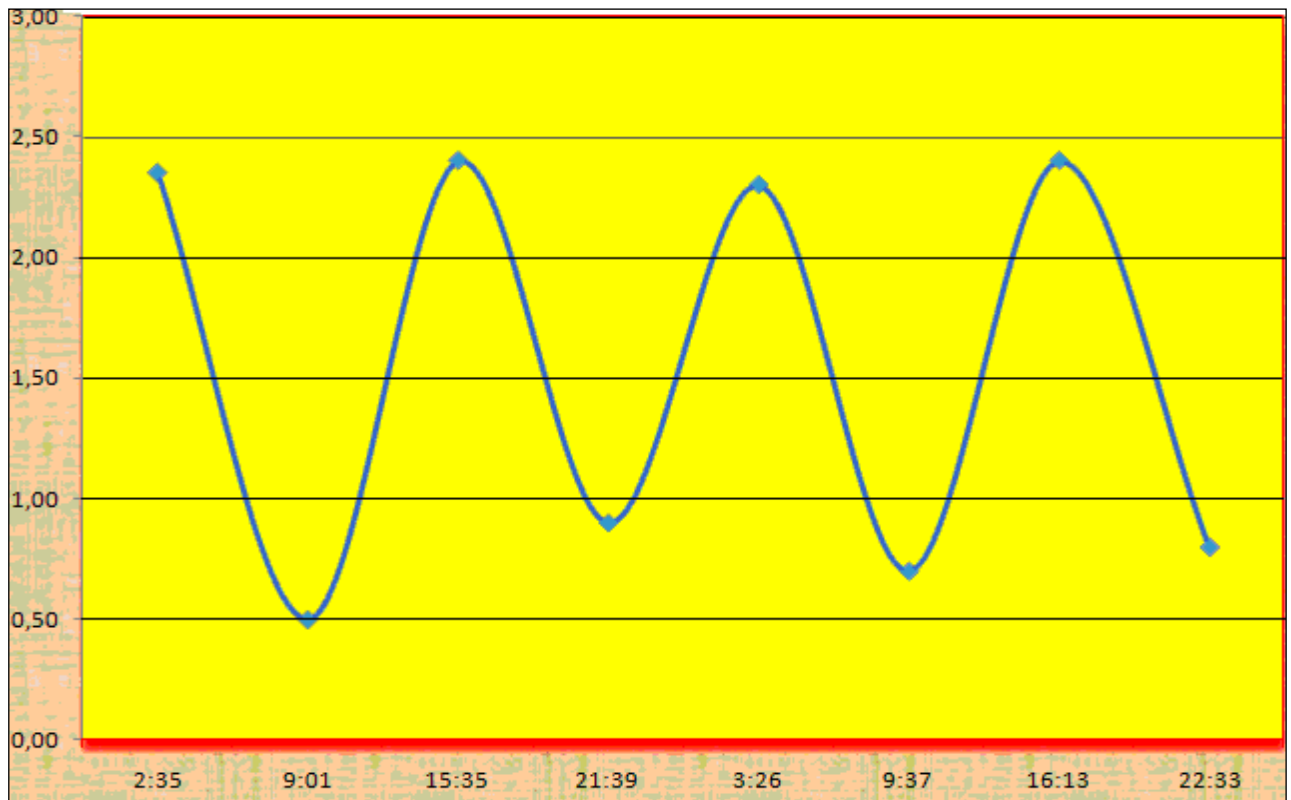


Рисунок 2.6 - Графік припливів для порту Сінгапур

2.4 Висновки

Перехід із порту Халдія до порту Сінгапур проходить через Бенгальську затоку і далі через Малаккську та Сінгапурську протоки. У процесі опрацювання навігаційного переходу були обрані безпечні курси плавання відповідно до пори року. Загальна протяжність переходу склала 1767,6 милі; перевезено 165650 тон вугілля. При плаванні поблизу берегів найбільш точними способами визначення місця судна є визначення за допомогою РЛС, візуально, а так само комбінованим способом. Запропонований шлях судна є економічним і безпечним з точки зору навігації маршрутом для даного переходу.

РОЗДІЛ 3

ОБРОБКА І РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖУ

3.1 Транспортні характеристики вантажів

Підготовки до розрахунку вантажного плану та детальне вивчення транспортних характеристик і властивостей вантажів є важливим етапом, правильний облік сприяє забезпеченню безпеки плавання суден, своєчасної і обережної їх доставки.

До перевезення пред'явлений кам'яне вугілля, кількість якого визначено з умови повного використання вантажопідйомності судна та основних характеристик вантажних приміщень. Вантаж не небезпечний відносно зміщення (кут природного укосу 35-45°).

Вугілля - надзвичайно гігроскопічний вантаж, схильний до самозігрівання і самозаймання, підвищена температура і вологовміст активізує ці процеси.

Вимоги до безпеки судна при перевезенні вугілля наступні: перевозити вугілля можуть всі типи морських суден, а також судна типу «річка-море», яким це дозволено їх конструктивними особливостями; технічний стан трюмів, в яких перевозиться вантаж, повинно виключати проникнення води через них; судну необхідно мати інформацію від остійності, відповідно до якої складається вантажний план.

Вимоги до безпеки вантажного плану і вантажних робіт включають в себе загальні рекомендації ІМО і інформацію про остійність. Рекомендується перевозити подібний вантаж тільки в трюмах. Завантаження в трюму повинна проводитися відповідно до типового вантажним планом навантаження судна. Частину вантажу, що була вирівняна наскільки це можливо повинна бути зміщена більш полого до бортів трюму і більш круто до перебірках трюму. Після навантаження судно не повинно мати крену. Очевидно, що маса вантажу

в трюмах і твіндеках не повинна перевищувати гранично допустимих навантажень на відповідні палуби. При навантаженні судна кількість вантажу, висота і форма маси вантажу в кожному трюмі, остійність судна, осадка на краях і на міделі повинні бути відображені в судовому журналі.

Вантажні операції під час дощу повинні бути припинені і кришки трюмів повинні бути закриті.

Заходи щодо забезпечення безпеки обробки і транспортування вантажу наступні: вантаж, на якій видано декларація компетентною організацією, може бути прийнятий до навантаження; повинні бути взяті проби вантажу для визначення реальної вологості, кута природного укусу, питомої навантажувального обсягу вантажу та інших особливостей, щоб порівняти їх з даними сертифіката на вантаж, який видається вантажоодержувачу перед завантаженням.

Під час перевезення вугілля слід ретельно стежити за рівнем кисню і метану, що виділяється в трюмах. При перевезенні слід керуватися Правилами з перевезення небезпечних вантажів.

Вугілля відноситься до небезпечних навалочним вантажам (клас 4, підклас 4.2). Вантаж заявлений як слабоспільне (марка CC); за розміром відповідає класу «0» (горіх з розмірами частинок від 25 до 50 мм), вологість 4%, кут природного укусу 36°. Вантаж схильний до пилоутворення, самонагріванню, виділяє метан, слабо поглинає кисень, не корозійнонебезпечен. Температура самонагрівання - 85°C, воспламеніння - 319°C, самовоспламеніння - 450°C. Зволоження вантажу прискорює процес самонагрівання.

Протягом вантажних робіт вентиляційні системи по можливості повинні бути вимкнені або обладнані відповідними фільтрами, а система кондиціонування повітря повинна забезпечувати мінімальне проникнення пилу в житлові та інші приміщення судна.

Вантажні приміщення при перевезенні необхідно вентилувати щодня для видалення вибухонебезпечних газів, після чого проводиться контроль газового

складу атмосфери трюмів (концентрація метану повинна бути менше 0,75% за обсягом). Контроль газового складу атмосфери вантажних приміщень також повинен проводитися перед відкриттям трюмів, перед входом людей в закриті трюму і щодня при перевищує допустиму концентрацію метану. Вхід в закриті вантажні приміщення дозволяється після попередньої вентиляції на протязі 2-х годин. Заборонено проникати в закриті вантажні приміщення, де зберігатися вугілля, без попереднього визначення концентрації кисню в них. Прийнятний межа вмісту кисню становить 21%. Кожну вахту повинен проводитися контроль температури вантажу у вантажних приміщеннях. При надмірному підвищенні температури в трюмах виконуються наступні заходи:

- Припинення доступу повітря в трюм;
- Застосування вуглекислотної нейтралізації;
- Перетяжка верхнього шару вантажу і його видалення;
- Піногасіння для локалізації вогнища;
- Водогасіння контактними струменями;
- Затоплення трюму (тільки біля причалу або в закритій акваторії).

Навантаження вантажу припиняється і люки трюмів закриваються при випаданні тривалих, інтенсивних опадів.

Зачисні роботи можна проводити при вмістом пилу менше 4 мг / куб.м. при проведенні зачисних робіт повинні використовуватися респіратори, комбінезони, рукавиці, захисні окуляри, черевики або чоботи. роботи в закритих вантажних приміщеннях при пожежі повинні виконуватися в повітро-ізолюючих засобах захисту органів дихання, використання кисневих дихальних апаратів забороняється. перед виконанням зачисних робіт рекомендується відкриті ділянки шкіри захистити пастою.

Вантаж не є морським забруднювачем і не представляє загрози навколишньому середовищу.

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

Таблиця 3.1 - Транспортні характеристики вантажу

Назва вантажу	IMSBC Code			IMDG Code					Норми вантажних робіт, т/добу	
	Група	Питомий навантажувальний об'єм, м ³ /т	Кут природного укладу, °С	Номер ООН	Клас	Знак маркування	Категорія розміщення і обробки	Аварійні дії (аварійна карта)	Порт навантаження	Порт вивантаження
Вугілля	A,B	1,12	36	1361	4.2		Категорія А	F-A, S-J	25000	20000

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

Номенклатура, властивості вантажів, характеристики вантажних приміщень і умови майбутнього рейсу визначають підготовку судна.

Усі вантажні пристрої судна повинні бути цілком підготовлені до приймання вантажу, обумовленого в договорі морського перевезення.

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

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

Приведення трюмів, у відповідний для даного вантажу стан починається з очищення залишків раніше перевезеного вантажу, видалення сепараційного і

прокладочного матеріалів, збирання сміття. Далі підготовка ведеться в залежності від особливостей вантажу, підготовленого до перевезення.

Трюмні ляляла необхідно розкривати й очищати після кожного вивантаження, тому що в них збирається вода, що стікає з трюмів і містить домішки вантажів, що можуть розкладатися.

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

Особливу увагу при підготовці до прийому будь-якого роду вантажу необхідно приділяти надійності водовідливної і протипожежної систем, які варто перевіряти в дії.

Нещільно закриті кришки горловин подвійного дна нерідко були причиною псування або повної втрати вантажів. Якщо при підготовці трюму виникла необхідність розкриття горловин паливних, баластових танків або танків із прісною водою, потрібно по закінченні робіт задраїти їх і оглянути щільність прилягання кришок до горловин, переконатися в правильній установці прокладок і наявності гайок.

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

До початку вантажних операцій факт готовності вантажних приміщень оформляють актом.

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

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

Договір морського перевезення вантажу повинен укладатися в письмовій формі.

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

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

У чартері детально обмовляють зміст договору і взаємні зобов'язання сторін: найменування і техніко-експлуатаційні характеристики судна, рід вантажу, його транспортні особливості і кількість, порти навантаження і вивантаження, терміни готовності судна під навантаження, фрахт, порядок розрахунку сталійного часу і т.д. Умови чартеру узгоджують фрахтувальник і перевізник, при цьому вони є обов'язковими тільки для партнерів і тільки на період даної угоди. На практиці для оформлення договору використовують типові проформи чартерів. В даний час нараховується понад 400 проформ чартерів, що охоплюють всі основні вантажопотоки масових вантажів.

Як договір морського перевезення при відправленнях мілкопартійних генеральних вантажів у лінійному судноплавстві використовують Коносамент. На відміну від чартеру умови лінійного коносамента розробляє судноплавна компанія (конференція) односторонньо, без узгодження з вантажовласниками, і вони є єдиними для усіх відправників і діють протягом тривалого часу.

Важливою особливістю перевезень по коносаменту являється те, що лінійні компанії, як правило, приймають вантаж до перевезення завчасно до підходу судна (забезпечують його збереження на своїх складах, виконують комплектацію судових партій і підготовку вантажних документів). Навантаження-вивантаження оплачується судновласником і організуються на причалах лінії.

Коносамент - це документ стандартної форми, прийнятої в міжнародній практиці, на перевезення вантажу, який засвідчує його завантаження, перевезення і право на отримання.

Коносамент використовується при перевезенні вантажів у міжнародному сполученні та являє собою цінний папір, що засвідчує право володіння вантажем, що перевозиться, товаром.

Форми коносаментів:

- на пред'явника, тобто пред'явник коносаменту є власником вантажу;
- іменний, тобто власником вантажу є особа, поійменована в коносаменті; іменний коносамент не підлягає передачі іншій особі;
- ордерний, тобто передача коносаменту від однієї особи до іншого здійснюється за допомогою передавального напису на ньому - індосаменту; це найпоширеніша форма коносаменту.

До коносаменту обов'язково додається страховий поліс на вантаж. Коносамент може супроводжуватися різними додатковими документами, необхідними для перевезення вантажу, його зберігання та збереження, для проходження митних процедур тощо Коносамент є документом, в якому ніякі зміни неможливі. Основні реквізити коносаменту:

- найменування судна;
- найменування фірми-перевізника;
- місце прийому вантажу;
- найменування відправника вантажу;
- найменування одержувача вантажу;
- найменування вантажу та його головні характеристики;
- час і місце видачі коносаменту;
- підпис капітана судна.

Штурманська розписка є посвідченням судовласника в прийнятті товару до перевезення. Випишує цей документ помічник капітана в підтвердження одержання конкретної партії на борт судна. Розписка описує видимий стан

товарів і дозволяє перевізникові видати коносамент. У ній відображаються результати перевірки, проведеної контролерами судновласника при прийомі товару для навантаження або під час навантаження. Це не товаророзпорядчий документ. На прохання відправника він може бути замінений коносаментом.

Чартерний (фрахтовий) коносамент - документ, у який інкорпоруються шляхом посилання окремі з умов чартер-партії для того, щоб вони могли мати ефект для вантажоодержувача або індосата коносаменту. Але коносамент, виданий по чартеру, що не містить у собі умови чартеру за договором з одержувачем вантажу або індосатом, не є фрахтовим коносаментом.

Делівері-ордер (частковий коносамент) - товаророзпорядчий документ, який видається перевізником або вантажоодержувачем з підтвердженням капітаном судна. Використовується у випадку продажу вантажоодержувачем товару до того, як він прийняв доставку. Товар може бути куплений різними покупцями, на кожний з них виписується делівері-ордер на відповідну частину товару.

Таймшит - документ - відомість урахування стоян очного часу судна (стадійного часу), передбаченого чартером на проведення вантажних операцій. Він складається в кожному порту навантаження і вивантаження судна, підписується капітаном і представником фрахтувальника. Служить підставою для розрахунку по диспачу і демереджу. У тайм шиті фіксуються усі виробничі операції і непродуктивні простої за час стоянки судна в порту. У ньому вказуються: найменування порту і судна; дата і час прибуття судна і вручення нотису про готовність до навантаження (вивантаження); дата і час фактичного початку і закінчення вантажних робіт; тривалість і причини перерв у роботі; норма вантажних робіт з чартеру.

Морська накладна (лінійна накладна, океанська накладна) - документ, що підтверджує наявність договору перевезення вантажу морським шляхом і прийняття або навантаження вантажу перевізником і по якому перевізник зобов'язується доставити вантаж вантажоодержувачеві, зазначеному в документі. Накладна не являється ні оборотним, ні товаророзпорядчим

документом, вантаж видається зазначеному в ній вантажоодержувачеві. До накладної додаються необхідні товаросупроводжувальні документи.

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

Маніфест— список вантажів, прийнятих на судно, що складають роздільно для кожного порту призначення на основі зведень, зазначених у коносаменті. Він оформляється для митниці. По кожній партії вантажів у маніфесті наводять наступні дані: номер коносамента, маркірування і кількість вантажних місць, рід вантажу, його масу й об'єм, найменування відправника й одержувача, загальну суму нарахованого фрахту і фрахт, оплачений відправником.

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

Люкові записки складаються роздільно по кожному трюму і містять перелік усіх коносаментних партій, розміщених у даному відсіку в порядку черговості їх вивантаження. Їх виписує вантажний помічник капітана на основі виконавчого вантажного плану і коносаментів.

При здачі вантажів доводиться зіштовхуватися з різноманітними порядками й умовами, що визначаються як національним законодавством у різних країнах, так і місцевими правилами і звичаями, що діють в окремих портах.

При будь-якому діючому в даному порту порядку прийому вантажів, що доставляються судном, капітан повинний заручитися тим або іншим документом, що підтверджує доставку вантажу.

Класичним способом остаточного документального підтвердження видачі судном вантажу одержувачеві є розписка останнього на оригіналі коносамента або хоча б на капітанській копії коносамента. Або видається капітанові

особливий документ - Autturnreport, або сертифікат. Ця розписка незалежно від найменування і форми повинна констатувати результати здачі вантажу судном роздільно по кожній коносаментній партії.

Правила прийому-здачі вантажу при перевезеннях між портами можуть здійснюватися також на основі проформ чартеру і коносамента, невідомих раніше капітанові, що можуть містити специфічні застереження й умови в частині організації прийому-здачі вантажу, відповідальності судна і т.п.

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

Повний розрахункове водотоннажність судна Δ_p , яке служить вихідною величиною при визначенні його чистої вантажопідйомності Δ_c на рейс, залежить від вантажних марок в портах вантаження і вивантаження і вантажних марок і обмежень опади на трасі переходу.

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

Перехід Халдія – Сінгапур починається в зоні дії літньої вантажної марки і закінчується в зоні дії тропічної вантажної марки без обмежень по осаді. За розрахункову водотоннажність приймаємо, встановлену для зони дії літньої вантажної марки.

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

$$\Delta_p = 192828 \text{ т.}$$

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

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

де Δ_0 - водотоннажність порожнього судна, т.

$$\Delta_w = 192828 - 20737 = 172091 \text{ т}$$

Ходовий час визначається за формулою:

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

де V_s - швидкість судна;

S - протяжність траси переходу, милі;

$t_{зп}$ - час затримок судна в дорозі, діб.

$$t_x = 1767,6 / (15,0 \cdot 24) + 0,2 = 4,8 \text{ доби}$$

Нормативна тривалість стоянкового часу розраховується за формулою:

$$t_{ст} = \frac{\sum Q_i}{M},$$

де Q_i – маса вантажу, т;

M - валова норма вантажних робіт, т/добу.

$$t_{ст} = 165650 / 20000 = 8,3 \text{ доби}$$

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

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

Кількість ходових запасів становить суму:

$$P_{зап}^x = P_{п}^x + P_{в}^x + P_{м}^x,$$

де $P_{п}^x$, $P_{в}^x$, $P_{м}^x$ - відповідно кількість палива, води й мастила необхідна на перехід від порту навантаження до порту вивантаження з урахуванням штормового запасу.

$$P_{п}^x = q_{п}^x \cdot (t_x + t_{шт});$$

$$P_{в}^x = q_{в}^x \cdot (t_x + t_{шт});$$

$$P_{м}^x = q_{м}^x \cdot (t_x + t_{шт});$$

де $q_{п}^x$, $q_{в}^x$, $q_{м}^x$ – добова норма витрачання палива, води і мастила на ходу судна відповідно, т/добу;

$t_{шт}$ – штормовий час, діб.

Штормовий час визначається за допомогою Системи управління безпекою (СУБ) компанії і становить 2 доби.

$$P_{\Pi}^x = 60,1 \cdot (4,8 + 2) = 408,7 \text{ т}$$

$$P_B^x = 5 \cdot (4,8 + 2) = 34,0 \text{ т}$$

$$P_M^x = 0,26 \cdot (4,8 + 2) = 1,8 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}}^x = 408,7 + 34,0 + 1,8 = 444,5 \text{ т}$$

Аналогічно знаходять кількість стоянкових запасів:

$$P_{\text{зап}}^{\text{ст}} = P_{\Pi}^{\text{ст}} + P_B^{\text{ст}} + P_{\text{см}}^{\text{ст}};$$

$$P_{\Pi}^{\text{ст}} = q_{\Pi}^{\text{ст}} \cdot t_{\text{ст}};$$

$$P_B^{\text{ст}} = q_B^{\text{ст}} \cdot t_{\text{ст}};$$

$$P_{\text{см}}^{\text{ст}} = q_M^{\text{ст}} \cdot t_{\text{ст}};$$

де $q_{\Pi}^{\text{ст}}, q_B^{\text{ст}}, q_M^{\text{ст}}$ - добова норма витрачання палива, води і масла на стоянці судна відповідно, т/добу.

$$P_{\Pi}^{\text{ст}} = 5 \cdot 8,3 = 41,5 \text{ т}$$

$$P_B^{\text{ст}} = 5 \cdot 8,3 = 41,5 \text{ т}$$

$$P_M^{\text{ст}} = 0,05 \cdot 8,3 = 0,4 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}}^{\text{ст}} = 41,5 + 41,5 + 0,4 = 83,4 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}} = 444,5 + 83,4 = 527,9 \text{ т}$$

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

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

На відхід на судні було: важкого палива 1900 т; дизельного палива 55,0 т; води 250 т; мастила 50,0 т, інших запасів 100 т.

$$\text{Усього } P_{\text{зап}} = 2355,0 \text{ т}$$

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

$$\Delta_{\text{ч}} = \Delta_{\text{W}} - (P_{\text{зап}} + P_{\text{ек}}),$$

де $P_{\text{ек}}$ – екіпаж, постачання та ін.

$$\Delta_{\text{ч}} = 172091 - (2355,0 + 430) = 169306,0 \text{ т}$$

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

Таблиця 3.2 - Відомості про масу і обсязі навантаженого вантажу

Назва вантажу	Маса вантажу, т Q_i	Питомий навантажувальний об'єм вантажу, $\text{м}^3/\text{т}$, U_i	Об'єм, який займає вантаж м^3 , V_i
обов'язкові Вугілля	165650	1,12	185528

3.4 Складання вантажного плану

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

При перевезенні різнорідних вантажів в практиці використовується принцип розподілу вагового навантаження по довжині судна пропорційна кубатурі вантажних приміщень за допомогою коефіцієнта порівняння вантажомісткості кожного вантажного приміщення (K_i):

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

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

W_c - вантажомісткість судна, м^3 ;

n - кількість вантажних приміщень.

Значення розподіленої маси для i -го вантажного приміщення (Q_i) визначається як добуток коефіцієнта порівняння вантажомісткості i -го вантажного приміщення на розраховану загальну масу вантажів ($Q_{\text{полн}}$):

$$Q_i = K_i \cdot Q_{\text{полн}}.$$

Розрахунок проводимо в табличній формі.

Таблиця 3.3 - Розподіл вагового навантаження по вантажних приміщеннях судна

Найменування вантажного приміщення	Вантажомісткість вантажного приміщення W_i , m^3	коефіцієнт порівняння, K_i	Допустиме максимальне вагове навантаження вантажного приміщення Q_i , т	Фактичний розподіл вантажу, т
1	2	3	4	5
Трюм №1	18219,8	0,0952	15766	11013
Трюм №2	22056,0	0,1152	19086	19692
Трюм №3	22100,9	0,1155	19126	19732
Трюм №4	22099,1	0,1155	19124	19730
Трюм №5	21944,6	0,1146	18990	19592
Трюм №6	21974,4	0,1148	19017	19619
Трюм №7	22129,5	0,1156	19150	19758
Трюм №8	21734,6	0,1135	18808	19405
Трюм №9	19163,3	0,1001	16583	17109
Всього	191422	1,000	165650	165650

Комплектація та розміщення вантажів по вантажним приміщенням здійснюється з урахуванням транспортних характеристик вантажів, техніко-експлуатаційних характеристик судна.

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

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

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

Відстань між портами: $S = 1767,6$ милі.

Час виконання рейсу: липень.

Порт відходу: Халдія (Індія). Густина води $\rho = 1,025$ т/м³.

В порту Халдія діє літня вантажна марка.

Порт розташований в 30 км на північний захід від Калькутти, в місці впадання річки Хуглі в Бенгальську затоку.

Ремонт: Доступний.

Прісна вода: Є в наявності.

Бункеровка: всі види моторного палива крім дизельного.

Державні свята: 26 січня, 29 березня, 14 квітня, 1 травня, 14 травня, 11 липня, 15 серпня, 1 вересня, 10 вересня, 17 вересня, 16 жовтня, 20 жовтня та 5 листопада.

Час роботи: протягом 24 годин.

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

В порту Сінгапур діє тропічна вантажна марка.

Розташування: Острівна Республіка Сінгапур лежить біля південного узбережжя Малайзійського півострова.

Ремонт: доступні всі види морського ремонту.

Прісна вода: Доступна біля причалу через трубопроводи. Водні човни також доставляють воду на рейд.

Бункеровка: Бункери всіх видів можуть доставлятися на судна біля причалів по трубопроводам або за межами бункерними баржами.

Державні свята: Немає.

Час роботи: як правило, протягом 24 годин.

Необхідні документи на прихід:

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

Port works 24 hrs x 365 days

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

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

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

Таблица 4.1 – Розподіл запасів на відхід

Найменування цистерн	Місткість, т	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо $\rho = 0,990 \text{ т/м}^3$						
No1 HFO (S)	1157,7	867	-106,94	17,92	-92717	15537
No1 HFO (P)	953,4	866	-106,93	17,75	-92601	15372
HFO SETT. (P)	85,3	85,1	-104,76	17,98	-8915	1530
HFO SERV. (P)	81,9	81,9	-101,26	18,23	-8293	1493
Всього моторного палива		1900			-202526	33932
Дизельне паливо $\rho = 0,850 \text{ т/м}^3$						
MDO STOR. (P)	87,0	23	-110,18	1,56	-2534	36
MDO SERV. (P)	32,7	32	-111,26	21,19	-3560	678
Всього дизельного палива		55			-6094	714
Мастило $\rho = 0,920 \text{ т/м}^3$						
MAIN LO SUMP. (C)	31,2	12,2	-116,38	1,40	-1420	17
CYL. OIL STOR (P)	62,4	18,3	-103,95	21,41	-1902	392
M.L. STOR (P)	27,3	9,6	-109,46	21,31	-1051	205
M.L. SETT. (P)	12,7	6,5	-107,26	21,31	-697	139

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7
G/E LO STOR (P)	5,9	3,4	-105,26	20,26	-358	69
Всього мастила		50,0			-5428	822
Вода $\rho = 1,000 \text{ т/м}^3$						
FWT (S)	312,6	110	-131,49	21,98	-14464	2418
FWT (P)	169,1	80	-130,03	21,96	-10402	1757
DWT	65,9	60	-132,45	22,35	-7947	1341
Всього води		250			-32813	5516
Інші танки						
BILGE H.T. (C)	42,5	20,4	-125,41	1,41	-2558	29
OILY B.T. (P)	24,0	12,8	-123,96	1,46	-1587	19
FO OVERFLOW (P)	34,8	25,7	-103,71	1,4	-2665	36
SLUDGE (P)	19,4	5,6	-108,46	10,87	-607	61
C.W.T. (C)	52,2	35,5	-129,91	3,88	-4612	138
Всього		100			-12029	283
ВСЬОГО ЗАПАСІВ		2355	-109,93	17,52	-258890	41267

Таблиця 4.2.- Розподіл запасів на прихід

Найменування цистерн	Місткість, т	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо $\rho = 0,990 \text{ т/м}^3$						
No1 HFO (S)	1157,7	742,5	-106,94	17,92	-79403	13306
No1 HFO (P)	953,4	742	-106,93	17,75	-79342	13171
HFO SETT. (P)	85,3	85,1	-104,76	17,98	-8915	1530
HFO SERV. (P)	81,9	81,9	-101,26	18,23	-8293	1493
Всього моторного палива		1651,5			-175953	29500
Дизельне паливо $\rho = 0,850 \text{ т/м}^3$						
MDO STOR. (P)	87,0	23	-110,18	1,56	-2534	36
MDO SERV. (P)	32,7	32	-111,26	21,19	-3560	678
Всього дизельного палива		55			-6094	714
Мастило $\rho = 0,920 \text{ т/м}^3$						
MAIN LO SUMP. (C)	31,2	11,7	-116,38	1,40	-1362	16

Продовження табл.4.2

1	2	3	4	5	6	7
CYL. OIL STOR (P)	62,4	17,6	-103,95	21,41	-1830	377
M.L. STOR (P)	27,3	9,6	-109,46	21,31	-1051	205
M.L. SETT. (P)	12,7	6,5	-107,26	21,31	-697	139
G/E LO STOR (P)	5,9	3,4	-105,26	20,26	-358	69
Всього мастила		48,8			-5298	806
Вода $\rho = 1,00 \text{ т/м}^3$						
FWT (S)	312,6	96	-131,49	21,98	-12623	2110
FWT (P)	169,1	70	-130,03	21,96	-9102	1537
DWT	65,9	60	-132,45	22,35	-7947	1341
Всього води		226			-29672	4988
Інші танки						
BILGE H.T. (C)	42,5	20,4	-125,41	1,41	-2558	29
OILY B.T. (P)	24,0	12,8	-123,96	1,46	-1587	19
FO OVERFLOW (P)	34,8	25,7	-103,71	1,4	-2665	36
SLUDGE (P)	19,4	5,6	-108,46	10,87	-607	61
C.W.T. (C)	52,2	35,5	-129,91	3,88	-4612	138
Всього		100			-12029	283
ВСЬОГО ЗАПАСІВ		2081,3	-110,05	17,44	-229046	36291

Розподіл вантажів представлений у табл.4.3.

Таблиця 4.3 – Розподіл вантажів

Найменування приміщень	m, т	V, м ³	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
Трюм №1	11013	12335	116,01	10,31	1277618	113544
Трюм №2	19692	22055	91,26	13,29	1797092	261707
Трюм №3	19732	22100	65,49	13,29	1292249	262238
Трюм №4	19730	22098	39,68	13,29	782886	262212
Трюм №5	19592	21943	13,97	13,33	273700	261161
Трюм №6	19619	21973	-11,83	13,33	-232093	261521
Трюм №7	19758	22129	-37,69	13,29	-744679	262584
Трюм №8	19405	21734	-63,41	13,4	-1230471	260027

Продовження табл.4.3

1	2	3	4	5	6	7
Трюм №9	17109	19162	-88,98	14,15	-1522359	242092
ВСЕГО ГРУЗА:	165650	185528	10,23	13,20	1693943	2187086

Оскільки приймається легкий вантаж (з ПВО більшим одиниці) нема необхідності виконувати перевірку місцевої міцності днища.

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

Таблиця 4.4 - Звідні дані і розрахунок водотоннажності

Найменування статей навантаження	На відхід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		х	z	М _х	М _z
Судно порожнє	20737	-8,35	13,71	-173154	284304
Константа	430	-30,15	9,82	-12965	4223
Суднові запаси	2355	-109,93	17,52	-258890	41267
Вантаж	165650	10,23	13,20	1693943	2187086
РАЗОМ ВОДОТОННАЖНІСТЬ	189172	6,60	13,30	1248934	2516880

Таблиця 4.5 - Звідні дані і розрахунок водотоннажності

Найменування статей навантаження	На прихід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		х	z	М _х	М _z
Судно порожнє	20737	-8,35	13,71	-173154	284304
Константа	430	-30,15	9,82	-12965	4223
Суднові запаси	2081,3	-110,05	17,44	-229046	36291
Вантаж	165650	10,23	13,20	1693943	2187086
РАЗОМ ВОДОТОННАЖНІСТЬ	188898	6,77	13,3	1278778	2511904

Схематично розподіл вантажу представлений на рис.4.1.



Трюм №9	Трюм №8	Трюм №7	Трюм №6	Трюм №5	Трюм №4	Трюм №3	Трюм №2	Трюм №1
Вугілля	Вугілля	Вугілля	Вугілля	Вугілля	Вугілля	Вугілля	Вугілля	Вугілля
m= 17109т	m= 19405 т	m= 19758 т	m= 19619 т	m= 19592 т	m= 19730 т	m= 19732т	m= 19692 т	m= 11013 т
V= 19162м³	V= <u>921734 м³</u>	V= 22129м³	V= 21973м³	V= 21943м³	V= 22098м³	V= 22100м³	V= 22055м³	V= 12335м³

$T_K = 17,63 \text{ м}$ $T_H = 17,18 \text{ м}$

Рисунок 4.1 – Схема вантажного плану судна

4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності

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

Таблиця 4.6 – Розрахунки посадки судна на відхід і на прихід

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	189172	188407,7
Абсциса центра ваги судна, м	x_g	6,60	7,07
Водотоннажність об'ємна, м ³	$V = D / \rho$	184558	183812
Густина забортної води, т/м ³	ρ	1,025	1,025
Осадка судна, м	T	17,40	17,37
Момент диферентуючий на 1 см, тм/см	M_{cm}	2419,5	2418,5
Абсциса центра величини судна, м	x_c	7,17	7,18
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	x_f	0,39	0,41
Апліката поперечного метacentра, м	z_m	18,66	18,66
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,844	0,844
Диферент судна, м	$d = D(x_g - x_c) / (100M_{cm})$	-0,45	-0,32
Осадка судна носом, м	$T_n = T + (L + x_f) d / L$	17,18	17,21
Осадка судна кормою, м	$T_k = T_n - d$	17,63	17,53

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

Таблиця 4.7 – Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h , тм
No1 HFO (S)	1587
No1 HFO (P)	1420
MDO STOR. (P)	186
CYL. OIL STOR (P)	28
FWT (S)	177
FWT (P)	112
DWT	61
BILGE H.T. (C)	68
Сума: $\Sigma \Delta m_h$	3639

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний у табл.4.8.

Таблиця 4.8 – Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	189172	188898,3
Невиправлена апліката центра ваги судна, м	z_{g0}	13,30	13,30
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	18,66	18,66
Невиправлена метацентрична висота, м	$h_0 = z_m - z_{g0}$	5,36	5,36
Виправлення на вільні поверхні, м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / D$	0,02	0,02
Виправлена апліката центра ваги судна, м	$z_g = z_{g0} + \Delta h$	13,32	13,32
Виправлена метацентрична висота, м	$h = h_0 - \Delta h$	5,34	5,34

4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації

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

Таблиця 4.9 – Перевірка остійності по критичній аплікаті центра ваги судна

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	189172	188898,3
Виправлена апліката Ц.В. судна, м	z_g	13,32	13,32
Максимальна гранична апліката Ц.В., м	$z_g^{\max}$	16,56	16,56

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

4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності

Плечі статичної остійності розраховані з використанням таблиці плечей остійності форми (Cross-Curves of Stability). Плечі остійності форми l_ϕ вибираються по осадці для тих кутів крену, які приведені в таблиці. Ці плечі відлічуються від точки К, що відповідає кільовій лінії, то плечі остійності ваги необхідно розраховувати по формулі:

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

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

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

У таблиці представлений розрахунок: плечей діаграми статичної остійності, площ під діаграмою статичної остійності до 30°, до 40° і від 30° до 40° з використанням коефіцієнтів Сімпсона.

Таблиця 4.10 – Розрахунок плечей статичної остійності на відхід

Водотоннажність D, т							189172,0	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							13,30	
Апліката умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м							13,32	
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плеche форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \cdot \sin \theta^\circ$	Плеche статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \theta^\circ$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	3,269	0,174	2,318	0,951	4	3,804	3	2,853
20	6,536	0,342	4,555	1,981	2	3,962	3	5,943
30	9,324	0,500	6,660	2,664	4	10,656	1	2,664
40	11,588	0,643	8,565	3,023	1	3,023	$\sum_{30}$	11,460
50	13,189	0,766	10,203	2,986	$\sum_{40}$	21,445	$a_{0-30} = 3 \times 0,1745 \times 11,46/8 = 0,750$	
60	14,174	0,866	11,535	2,639	$a_{0-40} = 0,1745 \times 21,445/3 = 1,247$			
70	14,542	0,940	12,521	2,021				
80	14,377	0,985	13,120	1,257	$a_{30-40} = 1,247 - 0,750 = 0,497$			

Таблиця 4.11 – Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність D, т							188898,3	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							13,30	
Апліката умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м							13,32	
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плеche форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \cdot \sin \theta^\circ$	Плеche статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \theta^\circ$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	3,269	0,174	2,318	0,951	4	3,804	3	2,853
20	6,537	0,342	4,555	1,982	2	3,964	3	5,946
30	9,330	0,500	6,660	2,670	4	10,680	1	2,670
40	11,596	0,643	8,565	3,031	1	3,031	$\sum_{30}$	11,469
50	13,197	0,766	10,203	2,994	$\sum_{40}$	21,479	$a_{0-30} = 3 \times 0,1745 \times 11,469/8 = 0,751$	
60	14,180	0,866	11,535	2,645	$a_{0-40} = 0,1745 \times 21,479/3 = 1,249$			
70	14,546	0,940	12,521	2,025				
80	14,379	0,985	13,120	1,259	$a_{30-40} = 1,249 - 0,751 = 0,498$			

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

4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності

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

Розрахунок нормованих параметрів остійності виконаний у табл. 4.12.

Таблиця 4.12 - Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	189172	188898,3
Осадка судна, м	T	17,40	17,37
Виправлена метацентрична висота, м	h	5,34	5,34
Площа парусності, м ²	A _v	2621	2628
Апліката центра парусності (ЦП), м	z	4,98	4,99
Плече парусності при постійному вітрі, м	$z_v = z + T/2$	13,68	13,68
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	$l_{w1}=0,504 A_v z_v / (g D)$	0,010	0,010
Кренувальне плече від пориву вітру, м	$l_{w2} = 1,5 l_{w1}$	0,015	0,015
Відносна площа скулових кілей,%	$100 A_k / (L B)$	0,482	
Коефіцієнт	k	0,990	
Відносна ширина	B/T	2,59	2,59
Безрозмірний множник	X ₁	0,962	0,962
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,844	0,844
Безрозмірний множник	X ₂	1,000	1,000
Інерційний коефіцієнт	$c=0,373+0,023B/T-0,043L/100$	0,313	0,313
Період хитавиці, с	$T_\theta = 2 c B / \sqrt{h}$	12,2	12,2
Коефіцієнт	S	0,0638	0,0638

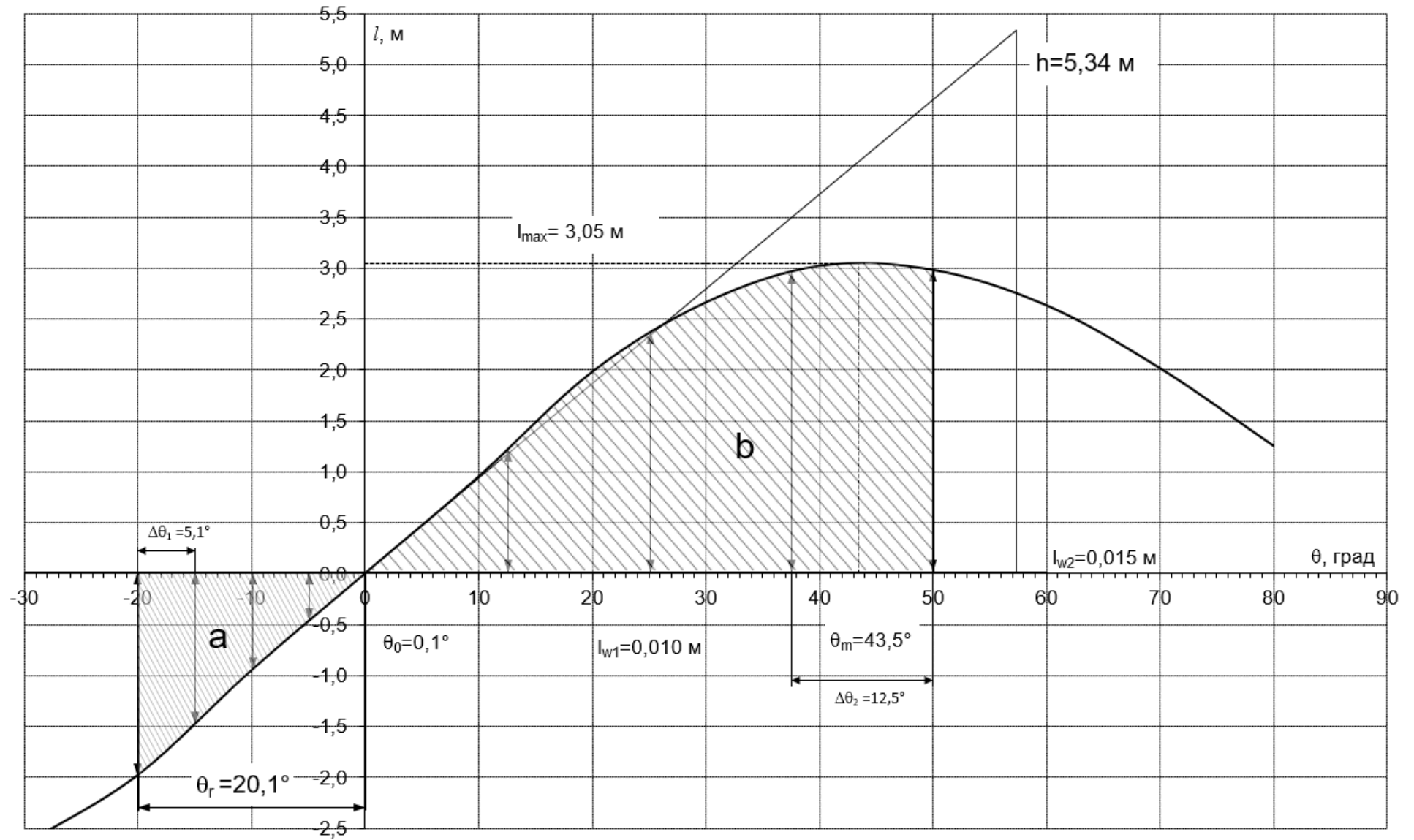


Рисунок 4.2 - Діаграма статичної остійності на відхід і визначення критерію погоди

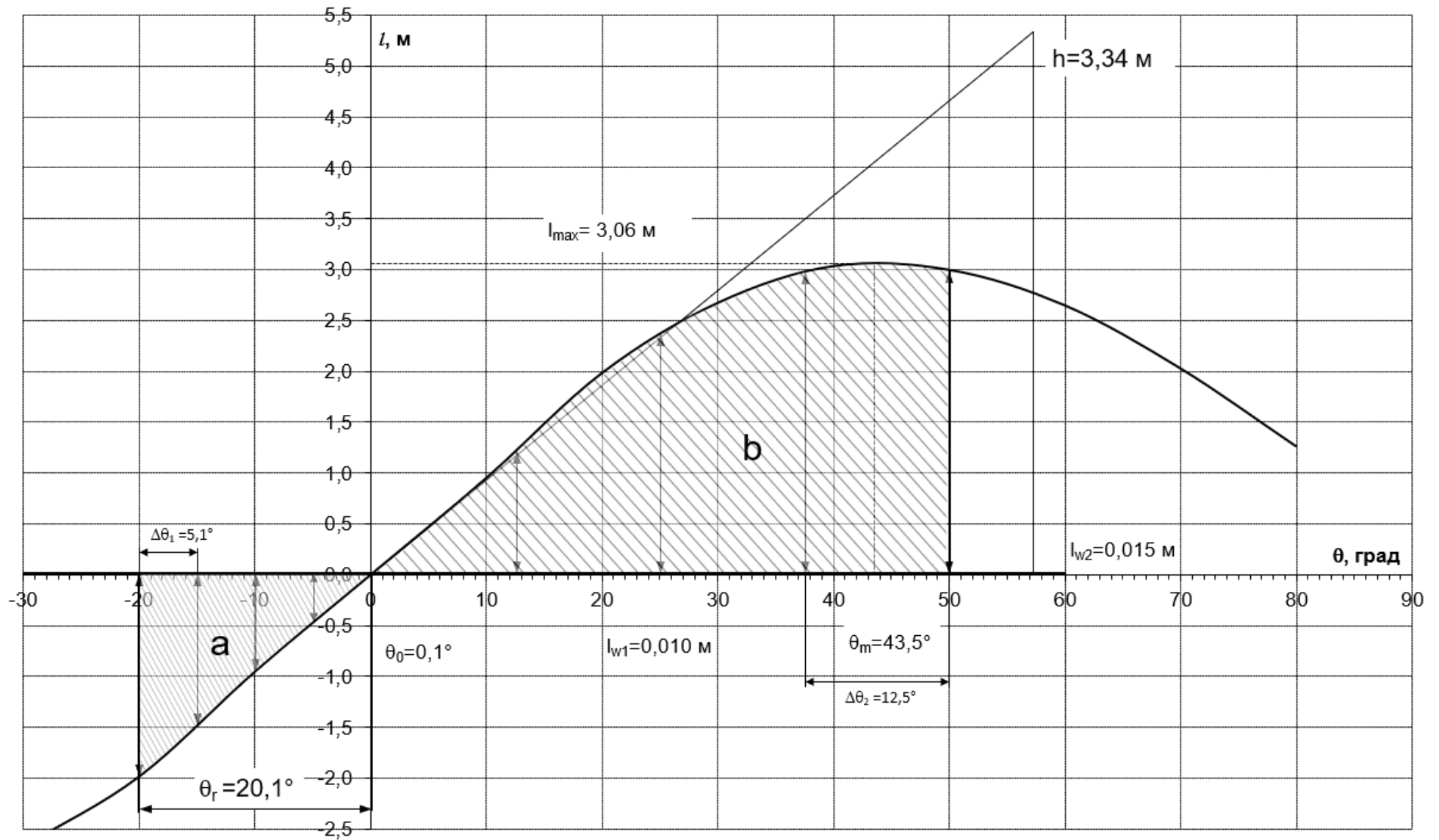


Рисунок 4.3 - Діаграма статичної остійності на прихід і визначення критерію погоди

Продовження табл.4.12

1	2	3	4
Коефіцієнт	$r = 0,73 + 0,6 (z_g - T) / T$	0,589	0,590
Амплітуда хитавиці, °	$\theta_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{r S}$	20,1	20,1
Кут заливання, °	θ_f	>50	>50
Кут входу палуби у воду, °	$\theta_d = \arctg(2(H - T) / B)$	16,6	16,7
Кут крену від постійного вітру, °	θ_0	0,1	0,1
Кут крену при хитавиці назустріч вітру, °	$\theta_1 = \theta_{r \text{ IMO}} - \theta_0$	20,0	20,0
Границя площ. “b” діаграми праворуч, °	θ_b	50	50
Площа “a” діаграми, м-рад	a	0,345	0,346
Площа “b” діаграми, м-рад	b	1,763	1,765
Критерій погоди	$K = b / a$	5,11	5,10

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

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

Таблиця 4.13 – Визначення площ “a” і “b” на відхід за правилом Сімпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (20,0 + 1,5 \cdot 0,1)/4 = 5,05^\circ$			$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 5,05^\circ / 57,3 = 0,0881 \text{ рад}$		
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 0,1)/4 = 12,48^\circ$			$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 12,48^\circ / 57,3 = 0,2177 \text{ рад}$		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 1,996$	1	1,996	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 1,490$	4	5,960	$b_2 = 1,200$	4	4,800
$a_3 = 0,960$	2	1,920	$b_3 = 2,355$	2	4,710
$a_4 = 0,470$	4	1,880	$b_4 = 2,955$	4	11,820
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 2,971$	1	2,971
		$\Sigma a = 11,756$			$\Sigma b = 24,301$
$a = \frac{1}{3} \Sigma a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 11,756 \times 0,0881 = 0,345$			$b = \frac{1}{3} \Sigma b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 24,301 \times 0,2177 = 1,763$		

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

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (20,0 + 1,5 \cdot 0,1)/4 = 5,05^\circ$			$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 5,05^\circ/57,3 = 0,0881 \text{ рад}$		
$\Delta\theta_2 = (\theta_6 - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 0,1)/4 = 12,48^\circ$			$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 12,48^\circ/57,3 = 0,2177 \text{ рад}$		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 1,997$	1	1,997	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 1,495$	4	5,980	$b_2 = 1,200$	4	4,800
$a_3 = 0,960$	2	1,920	$b_3 = 2,355$	2	4,710
$a_4 = 0,470$	4	1,880	$b_4 = 2,960$	4	11,840
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 2,979$	1	2,979
		$\Sigma_a = 11,777$			$\Sigma_b = 24,329$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 11,777 \times 0,0881 = 0,346$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 24,329 \times 0,2177 = 1,765$		

4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

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

Таблиця 4.15 – Перевірка виконання рекомендацій ІМО

Найменування величин	Позна-чення	Значення величин			Викон. (YES/NO)
		норма-тивні	відхід	прихід	
Общие критерии:					
Площа під ДСО до кута крену 30 ⁰ , м·рад	A ₃₀	≥ 0,055	0,750	0,751	YES
Площа під ДСО до кута крену 40 ⁰ , м·рад	A ₄₀	≥ 0,09	1,247	1,249	YES
Площа під ДСО між 30 ° і 40 °, м рад	A ₃₀₋₄₀	≥ 0,03	0,497	0,498	YES
Плече ДСО при куті крену 30° або більше, м	l ₃₀	≥ 0,20	2,664	2,670	YES
Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, °	θ _m	≥ 25	43,5	43,5	YES
Виправлена метацентрична висота, м	h	> 0,15	5,34	5,34	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	5,11	5,10	YES
Кут крену від постійного вітру, °	θ ₀	≤ 13,3	0,1	0,1	YES

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

4.7 Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу

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

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

Розрахунок міцності виконаємо використовуючи суднову програму схвалену класифікаційним товариством “ANKO – Marine Load Planner”.

Результати розрахунку по судновій програмі перерізної сили, SF і згинального моменту BM на відхід і на прихід судна представлені в табл.4.16.

Таблиця 4.16 – Перевірка подовжньої міцності на відхід

Переріз	X, м	SF, т	SFsea, %	Доп.SF, т	BM, тм	BMsea,%	Доп.BM,тм
47	-101,900	-5120	58,2	-8802	-59530	39,9	-149375
74	-77,330	-1738	16,3	-10662	-139151	53,8	-258605
102	-51,850	-89	1	-8610	-159003	43,4	-366769
130	-26,370	210	1,9	11308	-155925	42,5	-366769
159	0,020	249	2,4	10367	-150925	41,1	-366769
188	26,410	422	4,4	9648	-142369	38,8	-366769
216	51,890	723	7	10361	-127450	34,7	-366769
244	77,370	1043	13,3	7829	-104630	37,9	-276210
272	102,850	1634	16	10225	-70993	43,6	-162935
299	127,421	3114	32,7	9518	-14920	27,8	-53704

Максимальна перерізна сила –5120 т (58,2%) на 47 шпангоуті.

Максимальний згинальний момент -139151 (53,8%) на 74 шпангоуті.

На рис.4.4. представлена епюра міцності на відхід.

За результатами розрахунків можна зробити висновок, що протягом усього рейсу загальна подовжня міцність забезпечена.

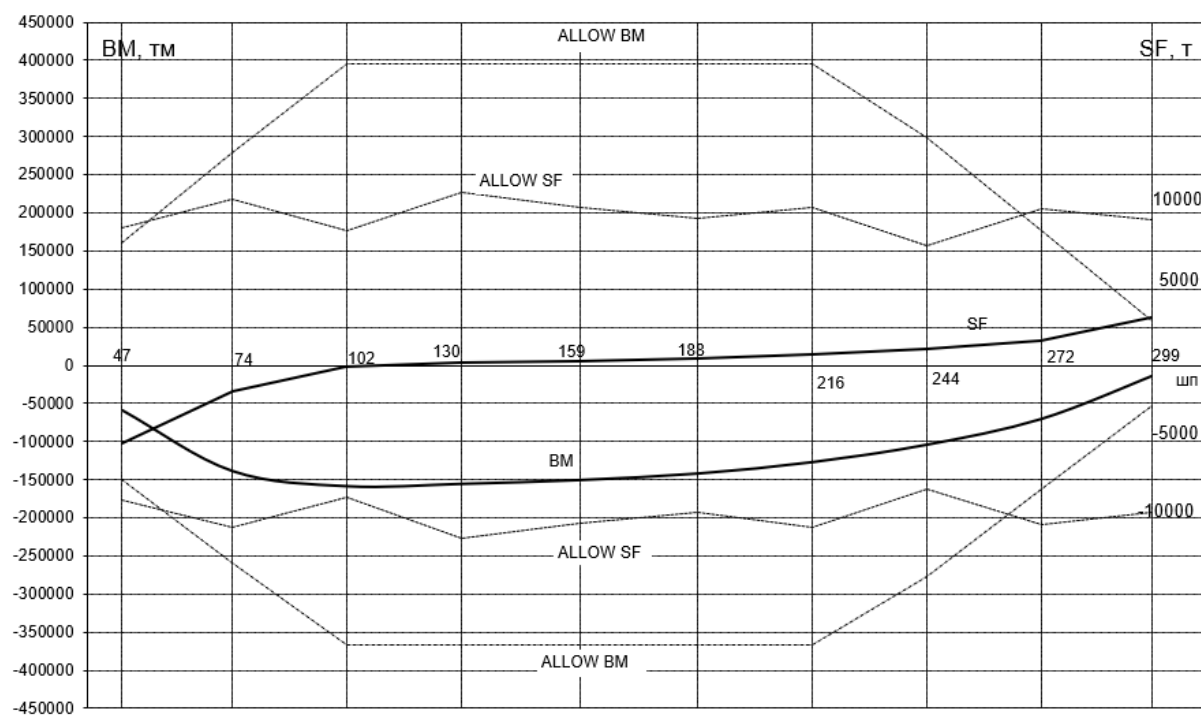


Рисунок 4.4 - Епюра перерізуючих сил і згинальних моментів на відхід

РОЗДІЛ 5

ДИФЕРЕНЦІАЛЬНА ГЛОБАЛЬНА НАВІГАЦІЙНА СУПУТНИКОВА СИСТЕМА ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ СУДНОВОДІННЯ

Глобальна навігаційна супутникова система (ГНСС) зазнає шкоди від різних похибок через іоносферу, тропосферу, орбіту супутника і годинник. Ці похибки можна значно зменшити із застосуванням диференціальних поправок ГНСС (ДГНСС), які генеруються з найближчої опорної станції у відомому місці. Оскільки диференціальна глобальна навігаційна супутникова система (ДГНСС) простий у використанні, він підтримується більшістю недорогих приймачів ГНСС. Сьогодні вихідні вимірювання доступні зі смартфонів, а ДГНСС є базовою технікою, яка покращує точність позиціонування [26]. На точність ДГНСС в основному впливають незвичайні помилки та похибки декореляції (рис. 5.1). По-перше, шум приймача та багатопроменеві ефекти на стороні користувача не є спільними для еталонної станції; отже, ці фактори визначають рівень точності ДГНСС. Крім незвичайних похибок, тимчасові та просторові похибки декореляції також впливають на продуктивність ДГНСС.



Рисунок 5.1 - Похибки системи ГНСС

Похибки тимчасової декореляції викликані затримкою між генерацією виправлень та їх застосуванням. Опорна станція забезпечує корекцію псевдодальності (ПДК) для кожного супутника в кожную епоху, і користувач може застосувати корекцію через кілька секунд через затримку передачі. У цьому випадку ПДК втрачає свою чинність, коли користувач застосовує його, що призводить до помилки тимчасової декореляції. Таким чином, корекція швидкості діапазону (ШДК) оцінюється та надається користувачам, що дозволяє їм подолати похибку тимчасової декореляції. Коли діяла вибіркова доступність (ВБ), помилки в основній частоті годинників GPS можуть досягати 1000 м, а компенсація затримки може значно покращити продуктивність диференційної глобальної системи позиціонування (DGPS) (рис. 5.2). Оскільки ВБ було вимкнено в 2000 році, похибка GPS стала значно меншою, а тимчасова декореляція зменшилась до незначного значення [27]. З іншого боку, похибки, що залежать від відстані, викликані просторовою декореляцією орбіти та похибками поширення [28,29]. Сьогодні похибки, що залежать від відстані, є найбільшими джерелами похибок у ДГНСС, і їм приділяється велика увага, особливо для додатків, які вимагають більш високої точності та цілісності [30,31].

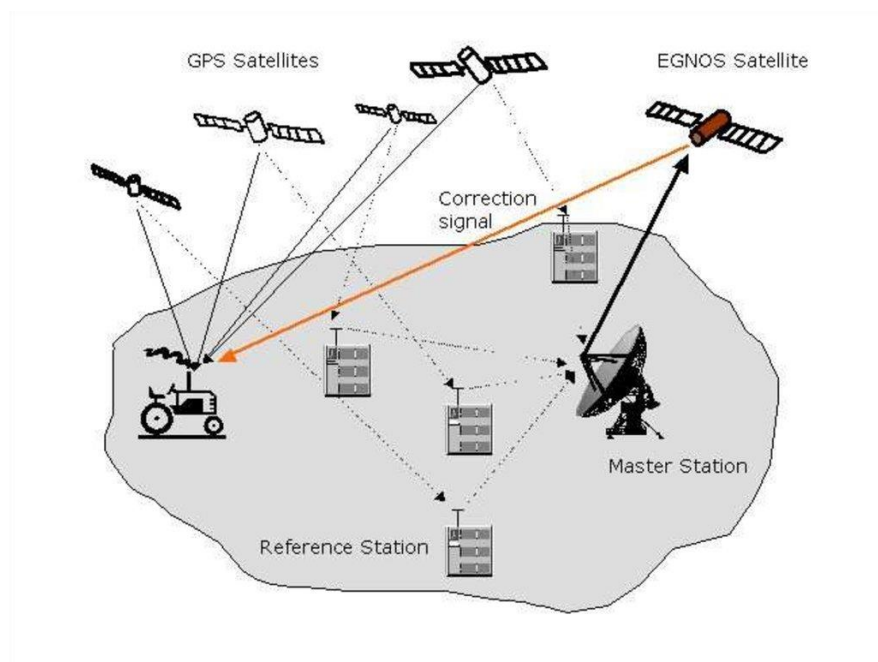


Рисунок 5.2 - Диференціальні поправки ГНСС

Похибки, що залежать від відстані, впливають на показники цілісності, що важливо для критичних для безпеки додатків, таких як літак, що наближається та приземляється. Деякі можуть бути виявлені монітором розбіжності коду (МРК) [32]. Інші залишаються непоміченими, що становить потенційну загрозу цілісності ДГНСС. Таким чином, були здійснені широкі дослідження для розробки моделі загроз для захисту від невиявлених помилок, що залежать від відстані [30, 33]. Комбінація МРК-монітора та моделі загрози була використана в регіоні середніх широт. У низькоширотних регіонах часто трапляється велика мінливість іоносфери, і доступність системи може погіршитися, якщо використовувати модель загрози [34, 35].

5.1 Критична характеристика оцінки похибок, що залежать від відстані в традиційній кінематичній технології ДГНСС та мережі реального часу

У локальній області похибки, що залежать від відстані, також можна зменшити за допомогою поправок псевдодальності від кількох опорних станцій [36, 37, 38]. У цьому методі поправки псевдодальності від кількох опорних станцій об'єднуються в приймачі користувача, і оптимальна корекція зазвичай інтерполюється в місці розташування користувача. У роботі [28] модель інтерполяції на основі супутникової висоти була кращою, ніж модель лінійної інтерполяції, особливо коли користувач перебував за межами мережі. У локальній ДГНСС з кількома опорними станціями поправки псевдодальності від кількох опорних станцій містять незалежні від відстані помилки, такі як вплив багатопроменевості на вимірювання коду для окремих опорних станцій. Однак помилки, незалежні від відстані, не підходять для інтерполяційної моделі.

Іншим методом є моделювання залежних від відстані помилок за допомогою кількох опорних станцій. Поправку, яка враховує помилки, пов'язані з відстанню, можна потім додати до поправки псевдодальності,

створеної з однієї станції. Поправку можна отримати з різних іоносферних моделей, таких як модель сітки, але моделювання іоносфери є складним завданням, особливо в період іоносферних аномалій [39, 40]. У попередньому дослідженні модель іоносферного градієнта була розроблена для зменшення диференціальних іоносферних помилок, покращуючи тим самим продуктивність ДГНСС [34]. У цій моделі просторова мінливість іоносферної затримки для кожного супутника описується за допомогою коефіцієнтів схід-захід і північ-південь, які генеруються на основі спостережуваних двочастотної фази несучої більш ніж трьох опорних станцій (рис. 5.3).

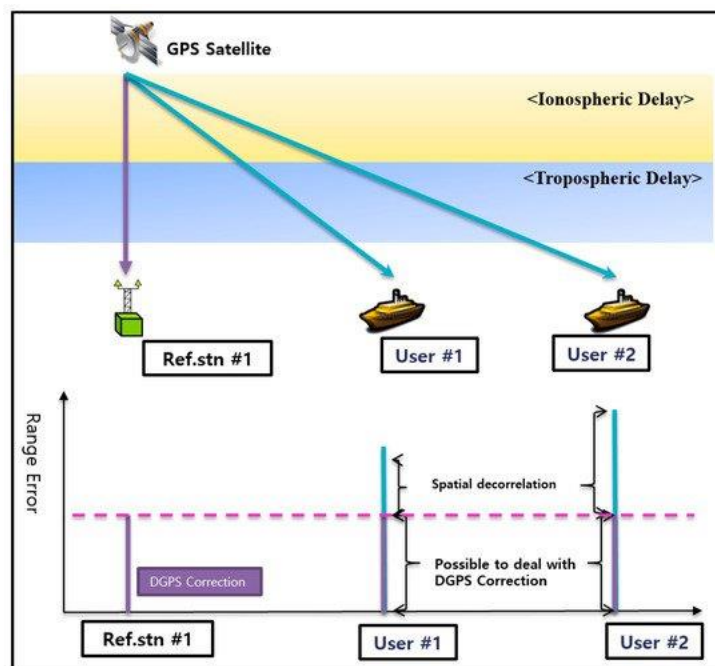


Рисунок 5.3 - Поправки на псевдодальність для зменшення похибки від відстані

Мережа безперервної операційної системи відліку (БОСВ) була широко створена в усьому світі, щоб забезпечити точне позиціонування за допомогою технології реального часу кінематичної (РЧК) у 1990-х роках [41]. РЧК отримує фазові вимірювання з подвійною різницею і вирішує неоднозначності з подвійною різницею до цілих значень. Щоб правильно розв'язати цілі неоднозначності, марсохід повинен бути досить близько до еталонної станції через помилки, що залежать від відстані в спостережуваних фазах з подвійною різницею [42]. Щоб збільшити довжину базової лінії, мережа РЧК була

розроблена для моделювання залежних від відстані помилок з використанням кількох опорних станцій у регіоні. Серед різних похибок, що залежать від відстані, іоносферний ефект набагато більший, ніж інші помилки, навіть у регіонах середніх широт у спокійних іоносферних умовах [43]. Таким чином, великі зусилля дослідників були спрямовані на підвищення точності диференціальної моделі іоносфери [36, 44, 45]. Сьогодні мережева технологія РЧК реалізується методами корекції, наприклад, віртуальними опорними станціями (VRS), параметрами корекції площі (KFP) та головною допоміжною концепцією (MAC) [46]. Ці методи точно моделюють залежні від відстані помилки та описують просторові характеристики залежних від відстані похибок іоносфери, іоносфери та орбіт.

У багатьох глобальних регіонах доступна мережева служба РЧК з високою точністю для підтримки різних додатків. Однак мережа РЧК в основному була розроблена для вимірювання фази несучої професійних приймачів. Недорогі приймачі, які підтримують лише позиціонування на основі коду, не можуть отримати вигоду від точних виправлень мережевого РЧК; таким чином, продуктивність звичайної ДГНСС була обмежена. Метою цього дослідження є запропонувати модифікований ДГНСС, який покращує продуктивність позиціонування за рахунок використання мережевих корекцій РЧК без модифікації обладнання на стороні користувача. Зокрема, точні виправлення залежних від відстані помилок у мережевому РЧК були включені в ДГНСС. Якщо мережеві корекції РЧК можуть працювати в ДГНСС, продуктивність позиціонування ДГНСС на основі коду може бути значно покращена, а послуга мережі РЧК може бути розширена на звичайні приймачі ДГНСС. Запропонований у цій роботі ДГНСС може бути використаний у районах, де доступна мережева послуга РЧК.

Похибки, що залежать від відстані, означають, що ці похибки змінюються з одного положення в інше. На технології позиціонування ДГНСС і РЧК впливають похибки, що залежать від відстані через вплив іоносфери, тропосфери та орбіт.

Серед різних ефектів іоносферний ефект є найбільшим і найбільш змінним джерелом помилок для технологій одночастотного ДГНСС і РЧК позиціонування, особливо у випадку високої мінливості іоносфери. На рис. 5.4 показано, як диференційні іоносферні помилки впливають на рішення позиціонування. Як показано на рис. 5.4, іоносферна затримка для опорної станції не така сама, як для користувача, і, отже, іоносферна помилка на стороні користувача не може бути повністю усунена за допомогою корекції з опорної станції. Оскільки іоносфера змінюється від одного місця до іншого, ці іоносферні ефекти залежать як від довжини базової лінії, так і від мінливості іоносфери. Для критичних для безпеки додатків диференціальна іоносферна затримка, показана на рис. 5.4, становить загрозу для цілісності системи. Тому залежні від відстані помилки в DGNSS необхідно враховувати для досягнення кращої точності та цілісності.

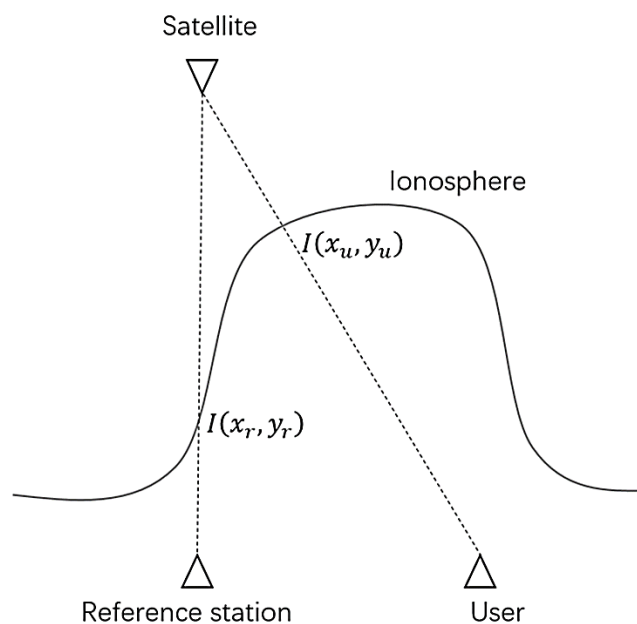


Рисунок 5.4 - Вплив диференційної іоносферної затримки на продуктивність диференціальної глобальної навігаційної супутникової системи

Роздільна здатність за цілочисельною неоднозначністю фаз несучої між еталонними станціями є необхідною умовою для функціонування мережевого позиціонування RTK, і її можна досягти за допомогою необроблених вимірювань на кількох частотах і відомих розташуваннях опорних станцій [47]. Коли цілочисельні неоднозначності на кількох частотах правильно фіксуються,

можна обчислити подвійну різницю залишкових помилок між опорними станціями, в основному включаючи орбітальні та атмосферні помилки. Тоді можна оцінити подвійну іоносферну затримку [45]:

$$\nabla \Delta I = f_2^2 / (f_1^2 - f_2^2) * (\nabla \Delta \Phi_1 - \nabla \Delta \Phi_2 - \lambda_1 \nabla \Delta N_1 + \lambda_2 \nabla \Delta N_2), \quad (5.1)$$

де $\nabla \Delta$ – операція подвійного диференціювання; I – іоносферна затримка на $L1$ в метрах; f_1 і f_2 є дві частоти GPS; Φ_1 і Φ_2 – фази несучої в метрах на $L1$ і $L2$ відповідно; N_1 і N_2 – цілі неоднозначності в циклах на $L1$ і $L2$ відповідно.

Щоб уможливити оцінку помилки в місці розташування користувача, іоносферна затримка з подвійною відмінністю від кількох опорних станцій моделюється з використанням різних методів, наприклад, лінійної моделі, лінійної моделі на основі відстані та моделі поверхні низького порядку. Дай та ін. [48] порівняли ці різні моделі і виявили, що між ними немає суттєвих відмінностей. Як приклад, проста лінійна модель наведена таким чином:

$$\nabla \Delta I = a \Delta X + b \Delta Y, \quad (5.2)$$

де ΔX і ΔY – різниця в координатах у горизонтальній площині між головною та допоміжною опорними станціями, а a і b – модельні коефіцієнти.

Деякі дослідники вказали, що іоносферна похибка, що залежить від відстані, може бути змодельована в точці іоносферного шматка замість координат приймача. Їх різниця дуже мала, і нею можна знехтувати. Тому координати приймача були використані в цій роботі для моделювання залежних від відстані помилок.

Модель у рівнянні (5.2) вимагає щонайменше трьох опорних станцій, які підключені до сервера. Рис. 5.5 ілюструє приклад мережі РЧК. Є п'ять опорних станцій, позначених цифрами 1, 2, 3, 4 і n , і користувач, позначений u у прикладі. Припустимо, що опорним супутником є q , а головною станцією є n . Для супутника s , параметри зазвичай можна обчислити за допомогою методу найменших квадратів.

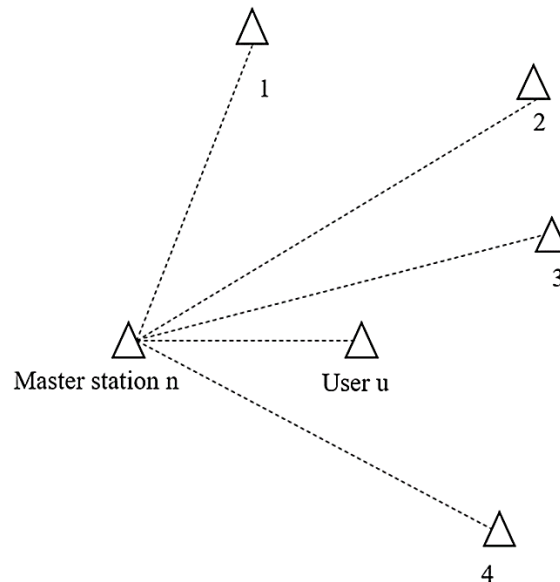


Рисунок 5.5 - Кінематичний принцип мережі реального часу (РЧК)

На ринку мережевий РЧК можна досягти за допомогою різних технологій корекції, таких як головна допоміжна концепція (MAC), параметри корекції області (німецькою Flächenkorrekturparameter, FKP) та віртуальні опорні станції (VRS) [21]. Ці технології відрізняються засобами доставки повідомлень від опорної станції до марсохода, і більшість із них підтримується провідними виробниками ГНСС-приймачів. MAC надає марсоходу необроблені вимірювання з головної опорної станції та різниці корекції мережі за допомогою окремих повідомлень. Тому програмному забезпеченню марсохода MAC необхідно обчислити параметри моделі, а потім інтерполювати корекцію у своєму власному місці. FKP — це ще один метод, який надає роверу вихідні вимірювання головної еталонної станції та параметри моделі, враховуючи залежні від відстані помилки за допомогою різних повідомлень. Тому роверу FKP не потрібно моделювати помилки, лише для інтерполяції виправлення у своєму власному місці. VRS — це ще один метод, який забезпечує віртуальні вимірювання з нефізичної опорної станції поблизу марсохода. Якщо для реалізації мережевого РЧК прийнято VRS, інтерполяція мережевих поправок виконується в головній опорній станції, а параметри моделі не надаються стандартними повідомленнями.

Як в МАС, так і в FKP, параметри моделі, що враховують помилки, що залежать від відстані, доступні в ровері. Однак у VRS ці параметри недоступні на стороні ровера, але вони є на стороні сервера.

У цьому дослідженні параметри FKP служби РЧК мережі Гонконгу були доступні та записані 13 березня 2021 року, коли сонячна активність була дуже низькою. На рис. 5.6 показані вертикальні іоносферні градієнти в реальному часі на GPS L1 у двох напрямках 13 березня 2021 року. Хоча сонячна активність у 2021 році була не дуже активною, найбільший вертикальний градієнт з півночі на південь досяг 10 мм/км, тоді як найбільший градієнт на сході – західний напрямок становив близько 5 мм/км. Вертикальний іоносферний градієнт у напрямку північ–південь був значно вищим, ніж у напрямку схід–захід через ефект фонтану в низьких широтах. Пік іоносферного градієнта досягається близько 14:00 за місцевим часом, що було підтверджено в наших попередніх дослідженнях [3,9,19].

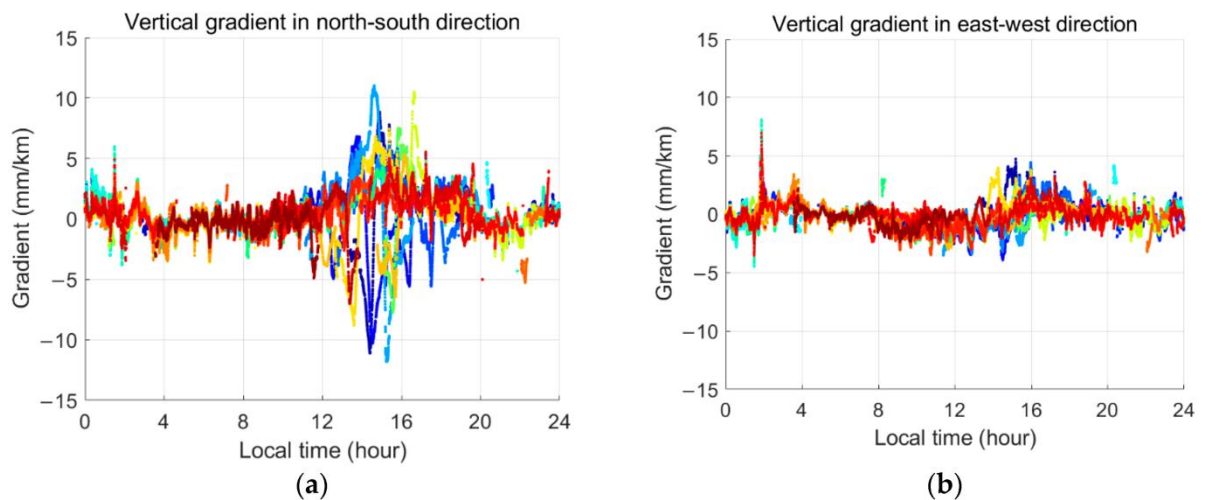


Рисунок 5.6 - Вертикальний іоносферний градієнт на глобальній системі позиціонування (GPS) L1 в (а) напрямках північ–південь та (б) схід–захід у Гонконзі 13 березня 2021 року

Історичні градієнти іоносфери були детально досліджені, оскільки вони створюють потенційну загрозу цілісності ДГНСС, які відіграють важливу роль у застосуванні літаків. Для похилого градієнта 3 мм/км є консервативним значенням [8]. Однак іоносферний градієнт у низькоширотних регіонах був

набагато більшим, ніж у середніх широтах. Як показано на малюнку 3, вертикальний градієнт іоносфери на частоті L_1 в напрямку північ–південь міг досягати більше 10 мм/км, навіть коли сонячна активність була низькою. У нашому попередньому дослідженні повідомлялося, що іоносферні градієнти в низькоширотних регіонах перевищували 50 мм/км у більшість днів 2001 року, коли сонячна активність була високою [34].

Мережевий сервіс РЧК був широко розроблений для підтримки високоточних додатків. Однак мережа РЧК була в основному розроблена для вимірювань фази несучої. У порівнянні з мережевим РЧК, ДГНСС був розроблений для вимірювання коду. Метою цього дослідження є покращення продуктивності ДГНСС за допомогою використання мережевих корекцій РЧК без модифікації обладнання в приймачах користувачів. У цьому розділі представлено, як використовувати мережеві виправлення РЧК в ДГНСС.

У традиційній ДГНСС ровер обчислює поправку псевдодальності (PRC) для супутника p ($p=1, 2, \dots, M$), наступним чином [49]:

$$\begin{aligned} \text{PRC}_p(t) &= \text{PRC}_p(t_0) + \text{RRC}_p(t_0) [t-t_0], \\ \text{PRC}_p(t) &= \text{PRC}_p(t_0) + \text{RRC}_p(t_0) [t-t_0], \end{aligned} \quad (5.3)$$

де RRC – швидкість зміни коригування псевдодальності PRC ; t_0 і t – час генерації та застосування корекції псевдодальності відповідно. Як показано в рівнянні (5.3), традиційна ДГНСС не враховує різницю в іоносферній затримці для супутника між опорною станцією та марсоходом, тобто одну поправку для помилки, що залежить від відстані.

На рис. 5.7 показана блок-схема обробки марсохода. Спочатку декодуються параметри мережевих служб РЧК. Просторова поправка оцінюється в місці розташування марсохода як добуток різниці координат та коефіцієнти моделі від мережі РЧК. Просторова корекція потім додається до корекції псевдодальності традиційної ДГНСС.

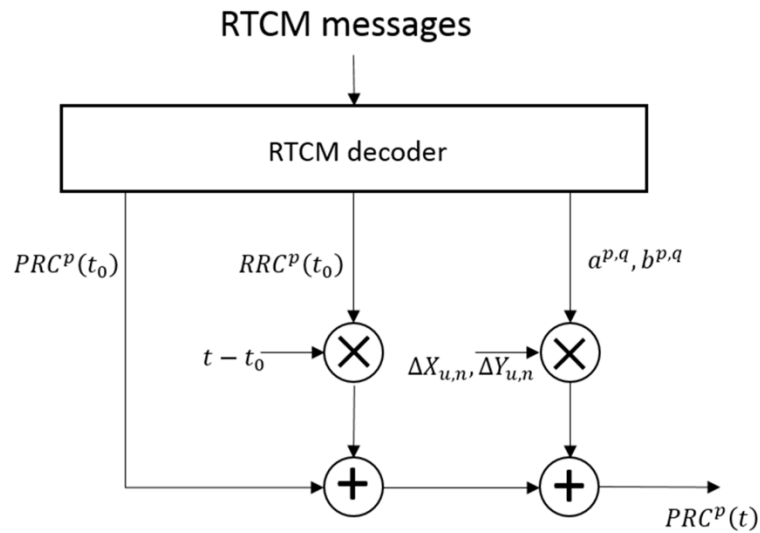


Рисунок 5.7 - Блок-схема для розрахунку корекції псевдодальності (PRC) у програмному забезпеченні марсохода модифікованого диференціального ГНСС (ДГНСС)

5.2 Впровадження методики експериментального дослідження якості ДГНСС

Ефективність запропонованої конструкції ДГНСС була оцінена в кампусі Техаського університету A&M Corpus Christi. Було проведено статичне тестування в реальному часі, у якому були використані два різних смартфони, Samsung Galaxy S4 і Galaxy Note 3. Повідомлення смартфона NMEA реєструвалися зі швидкістю 1 Гц через програмне забезпечення Android u-center. Команда «холодний старт» була надіслана кожному смартфону на початку тесту, і ми почали реєстрацію даних після того, як було встановлено надійне фіксування положення. Основні речення NMEA включають \$GPGSV, \$GLGSV, \$GPGGA, \$GPRMC, \$GNGSA та \$GPGSA.

Під час тесту смартфони були статично розміщені поруч із контрольною точкою (тобто TAMUCC) з відомими тривимірними координатами, як показано на рис. 5.8(a). Станція CORS з підтримкою GPS/ГЛОНАСС у Корпус-Крісті (тобто TXCC) була використана для оцінки поправок псевдодальності ДГНСС

$r\Delta l$ і різниці часу GPS/ГЛОНАСС syst. Файл спостережень станції TXCC у форматі Receiver Independent Exchange Format (RINEX) та файли ефемерид GPS/ГЛОНАСС завантажено з Національної геодезичної служби (NGS) та Міжнародної служби GNSS (IGS). І $r\Delta l$, і syst оцінювали кожні 5 с. Відстань між TAMUCC та TXCC становить приблизно 11,57 км, як показано на малюнку 1-б. Щоб оцінити довгострокову продуктивність ДГНСС -С, смартфони були налаштовані на реєстрацію даних NMEA одночасно протягом 2 годин 26 хвилин приблизно з 05:35:00 UTC 01.08.2014. В ідеалі, щоб зробити диференціальну корекцію за допомогою ДГНСС -С, набір номерів PRN, що використовується для обчислення позиції на смартфоні, $\{123, \dots, iMmmmm\}$, має бути підмножиною того, що спостерігається станцією CORS $\{123, \dots, jNnnnn\}$, тобто $MN \subseteq \Omega$, де Ω – універсальний набір, що містить усі номери PRN GPS та ГЛОНАСС. Згідно з тестом у реальному часі, на малюнку 2 показано порівняння доступності супутникових PRN, які одночасно спостерігаються станцією CORS (TXCC) і смартфоном Galaxy Note 3, розміщеним у точці TAMUCC. На малюнку 2-а показано GPS з номером PRN від 1 до 32, а на рис. 5.8(б) показано ГЛОНАСС з номером PRN від 33 до 56. Можна побачити, що протягом більшості епох станція CORS спостерігала більше супутників, ніж Note 3. телефон. Однак серед усіх епох є 2,7 %, які не повністю задоволені. У ті епохи в нашому тесті існує один і тільки один супутник, який використовувався телефоном Note 3, але не спостерігався одночасно станцією TXCC. Для цих епох ДГНСС -С ігнорує корекцію цього супутника, що виділяється з вектора $r\Delta l$, і видаляє відповідний рядок з матриці А. Варто зазначити, що точка TAMUCC має чіткий вид на небо. Отже, для сценаріїв із більшою кількістю перешкод, має бути достатньо.



Рисунок 5.8 - Тест статичного поля

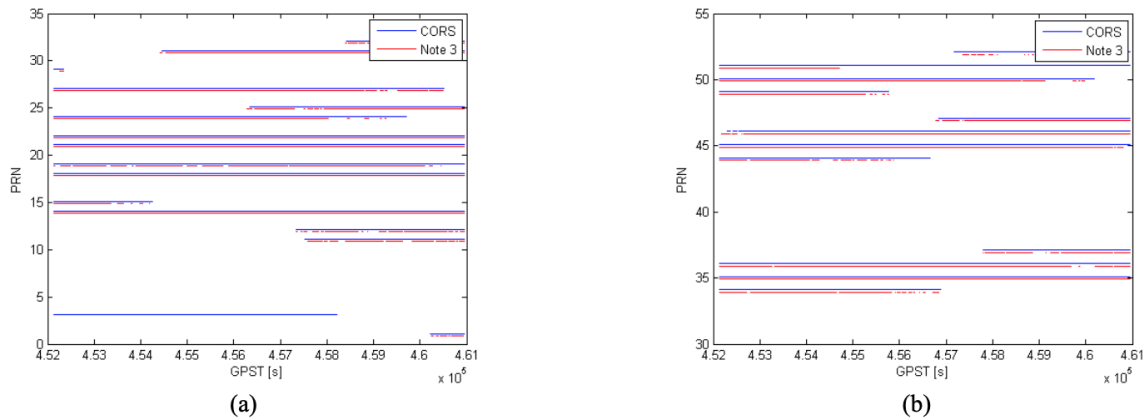


Рисунок 5.9 - Тестування доступність супутника для еталонної станції та смартфона Galaxy Note 3

На рис. 5.10 показано порівняння помилок у напрямках E, N і U між оригінальним рішенням і рішеннями DGNSS-C Galaxy S 4. Покращення DGNSS-C у всіх трьох напрямках досягається шляхом порівняння з вихідним рішенням. Результати демонструють, що виправлені результати позиціонування більше збігаються з еталоном в обох напрямках E та N. Тим часом алгоритм ДГНСС -С підвищує точність позиціонування на 40% з точки зору 68-го процентиля тривимірної помилки.

Щоб підвищити точність вбудованого в смартфон GNSS, було представлено диференціальне рішення ДГНСС-С. ДГНСС-С виконує обчислення ДГНСС смартфона в області координат, використовуючи лише повідомлення NMEA і виправлення псевдодальності з найближчої опорної станції. Фільтр Калмана був використаний для придушення шуму в сенсі найменших квадратів. Продуктивність оцінювалася за допомогою статичного польового тесту двох моделей смартфонів. Для Galaxy Note 3 зменшення 3D

помилку становить 1,57 м і 1,84 м у 68-му та 95-му процентилях, тоді як для Galaxy S 4 можна зменшити 2,06 м та 1,65 м відповідно. Пропоноване рішення підтримує системи GPS та ГЛОНАСС, і воно можна розширити на інші системи ГНСС. З іншого боку, вбудовані чіпсети ГНСС використовують різні алгоритми позиціонування та внутрішні моделі, тому їх загальна продуктивність різниться в різних телефонах. Це питання викликає обмеження щодо поточного дослідження. Кількість тестів і телефонів, використаних у дослідженні, відносно невелика. У майбутньому для всебічної оцінки ДГНСС-С буде проведено широке статичне та динамічне тестування з використанням різноманітних моделей телефонів.

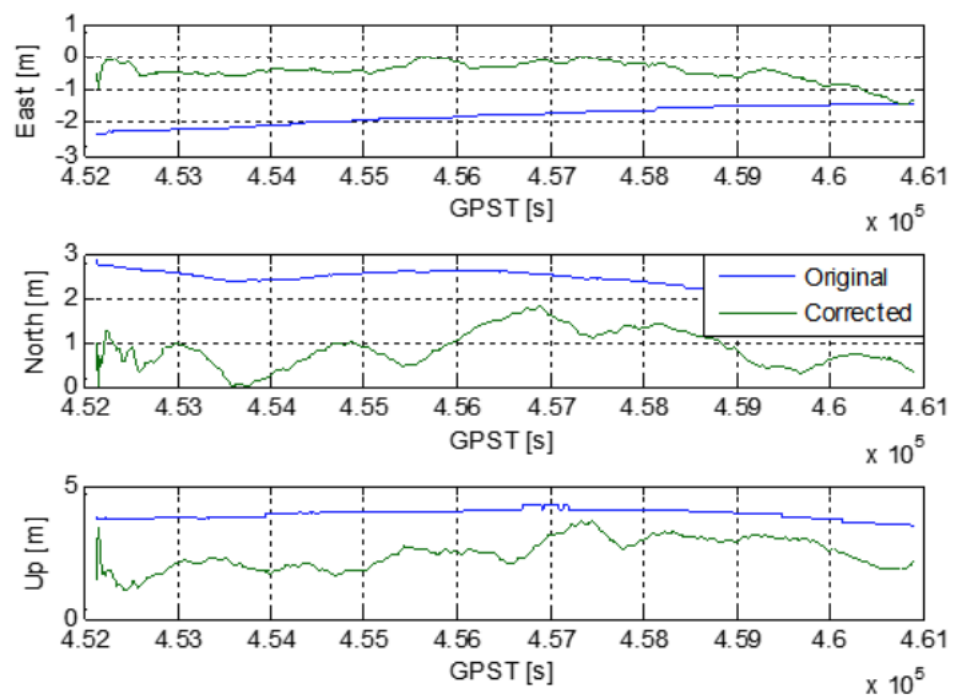


Рисунок 5.10 - Порівняння похибок у напрямках E, N і U між оригінальними рішеннями та рішеннями ДГНСС-С Galaxy S 4

Історично склалося так, що калібрування датчиків судна проводилися в порту з використанням традиційних методів зйомки землі, коли судно пришвартовано біля набережної. Сучасні досягнення в технології та програмному забезпеченні ГНСС за останні кілька років привели до нових вдосконалених динамічних методів. Ці динамічні калібрування (рис. 5.11) мають ряд переваг перед традиційними методами зйомки землі.

Калібрування можна проводити в будь-якому місці та в будь-який час; в порту, транзитом між проектами або навіть під час виробництва.

Вони є економічно ефективними, оскільки більше не потрібно, щоб судно стояло біля причалу.

Вони «екологічно чисті», оскільки вимога щодо додаткової людини та обладнання, які повинні бути відправлені на судно для виконання роботи, тепер застаріла.

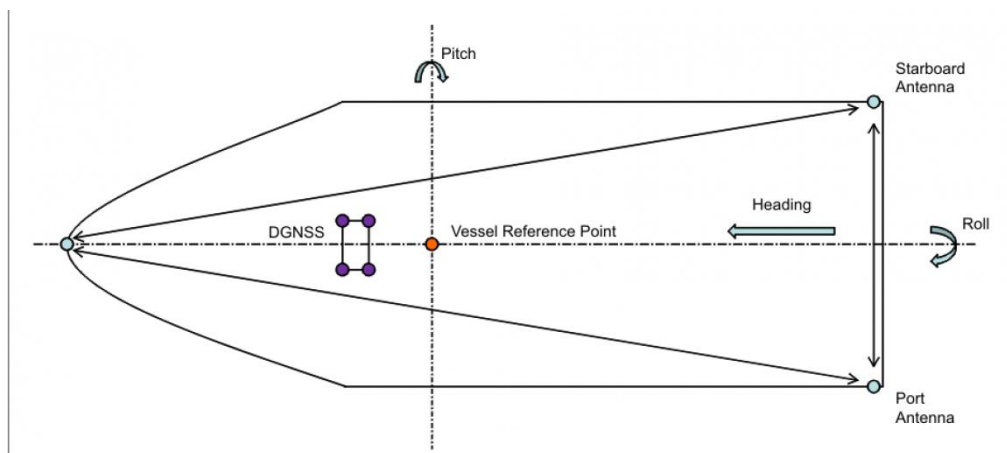


Рисунок 5.11 - Динамічне калібрування навігаційних датчиків за допомогою технології ДГНСС

Після отримання даних Fugro Survey буде здійснено початковий процес контролю якості, щоб забезпечити отримання всіх необхідних даних і метаданих.

Після перевірки даних необроблені дані ДГНСС Rinx від опорних приймачів обробляються в два етапи:

1. Обробка РЧК – отримання відносних положень антен на епохах 1 секунди за допомогою програмного забезпечення, яке дозволяє обробляти дані, записані на рухомій платформі. Техніка обробки безпосередньо між двома рухомими кінематичними об'єктами значно підвищує точність відносної траєкторії. Результати обробки РЧК (у поєднанні з точним зміщенням судна) використовуються для визначення значень, які використовуються для калібрування курсу судна, тангажу та крену (рис. 5.8). Ці обчислені значення

узгоджуються з курсом судна та спостереженнями датчика руху для отримання поправок, які слід застосувати до систем.

2. Обробка ТПТ – техніка для рішень точного позиціонування точок (ТПТ) здатна обчислювати точні позиції без використання даних опорних станцій або послуг DGPS. Опорні станції стають застарілими завдяки використанню точних супутникових орбіт і корекцій супутникового годинника в поєднанні з сучасним моделюванням помилок. Для цього процесу дані про швидкі орбіти IGS (Міжнародна служба ДГНСС) отримують через Інтернет і використовуються в обчисленнях. Результати обробки ТПТ (у поєднанні з результатами РЧК і точними зміщеннями судна) використовуються для перевірки систем позиціонування ДГНСС.

Виконується синхронізація даних обробки ДГНСС та зареєстрованих датчиків судна, і, як описано, відносні вектори обробки РЧК використовуються для отримання значень курсу, тангажу та крену судна, які порівнюються із спостереженнями датчиків судна та значеннями корекції зі статистикою, отриманою для кожного датчика судини, що цікавить. Аналогічно, абсолютні позиції, отримані в результаті обробки ТПТ, використовуються для перевірки всіх систем ДГНСС, що представляють інтерес.

Із представленої тут інформації зрозуміло, що точність виконання калібрування та перевірки навігаційних датчиків була доведена до рівня, отриманої при калібруванні традиційними методами. Метод є гнучким, і обмеження, накладені традиційною методологією землеустрою, зняті.

Ця техніка викликає зростаючий інтерес серед наших клієнтів, і на сьогоднішній день ми провели близько 55 калібрування для 6 різних клієнтів. Крім того, ця технологія отримала схвалення від ряду великих нафтових компаній, серед яких загалом 10 різних нафтових компаній серед кінцевих клієнтів і наших клієнтів, перерахованих вище.

5.3 Оцінка модифікованого ДГНСС як засобу підвищення точності ГНСС

Розташований від $22^{\circ}08'N$ до $22^{\circ}35'N$ широти, Гонконг характеризується великими іоносферними аномаліями. Максимальний добовий іоносферний градієнт у роки сонячного максимуму коливається від 20 до 100 мм/км залежно від сезону та місцевого часу [34].

Мережа опорних станцій супутникового позиціонування Гонконгу (SatRef) надає як послугу мережі РЧК в реальному часі, так і історичні дані. У цьому дослідженні ефективність запропонованої ДГНСС була оцінена за даними 2020 року, коли сонячна активність була найвищою за останні два сонячні цикли. Дані GNSS-приймача в незалежному форматі обміну (RINEX) у Гонконзі надаються на такому веб-сайті: https://www.geodetic.gov.hk/en/geod_services.htm (доступ 23 листопада 2021 року). Як показано в таблиці 1, для оцінки було відібрано та оброблено два дні ГНСС -даних з мережі CORS Гонконгу: один був 4 березня 2020 року, коли в іоносфері було спокійно, а інший – 6 листопада 2020 року, коли сталася геомагнітна буря. Також показано, що індекси K_p і Dst представляють умови іоносфери для кожного набору даних. Було використано два набори даних для представлення тихих і порушених умов у низькоширотних регіонах відповідно.

Таблиця 5.1 - Деталі тестування даних спостереження

Date	K_p	Dst	Ionospheric Condition	Reference Stations
4 March 2020	3	-31	Quiet	HKFN, HKLT, HKKT, HKST, HKSL, HKKY
6 November 2020	8	-277	High	HKFN, HKLT, HKKT, HKST, HKSL, HKKY

П'ять опорних станцій, позначених кружечками на рис. 5.12 (HKFN, HKKT, HKLT, HKSL, HKST), були обрані для надання послуги РЧК мережі. Поправки мережі РЧК потім були застосовані в ДГНСС між HKKT і HKKY, які були обрані в якості опорної станції і марсохода відповідно. Довжина базової

лінії між НККТ і НККУ становила 17,9 км. Усі ці еталонні станції оснащені професійними приймачами Leica.

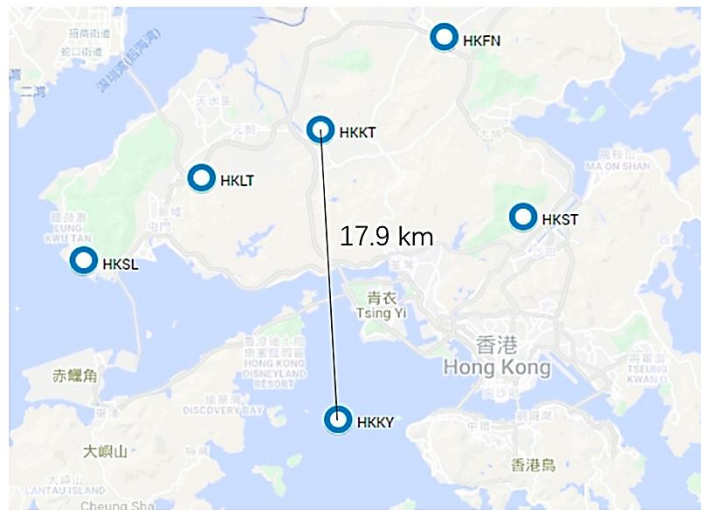


Рисунок 5.12 - Розповсюдження вибраних довідкових станцій у Гонконгу

Дані двочастотної ГНСС з п'яти опорних станцій спочатку були оброблені програмним забезпеченням РЧК. У програмному забезпеченні іоносферна затримка з подвійною різницею була розрахована після того, як неоднозначності на двох частотах були розв'язані, як показано в рівнянні (5.1). З відомим розташуванням опорних станцій іоносферна затримка з подвійною різниця була змодельована з використанням лінійної функції різниці координат у горизонтальній площині між головною та допоміжною опорними станціями, як показано у рівнянні (5.2). Параметри моделі включають градієнти іоносфери схід–захід та північ–південь.

Вимірювання фази двочастотної несучої доступні на еталонній станції НККТ і НККУ. Це дозволяє оцінити точність диференціальної іоносферної затримки. Іоносферна затримка з подвійною різницею, передбачена з лінійної моделі, була порівняна з такою, розрахованою за допомогою вимірювань фази двочастотної несучої. Було виявлено, що середньоквадратичне значення їх відмінностей становило 0,04 м 4 березня 2001 р. і 0,05 м 9 листопада 2020 р. Видно, що точність лінійної моделі іоносфери, використаної в цьому дослідженні, є достатньою для її застосування в ДГНСС.

Для базової лінії довжиною 17,9 км середньоквадратична похибка горизонтального позиціонування протягом періоду була покращена з 0,52 до 0,24 м 4 березня 2001 р. і з 0,72 до 0,27 м 6 листопада 2020 р., як показано в таблиці 2. Похибка горизонтального позиціонування можна покращити на 53% і 62% відповідно, використовуючи мережеві поправки РЧК. Таким чином, мережеві корекції РЧК можуть зменшити помилку позиціонування в низькоширотних районах, особливо в денний час.

Таблиця 5.2. Покращення похибки позиціонування ДГНСС за допомогою виправлення мережевого РЧК

Date	Horizontal Positioning Error (Meter)			Vertical Positioning Error (Meter)		
	DGNSS	Modified DGNSS	Improvement (%)	DGNSS	Modified DGNSS	Improvement (%)
4 March 2020	0,52	0,24	53	0,44	0,38	14
6 November 2020	0,72	0,27	62	0,73	0,49	32

Висновки

Ефективність ДГНСС може бути погіршена через помилки тимчасової та просторової декореляції. Помилки тимчасової декореляції можна пом'якшити за допомогою RRC, тоді як просторова декореляція не виправляється в локальній ДГНСС. Коли SA було вимкнено, просторова декореляція стала найбільш помітним джерелом помилок. Щоб зменшити погіршення продуктивності з віддаленням від опорної станції, було запропоновано модифікований ДГНСС з використанням мережевих корекцій РЧК, щоб зменшити помилку просторової декореляції.

У цьому дослідженні оцінювалася продуктивність запропонованої ДГНСС з використанням мережевих поправок РЧК шляхом обробки даних. Для оцінки були оброблені дані ГНСС за два дні 2020 року (рік сонячного максимуму), записані мережею CORS Гонконгу: 4 березня, коли в іоносфері

було спокійно, і 6 листопада, коли сталася геомагнітна буря. Застосовуючи поправки мережевого РЧК, середньоквадратичне значення помилки горизонтального позиціонування було покращено з 0,52 до 0,24 м для першого набору даних і з 0,72 до 0,27 м для другого набору даних. У двох тестах похибка горизонтального позиціонування була покращена на 53% і 62% відповідно при використанні мережевих поправок РЧК. Слід зазначити, що поведінка іоносфери і тропосфери непередбачувана і може сильно відрізнятися. Два набори даних, використані в цьому дослідженні, є невеликими вибірками, і досяжна точність запропонованого ДГНСС може бути кращою або слабшою для деяких інших вибірок. Наприклад, точність ДГНСС-ФКР, виконаного у високих широтах, була підвищена максимум на 40% [31].

Запропонована ДГНСС може бути досягнута в режимі реального часу за допомогою мережевих технологій РЧК на ринку. Коли мережеве позиціонування РЧК реалізується за допомогою технології ФКР, параметри градієнта легко передаються через повідомлення Радіотехнічної комісії морських служб (RTCM), і марсохід може використовувати параметри для оцінки помилок просторової декореляції. Коли мережеве позиціонування РЧК реалізується за допомогою технології МАС, залежні від відстані помилки спочатку повинні бути змодельовані в ровері, а потім можна оцінити виправлення для помилок просторової декореляції. Стандартна технологія VRS сама по собі не надає параметри моделі роверам. Однак параметри моделі доступні на стороні сервера. Модифікований ДГНСС може бути досягнутий, наприклад, за допомогою VRS, в якому на стороні сервера надаються корекції псевдодальності з приблизним положенням марсохода.

РОЗДІЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙС

6.1 Підвищення ефективності роботи морського транспортного судна

На сьогоднішній день стрімко розвивається процес глобалізації економіки, тому великого значення набувають питання розвитку транспортних технологій.

Проблема розвитку морського транспорту загострюється під впливом масштабів економічної діяльності та посилення інтеграційних процесів. Удосконалення національної транспортної системи, що веде до раціонального обслуговування вантажопотоків, рівносильно приросту макроекономічного і внутранспортних ефектів. Фізичний приріст транспортного потенціалу та оптимізація організації забезпечують прискорення оборотності капіталу і відносний приріст продуктивності праці

Незважаючи на негативний вплив зовнішніх умов, будь-яка економічна система має націлювати виробничий потенціал на максимізацію результатів загальнонаціонального значення. Цим визначається вибір і розробка стратегії подальшого розвитку транспортних підприємств. При будь-якому стані економіки морський транспорт відноситься до найважливіших національних цінностей, рівень розвитку яких визначає загальносистемне становище країни.

Це обумовлено тим, що розвиваються торгові відносини з усіма провідними країнами світу, що вимагає налагодженої, відмінно функціонуючої транспортної системи не тільки в цих країнах, а й між ними.

Транспортні технології оптимізації витрат при даній ситуації являються одним з основних елементів розвитку транспортного флоту та міжнародних відносин, що й буде досліджуватися у даній роботі.

Сучасні умови господарювання та підвищення ролі новітніх технологій у світі висувають нові вимоги до системи управління витратами. Усе частіше необхідність зменшення собівартості послуг та зміцнення конкурентних позицій підприємства на ринку змушують підприємства шукати нові шляхи й методи оптимізації поточних витрат та економії ресурсів.

Суда - самі «ненажерливі» і в той же час невибагливі споживачі палива: для їх заправки використовують і дизель, і мазут, і суміші різних фракцій вуглеводнів. Однак «всеїдність» суднових двигунів сьогодні все сильніше обмежують екологічні норми. А жорсткі вимоги безпеки при бункеровке - заправці судів паливом - дозволяють мінімізувати забруднення морських вод нафтопродуктами.

Витрати на паливо становлять значну частку витрат і є одним з найважливіших предметів розглянутих для оптимізації. Тому аналіз можливостей по підвищенню паливної ефективності суден шляхом оптимізації їхньої експлуатаційної посадки та модернізації обводів носової частини показав, що ці методи є досить актуальними.

6.2 Розрахунок кількісних показників роботи судна в рейсі

Розрахунок виконаний на підставі завдання і даних, отриманих у попередніх розділах цієї дипломної роботи, взятих із суднової документації при роботі на переддипломної практиці, з довідкових матеріалів кафедри М і ЕМТ НУОМА, прейскурантів, тарифів та ін. Вихідні дані рейсу т/х «CORINTHIANS PHOENIX» з порту Халдія в порт Сінгапур зведені в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 - Початкові дані для розрахунку рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Дедвейт т/х «CORINTHIANS PHOENIX»	D_w	Тон	172091
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	858,5
3	Відстань між портами	L	милі	1768,72
4	Кількість навантаженого вантажу	$\Sigma Q_{шт}$	шт	165650
5	Фрахтова ставка за 1 шт вантажу	f	\$/шт	10
6	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	шт/ год.	25000
7	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	шт/ год.	20000
8	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	15
9	Швидкість в каналах, вузостях	v	кан. вуз.	10
10	Добова витрата палива на ходу: важке	q_x^e	тон/доб	60,1
	Добова витрата палива на стоянці: легке	$q_{ст}$	тон/доб	3,2
11	Ціна 1 тони палива: важке	$Ц_v$	\$/т	450
	легке	$Ц_l$	\$/т	580
12	Балансова вартість судна	$C_{бал}$	\$	3985200
13	Річна норма амортизації	Ha	%	10
14	Позаексплуатаційний час	$T_{зе}$	діб.	15
15	Чисельність екіпажу	$Ч_{ек}$	чол.	20
16	Час затримки в дорозі	$t_{зат}$	діб.	0,25
17	Додатковий час в портах стоянки	$t_{дод}$	діб.	4
18	Заробітна платня	$R_{зн}$	\$/доб	2300
19	Витрати на технічне постачання	$R_{т.пос}$	\$/доб	250
20	Навігаційні витрати	$R_{нав}$	\$/доб	150
21	Портові збори	$R_{порт}$	\$	19750
22	Агентування суден	$R_{аг}$	\$/доб	120
23	Витрати на страхування судна	$R_{стр}$	\$/доб	150
24	Витрати на ремонт	$C_{рем}$	\$/мр.п.	500000
25	Вартість одного доковання	$C_{док}$	\$	20000

При розрахунку кількісних показників роботи судна в рейсі використовуємо дані рейсового завдання [51, 53].

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

$$D_q = D_w - G_{зан}, \quad (6.1)$$

$$D_q = 22229 - 806,63 = 21422,4 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

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

де T_k - календарний період, приймаємо 365 діб;

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

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

$$t_x = 1767,6 / (15,0 \times 24) + 0,25 = 4,8 \text{ діб}$$

- стоянковий час:

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

$$t_{cm} = 561 / 600 + 561 / 800 + 4/24 = 0,8 \text{ діб.}$$

- час рейсу складе:

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

$$t_p = 3,8 + 0,8 = 5,6 \text{ діб}$$

4. Розрахуємо провізну спроможність судна:

- зроблено шт-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 561 \times 1767,6 = 991624 \text{ шт-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_{\text{ч}} L = 21422,4 \times 1767,6 = 37866234 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

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

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = 62 \times 650 + 499 \times 800 = 439500 \text{ \$/рейс}$$

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

Постійні експлуатаційні витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

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

- витрати на заробітну плату ($R_{\text{зн}}$) 2300 \$/добу;

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

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

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

$$R_{\text{хар}} = 20 \times 12 = 240 \text{ \$/добу};$$

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

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

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

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

$$R_{\text{рем}} = ((20000 + 500000) / 5) / 350 = 297 \text{ \$/добу}$$

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

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

$$R_{\text{ам}} = (3985200 \times 0,1) / 350 = 1139 \text{ \$/добу};$$

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

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

де $H_{сн}$ - норма постачання;

$$R_{сн} = (3985200 \times 0,02) / 350 = 228 \text{ \$/добу};$$

- витрати на технічне постачання ($R_{т.пос.}$) 250 \\$/добу;
- навігаційні витрати, \\$/добу ($R_{нав}$) 150 \\$/добу;
- портові збори ($R_{порт}$) 19750 \\$/рейс;
- витрати з агентування ($R_{аг}$) 120 \\$/добу;
- витрати на страхування ($R_{стр}$) 150 \\$/добу.

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

$$R_{екс} = 2297 + 240 + 297 + 1139 + 228 + 250 + 150 + 19750 / 5,6 + \\ + 120 + 150 = 8398 \text{ \$/ добу}$$

7. Розраховуємо непрямі (адміністративно-управлінські)

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

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

$$R_{кос.} = 8398 \times 0,02 = 168 \text{ \$/добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{заг} = 8398 + 168 = 8566 \text{ \$/добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{заг.екс} = 8566 \times 5,6 = 47970 \text{ \$/рейс}$$

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

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

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

$$R_x^l = k_{cm} \cdot q_x \cdot \Pi_l \quad (6.16)$$

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

$$R_x^e = 1,1 \times 67,2 \times 450 = 33264 \text{ \$ / добу}$$

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

$$R_{cm}^l = k_{cm} \cdot q_{cm} \cdot \Pi_l \quad (6.17)$$

$$R_{cm}^l = 1,1 \times 3,2 \times 580 = 2042 \text{ \$ / добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

$$\Sigma R_{nep} = (R_x^m \cdot t_x) + (R_{cm}^m \cdot t_{cm}) \quad (6.18)$$

$$\Sigma R_{nep} = 33264 \times 3,8 + 2042 \times 1,8 = 130079 \text{ \$ /рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{рейс} = 47970 + 130079 = 178049 \text{ \$ /рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

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

$$\Sigma \Pi_{рейс} = 439500 - 178049 = 261451 \text{ \$ /рейс}$$

Прибуток судна т/х «CORINTHIANS PHOENIX» з порту Халдія в порт Сінгапур з вантажем контейнера за рейс склав 261451 \$/рейс.

Розрахунок якісних показників роботи судна в рейсі

Якісні показники роботи судна в рейсі розраховуємо за методикою [53]:

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

$$K_e = \frac{T_{екс}}{T_k}, \quad (6.21)$$

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

2. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

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

$$V_{cp} = 1767,6 / 3,8 = 465$$

3. Коефіцієнт ходового часу:

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

$$\varepsilon_x = 3,8 / 5,6 = 0,679$$

4. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

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

$$\mu_в = 0,986 \times 465 \times 0,679 = 311,31$$

5. Валова прибутковість одних судно-днів:

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

$$\mu = 439500 / 5,6 = 78482 \text{ $/доба}$$

6. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

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

$$S_{um} = 178049/561 = 317 \text{ \$/шт}$$

7. Собівартість 1 тонно-милі в рейсі:

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

$$S_{um-m} = 178049 / 991624 = 0,1795529 \text{ \$/шт-м}$$

8. Собівартість утримання судна в добу експлуатації:

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

$$S_{с-д} = 178049 / 5,6 = 31795 \text{ \$/ доба.екс}$$

10. Рівень прибутковості являє відношення доходів до витрат:

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

$$PF = 439500 / 178049 = 2,47$$

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

6.3 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу

Якісні показники роботи судна за експлуатаційний період розраховуємо з урахуванням розрахованого експлуатаційного період роботи судна за формулою (6.2) за методикою [53]:

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$Ч_p = T_{екс} / t_p \quad (6.30)$$

$$Ч_p = 350 / 5,6 = 62,50$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma Q_{екс} = 561 \times 62,50 = 35063 \text{ шт / рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

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

$$\Sigma Ql_{екс} = 991624 \times 62,50 = 61976500 \text{ шт-миль / рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma F_{екс} = 439500 \times 62,50 = 27468750 \text{ \$ / рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma R_{екс} = 178049 \times 62,50 = 11128063 \text{ \$ / рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma \Pi = 261451 \times 62,50 = 16340688 \text{ \$ / рік}$$

7. Рівень прибутковості роботи судна за експлуатаційний період:

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

$$PF = 27468750 / 11128063 = 2,47$$

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

Таблиця 6.2 - Кількісні і якісні показники виконаного рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Валовий дохід	F	\$	439500
2	Затрати загальні	R	\$	178049
3	Прибуток	Π	\$	261451
4	Коефіцієнт ходового часу	ε_x		0,679
5	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	милі/доб	465
6	Дохідність судна	μ	\$/ доб	78482
7	Рівень дохідності	PF		2,47
8	Собівартість перевезення 1 шт вантажу	$S_{шт}$	\$/шт	317
9	Собівартість 1 шт-милі	$S_{шт-м}$	\$/шт-м	0,1795529
10	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	$S_{с-д}$	\$/доб.	31795

В результаті проведених розрахунків, наведених у таблиці 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень прибутковості 2,47, прибуток 261451 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 16340688 \$. Судно «CORINTHIANS PHOENIX» доцільно використовувати на даній лінії.

Подальше дослідження управління та маневрування судном при плаванні в льодах доцільно, так як забезпечує значний економічний ефект за рахунок запобігання аварій.

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)

Судно-контейнеровоз «OOCL BELGIUM» стоїть на якорі в районі зовнішнього рейду порту Сан-Паулу (Бразилія). Отримано повідомлення про стався вибух на території спеціалізованого перевантажувального комплексу для рідких хімічних наливних вантажів. В результаті вибуху порушений технологічний режим перекачування газу.

Внаслідок цього в районі пункту розливу хлору стався розрив хлоропроводу, що призвело до розливу 12 т зрідженого хлору, який є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). Характер розливу «вільно». На території порту оголошена терористична загроза.

Метеорологічні умови на момент аварії: час доби – день, 15.00, температура повітря 20⁰, швидкість вітру 2 м/с, вітер зустрічний, суцільна хмарність. Відстань від судна до місця аварії – 4 км. Місцевість відкрита, характер – водна поверхня.

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 підозрілої діяльності на судні або поблизу нього.

7.1.2. Оцінка масштабів хімічного зараження території

Виконання розрахунків ведеться за допомогою формул і таблиць, наведених у Методиці прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах

морського транспорту (Додаток 1 до «Методичних вказівок по виконанню розділу дипломної роботи «Охоронні заходи і цивільна оборона на судні»).

1) Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря

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

Таблиця 7.1 - Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

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

2) Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі

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

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

$$Q_{\text{э1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^I \cdot Q_0 = 0,18 \cdot 1 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 12 = 0,5 \text{ т,}$$

де: $K_1 = 0,18$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (таблиця 7.2);

Таблиця 7.2 - Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найменування СДОР	Щільність ь СДОР, т/ м ³		Температура кипіння, °С	Порогова температура, °С	Значення допоміжних коефіцієнтів								
	Газ	Рідина			K ₁	K ₂	K ₃	K ₇ для температури повітря (°С)					
								-40	-20	0	20	40	
Хлор	-	1,558	-34,1	0,6	0,18	0,052	1,0	<u>0</u> 0,9	<u>0,3</u> 1	<u>0,6</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1,4</u> 1	

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

$K_3 = 1$ – коефіцієнт (таблиця 7.2);

$K_5 = 0,23$ – коефіцієнт, який враховує ступень вертикальної стійкості повітря для ізотермії (п. 7.2. Методики прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах морського транспорту);

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

$Q_0 = 12$ – кількість хлору, що розлився при аварії, т.

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

Площа розливу S_p (m^2) хлору дорівнює:

$$S_p = V_p / h = Q_0 / \rho / h = 12 / 1,558 / 0,05 = 154 \text{ м}^2 ,$$

де: V_p – об'єм хлору, що розлився, m^3 ;

$\rho = 1,558$ – щільність хлору, т/ m^3 (таблиця 7.2);

$h = 0,05$ – товщина шару хлору (для характеру розливу – «вільно»), м.

Таблиця 7.3 - Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

Швидкість вітру (u), м/с										
K_4		1,33								

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_{Π} переднього фронту хмари зараженого повітря залежно від швидкості вітру

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

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 T (год.) хлору:

$$T = h \cdot \rho / (K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{\Pi}) + 1 / (K_M \cdot v_{\Pi}) = 0,05 \cdot 1,558 / (0,052 \cdot 1,33 \cdot 1) + 1 / (1 \cdot 12) = 1,2 \text{ год.} = 1 \text{ год. } 12 \text{ хв.},$$

де: $K_2 = 0,052$ – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей хлору (таблиця 7.2);

$K_4 = 1,33$ – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (таблиця 7.3);

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

$K_M = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари хлору (таблиця 7.4);

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

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

$$Q_{32} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{\Pi} \cdot Q_0 / (h \cdot \rho) = 0,82 \cdot 0,052 \cdot 1 \cdot 1,33 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 12 / (0,05 \cdot 1,558) = 2,0 \text{ т},$$

де: $K_6 = N^{0,8} = 1^{0,8} = 1$ – коефіцієнт, що залежить від часу N , що пройшов з моменту початку аварії; за умовами завдання $N = 1$ год.

4) Визначення глибини і площі зони зараження

Глибину зони зараження первинною (вторинною) хмарою СДОР при аваріях на технологічних ємностях, сховищах і транспорті визначаємо за допомогою таблиці 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 і менше	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19

Для $Q_{\text{в1}} = 0,5$ т та швидкості вітру $u = 2$ м/с визначаємо глибину зони зараження первинною хмарою хлору: $\Gamma_1 = 1,9$ км.

Для $Q_{\text{в2}} = 2,0$ т та швидкості вітру $u = 2$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою хлору: $\Gamma_2 = 4,1$ км.

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 4,1 + 0,5 \cdot 1,9 = 5,05 \text{ км},$$

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

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

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

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

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{matrix} \right\} = 5,05 \text{ км}.$$

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

$$S_{\text{в}} = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^0 = 3,14 \cdot 5,05^2 \cdot 90^0 / 360^0 = 20 \text{ км}^2,$$

де: $\Gamma = 5,05$ - розрахункова глибина зони зараження, км;

$\varphi = 90^0$ - кутовий розмір зони зараження, град (таблиця 7.7).

Таблиця 7.7 - Кутові розміри зони можливого зараження СДОР залежно від швидкості вітру

Швидкість вітру (u), м/с	0,5	0,6 - 1	, 1 - 2	2
φ , град	60	1 80	0	5

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

$$S_{\phi} = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 5,05^2 \cdot 1^{0,2} = 3,4 \text{ км}^2,$$

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

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

Територія можливого хімічного зараження представляє собою сектор, що має кутовий розмір $\varphi = 90^0$ (таблиця 7.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 5,05$ км. Вершина сектору співпадає з джерелом зараження - місцем розливу хлору.

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

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ_1 (км):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_{\Sigma}}{d_1} \right)^{\Psi} = 2,31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{2,5}{6} \right)^{0,580} = 1,4 \text{ км},$$

де: $\lambda = 2,31$; $\Psi = 0,580$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (таблиця 8.8);

$Q_{\Sigma} = Q_{\Sigma 1} + Q_{\Sigma 2} = 0,5 + 2,0 = 2,5$ – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару, т;

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

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

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

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

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

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

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

$$\Gamma_{0,2t} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,2t}} \right)^\psi = 2,31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{2,5}{1,2} \right)^{0,580} = 3,5 \text{ км},$$

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

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 5,05$ км.

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

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

$$t = x / (K_m \cdot v_n) = 4 / (1 \cdot 12) = 0,33 \text{ год.} = 20 \text{ хв.},$$

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

7.1.3. Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження території внаслідок хімічної аварії показала, що глибина зони зараженого досягне 5,05 км. Враховуючи відстань до місця аварії (4 км), можна зробити висновок, що судно «OOCL BELGIUM» опиняється в зоні легких уражень. Хмара зараженого повітря підійде до судна приблизно через 20 хв. Час дії вражаючих концентрацій хмари становить 1 год. 12 хв. Існує реальна загроза для екіпажу судна.

Для зменшення можливих людських втрат пропонуються наступні заходи:

- повідомити екіпаж про аварійну ситуацію в порту;
- зв'язатися зі службами порту з метою уточнення аварійної обстановки, вирішити питання про терміновий відхід судна від місця якірної стоянки за межі зони ураження;
- у разі неможливості для судна терміново покинути місце якірної стоянки прийняти рішення про укриття екіпажу в приміщеннях судна, поки триває вражаюча дія хлору;
- терміново прибрати усіх людей з палуби всередину надбудови судна;
- для укриття екіпажу слід використовувати найбільш пристосовані для цього приміщення судна, які потрібно додатково герметизувати за допомогою підручного матеріалу;

- у разі використання наявних на судні дихальних апаратів слід контролювати час знаходження людей в апаратах;
- у разі зміни напрямку вітру слід зробити спробу терміново «знятися з якірної стоянки» та відійти за межі зони уражень хмари зараженого повітря;
- встановити контроль концентрації СДОР в повітрі приміщень судна, підготуватися до надання першої медичної допомоги постраждалим.

8.1.4. Стандартні робочі процедури по прийняттю відповідних заходів у разі підозрілої діяльності на судні або поблизу нього

Стандартні робочі процедури встановлюють порядок дій суднового персоналу при порушенні захисту судна або підозрілої діяльності на судні або поблизу нього при всіх рівнях охорони (1, 2, 3).

Капітан уповноважений приймати будь-які рішення, спрямовані на порятунок судна, пасажирів та екіпажу, збереження вантажу, запобігання забруднення навколишнього середовища. Капітан і особа командного складу, відповідальна за охорону судна (SSO), повинні прийняти усі необхідні заходи, які будуть адекватні ситуації, що склалася. Виходячи з рекомендацій міжнародних і національних документів, можна сформулювати наступні основні заходи, які повинні бути проведені на судні:

- своєчасне виявлення засобів нападу і нападників,
- максимальне ускладнення висадки нападників на судно,
- у разі висадки нападників на судно або виявленні їх на судні максимальне ускладнення можливого встановлення ними контролю над управлінням судна або захоплення заручників.

Розподіл відповідальності членів екіпажу за виконання дій, які повинні бути зроблені у разі підозрілої діяльності на судні або поблизу нього, наведений в таблиці 8.9 і може бути використаний в якості чек-листа. Даний перелік дій жодним чином не обмежує капітана в прийнятті інших рішень, якщо він вважатиме їх більш ефективними в конкретних умовах.

Таблиця 7.9. Заходи, які повинні бути прийняті у разі підозрілої діяльності на судні або поблизу нього

№ п/п	Дії, які повинні бути прийняті	Відповідальний член екіпажу
----------	--------------------------------	--------------------------------

1	2	3
1	Записати докладно попередження про загрозу теракту (якщо во-но було) . У судновому журналі відображати всі заходи по забезпеченню безпеки до закінчення дозволу надзвичайної ситуації.	Вахтовий помічник
2	Негайно доповісти капітану і SSO.	Вахтовий помічник
3	Оголосити загальносуднову тривогу.	Капітан
4	Задраїти і закрити на замки всі приміщення на палубах.	Вахтовий помічник
5	Створити на судні зони безпеки, визначені Планом охорони судна і діяти у відповідності з Планом.	SSO
6	Забезпечити зорове спостереження і суворий пропускний режим.	SSO
7	Встановити зв'язок і взаємодію з Посадовою особою портового засобу, відповідальною за охорону, і портовою владою.	SSO
8	Тримати каюти членів екіпажу і ілюмінатори в каютах постійно закритими.	Вахтовий помічник
9	Забезпечити спостереження за сторонніми особами, які перебувають на борту, виключити їх вільне переміщення по судну.	SSO
10	Здійснювати постійний контроль за вантажно-розвантажувальними роботами, при перерві в роботах і по їх закінченню провести ретельний огляд трюмів, палуб і закриття люків.	SSO
11	З настанням темного часу доби забезпечити освітлення палуб і бортів судна, підняти трап, перевірити відсутність з бортів і корми звисаючих кінців, виставити додаткові спостережні пости, регулярно перевіряти, як задраєні і розкріплені зсередини всі двері і люки, що ведуть у коридори надбудови	Капітан, SSO

ВИСНОВОК

Даний дипломний проект є проробка безпечного та економічного переходу з порту навантаження Халдія до порту Сінгапур.

За каталогом карток, книг і посібників проведено підбір карт та необхідної літератури на перехід. Розглянуто порядок коректури карт, книг і посібників при підготовці до переходу і в процесі його виконання. Виконана прокладка курсів, розраховане плавання по них і проведено розрахунок природної освітленості за маршрутом переходу.

Вироблено розміщення вантажів з трюмами, детально вивчені транспортні характеристики і властивості вантажів, виконані розрахунок і перевірка статичної і динамічної остійності за вимогами ІМО. Розрахунок подовжньої міцності судна виконане при використанні суднової програми, яка схвалена класифікаційним товариством

У дослідницькому розділі проведено комплексний аналіз впливу похибок просторової та тимчасової декореляції на ефективність традиційної ДГНСС та обґрунтовано необхідність використання мережевих корекцій РЧК для підвищення точності позиціонування, особливо в умовах значної іоносферної мінливості. Розглянуто принципи формування поправок у мережах РЧК, методи моделювання залежних від відстані похибок, а також особливості їх імплементації у технологію ДГНСС, орієнтовану на кодові вимірювання.

На основі експериментальних даних Гонконзької мережі SatRef показано, що застосування мережевих поправок дозволяє зменшити горизонтальну похибку позиціонування більш ніж удвічі як у спокійних, так і в активно збурених іоносферних умовах. Це підтверджує перспективність запропонованої модифікованої ДГНСС для практичного застосування в регіонах зі складними геофізичними характеристиками.

Отримані результати свідчать, що інтеграція мережевих корекцій РЧК у ДГНСС суттєво розширює її функціональні можливості, забезпечуючи рівень точності, який раніше був доступний лише фазовим приймачам. Водночас з

огляду на варіабельність іоносферних умов і обмежений обсяг тестових даних необхідні подальші дослідження, спрямовані на розширення статистичної вибірки та оцінку роботи модифікованої технології в різних сценаріях, включно з динамічними режимами.

Розраховані кількісні і якісні економічні показники роботи судна в рейсі і виконано їх порівняльний аналіз за рейс і за експлуатаційний період.

Виконана робота дозволила підсумувати курс теоретичної і практичної підготовки в НУОМА і приготуватися до якісно нового етапу в роботі - виконання обов'язків вахтового помічника капітана.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки для виконання магістерської роботи / Укл. І.І. Ворохобін та ін. –Одеса: НУОМА, 2023. – 96 с.
2. Практичне судноводство: навч. посібник / В. Г. Алексішин, В. Т. Долгочуб; Одеська морська національна академія. - 4-те вид., Випр. та дод. – О.: Фенікс, 2011. – 376 с.
3. Alan Murray. Astro Navigation From Square One To Ocean Master.- M-Y Books, 2013. - 445 p.
4. Забезпечення навігаційної безпеки плавання: навчальний посібник / В. Г. Алексішин, Л. А. Козир, С. В. Симоненко; Одеська морська національна академія. - Одеса: Фенікс; М.: ТрансЛіт, 2012. – 518 с.
5. D.J. House Seamanship Techniques. Shipboard and Marine Operations. 5th Editdion. 2018. - 922 p.
6. Алексішин В.Г., Козир Л.А., Короткий Т.Р. Міжнародні та національні стандарти безпеки мореплавання. – Одесса: Латстар, 2002. – 257 с.
7. Баранов Ю.К., Гаврюк М.И., Логиновский В.А., Песков Ю.А. Навигация. – 3-е изд., перераб. и доп.- Санкт-Петербург, «Лань», 1997. – 512 с.
8. Резолюція ІМО А.893 (21) –1999 «Руководство по планированию рейса».
9. Рекомендації щодо організації штурманської служби на морських судах України (РІШСУ-98).—Одесса: ЮжНИИМФ, 1998.—111с.
- 10.Посібник з процедур на містку — Bridge Procedure Guide. - International chamber of shipping. 1998-87 p.
11. Конвенція та кодекс з підготовки, дипломування моряків та несення вахти (ПДМНВ-78/95) – International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, 1978/95 (STCW-78/95)
- 12.Ніколаєва Л. Л. Комерційна експлуатація судна: навч. [для студ. вищ. навч. зав.] / Л. Л. Ніколаєва. - Одеса: Фенікс, 2006. – 754 с.

- 13.Савчук В. Д. Технологія перевезення вантажів : підруч. / В. Д. Савчук. – Одеса: ВидавІнформ, 2008. – 335 с.
- 14.Снопков В.М. Перевезення вантажів морем: Транспорт, 1986. -312с.
- 15.Довідник капітана далекого плавання.: Транспорт, 1988. -241с.
- 16.Adoption of the International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code), Resolution MSC.267(85).
- 17.International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk (International Grain Code). – London: International Maritime Organization, 1991. – 35 p.
- 18.Правила класифікації та побудови морських суден. В 5-ти т. Том 2. – Київ: Регістр судноплавства України, 2014.
- 19.Довідник з теорії корабля: У трьох томах. Том 2. Статика судів. Качка судів / Под ред. Я. І. Войткунського.: Суднобудування, 1985. – 440 с.
- 20.Сізов В.Г. Теорія корабля: Підручник. Видання 4-те, перероблене та доповнене. - Одеса: Фенікс, 2008. - 464 с.
- 21.Макси́маджі А.І. Капітану про міцність судна: Довідник.: Суднобудування, 1988. – 224 с.
- 22.Code on Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments. Resolution A.267(85). -London: International Maritime Organization, 2008. - 109 p
- 23.Регістр Судноплавства України. Правила класифікації та побудови морських суден.: У 5-ти т. Том 2. - Київ: Регістр судноплавства України, 2016.
- 24.Демін С.І. Запитання управління морського судна.: Рекламінформбюро, 1975. -75с.
- 25.Вагущенко Л.Л. Системи автоматичного управління рухом судна/Вагущенко Л.Л., Цимбал Н.М. - 3-тє вид., Перероб. і дод. – Одеса: Фенікс, 2007. – 328 с.
- 26.Weng, D.; Gan, X.; Chen, W.; Ji, S. A new DGNSS positioning infrastructure for android smartphones. Sensors 2020, 20, 487.

27. Park, B.; Kim, J.; Kee, C.; Cleveland, A.; Parsons, M.; Wolfe, D. RRC Unnecessary for DGPS messages. *IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst.* 2006, 42, 1149–1160.
28. Skone, S. Limitations in DGPS positioning accuracies at low latitudes during solar maximum. *Geophys. Res. Lett.* 2002, 29, 1439.
29. Kim, S.; Park, K. Improving DGPS accuracy by considering the correlation of pseudorange correction and satellite elevation angle. *J. Navig.* 2017, 70, 1267–1275.
30. Lee, J.; Seo, J.; Park, Y.; Pullen, S.; Enge, P. Ionospheric threat mitigation by geometry screening in Ground-Based Augmentation Systems. *J. Aircr.* 2011, 48, 1422–1433.
31. Kim, J.; Song, J.; No, H.; Han, D.; Kim, D.; Park, B.; Kee, C. Accuracy Improvement of DGPS for Low-Cost Single-Frequency Receiver Using Modified Flächen Korrektur Parameter Correction. *ISPRS Int. J. GeoInf.* 2017, 6, 222.
32. Minimum Aviation Systems Performance Standards for Local Area Augmentation System (LAAS); RTCA DO-245A; RTCA Inc.: Washington, WA, USA, 2004.
33. Datta-Barua, S.; Lee, J.; Pullen, S.; Luo, M.; Ene, A.; Qiu, D.; Zhang, G.; Enge, P. Ionospheric Threat Parameterization for Local Area Global-Positioning-System-Based Aircraft Landing Systems. *J. Aircr.* 2010, 47, 1141–1151.
34. Weng, D.; Ji, S.; Chen, W.; Li, Z.; Xu, Y.; Ye, L. Assessing and mitigating the effects of the ionospheric variability on DGPS. *GPS Solut.* 2015, 19, 107.
35. Weng, D.; Chen, W. SBAS enhancement using an independent monitor station in a local area. *GPS Solut.* 2019, 23, 1–9.
36. Odijk, D.; van der Marel, H.; Song, I. Precise GPS positioning by applying ionospheric corrections from an active control network. *GPS Solut.* 2000, 3, 49–57.
37. Bakula, M. Network code DGPS positioning and reliable estimation of position accuracy. *Surv. Rev.* 2010, 42, 82–91. [Google Scholar] [CrossRef]

38. Przestrzelski, P.; Bakula, M.; Galas, R. The integrated use of GPS/GLONASS observations in network code differential positioning. *GPS Solut.* 2017, 21, 627.
39. Raman, S.; Garin, L. Performance Evaluation of Global Differential GPS (GDGPS) for Single Frequency C/A Code Receivers. In *Proceedings of the 18th International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation (ION GNSS 2005)*, Long Beach, CA, USA, 13–16 September 2005; pp. 1465–1469.
40. Kee, C.; Yun, D. Extending Coverage of DGPS by Considering Atmospheric Models and Corrections. *J. Navig.* 2002, 55, 305–322.
41. Li, B.; Shen, Y.; Feng, Y.; Gao, W.; Yang, L. GNSS ambiguity resolution with controllable failure rate for long baseline network RTK. *J. Geod.* 2014, 88, 99–112.
42. Rizos, C.; Han, S. Reference station network based RTK systems—Concepts and progress. *Wuhan Univ. J. Nat. Sci.* 2003, 8, 566–574.
43. Improved AR by regional differential modeling of the ionosphere. In *Proceedings of the 8th International technical meeting of the Satellite Division of the US Institute of Navigation*, Palm Springs, CA, USA, 12–15 September 1995; pp. 55–62.
44. Tang, W.; Jin, L.; Cui, J.; Shi, C.; Zhang, Y. GNSS Network RTK regional ionospheric modelling studies and performance analysis. *J. Navig.* 2016, 69, 211–224.
45. Cui, J.; Tang, W.; Jin, L.; Deng, C.; Zou, X.; Gu, S. An improved ionosphere interpolation algorithm for network RTK in low-latitude regions. *GPS Solut.* 2018, 22, 109.
46. Janssen, V. A Comparison of the VRS and MAC principles for network RTK. In *Proceedings of the IGNSS Symposium*, Surfers Paradise, Australia, 1–3 December 2009.
47. Hu, G.; Abbey, D.A.; Castleden, N.; Featherstone, W.E.; Earls, C.; Ovstedal, O.; Weihing, D. An approach for instantaneous ambiguity resolution for

- medium to long-range multiple reference station networks. GPS Solut. 2005, 9, 1–11.
48. Dai, L.; Han, S.; Wang, J.; Rizos, C. Comparison of Interpolation Algorithms in NetworkBased GPS Techniques. J. Inst. Navig. 2004, 50, 277–293.
49. Radio Technical Commission for Marine Services. RTCM Recommended Standards for Differential GNSS (Global Navigation Satellite Systems) Service, version. 2.3; RTCM: Washington, WA, USA, 2001.
50. <https://unctad.org/en/pages/> - Review of Maritime Transport 2018 (Обзор морського транспорту)
51. Винников В.В. Экономика предприятия морского транспорта (экономика морских перевозок): - 3 изд., перераб. доп. – О.: Феникс, 2011. – 944 с.
52. Дем'янченко А.Г., Сотниченко Л.Л. Вдосконалення організаційно-економічного механізму управління розвитком підприємств морської галузі / кол. монографія за ред. А. Г. Дем'янченко. – Одеса: НУ «ОМА», 2017. – 325 с.
53. Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи. – Одеса: НУ «ОМА», 2017, с. 20.
54. Конвенція з охорони людського життя на морі - СОЛАС-74 (The International Convention for the Safety of Life at Sea - SOLAS-74)
55. <https://studfile.net/preview/5648410/>
56. Топалов В.П. Конвенція СОЛАС-74. Основні положення та коментарі. - Одеса.: Астропринт, 2012. – 288 с.
57. Іванов Б.М. Основи охорони праці на морському транспорті: Підручник для студентів вищих навчальних закладів./ Б.М. Іванов, М.О. Калігаєв, Ю.І. Касилов, О.І. Іванов – Одеса: КОМПАС, 2003. – 416 с.
58. Москальова В: Охорона праці: питання та відповіді. Довідник. Навчальний посібник/ Москальова В М: Батлук В А: Кусковець С Л: Филипчук В – Магнолія 2006, 2011.-438 с.

59. Терновський В. Б. Методичні вказівки щодо виконання розділу дипломної роботи «Охоронні заходи та цивільна оборона на судні» / В. Б. Терновський – Одеса: НУ «ОМА», 2015. – 75 с.