

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

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра ЕКС

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА

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

Россолімо Даніїл Ігорович

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна
«Varuna» за маршрутом Гамбург-Монреаль

Підпис магістранта Даніїл РОССОЛІМО

Завідувач кафедри _____

Керівник Микола ЦИМБАЛ

Рецензент _____

Нормоконтроль _____

м. Одеса
2025 рік

Магістерська робота містить 135 с., 40 рис., 52 таб., 47 використаних джерел.

Перехід з порту Гамбург до порту Монреаль проходить через Північне море далі мінуючи Англійську протоку слідуємо через Атлантичний океан до Північної Америки. Загальна протяжність переходу склала 3626,8 милі.

У дослідницькому розділі розглянуто принцип дії, конструктивні особливості та навігаційне використання супутникових компасів сучасного покоління, зокрема моделей SC-50, SC-70, СН-5708 та РК-2306. Проведено порівняння характеристик супутникових навігаційних систем GPS і ГЛОНАСС, наведено технічні параметри обладнання та вимоги до його встановлення на судні. Особливу увагу приділено аналізу точності, швидкодії, взаємодії з іншими судновими навігаційними системами та ефективності застосування в умовах реального судноплавства.

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

Представлені деякі аспекти з охорони праці, охоронні заходи та цивільної оборони на судні.

The master's thesis contains 135 pages, 40 figures, 52 tables, 47 used sources.

The passage from the port of Hamburg to the port of Montreal passes through the North Sea, then passing through the English Channel and following it across the Atlantic Ocean to North America. The total length of the passage was 3626.8 miles.

The chapter examines the operating principles, structural features, and navigational applications of modern satellite compasses, including the SC-50, SC-70, CH-5708, and PK-2306 models. It provides a comparative overview of GPS and GLONASS satellite systems, presents key technical specifications of the equipment, and outlines installation requirements on board a vessel. Special focus is placed on accuracy, operational efficiency, system integration with radar, AIS, and ECDIS, as well as the performance of satellite compasses under practical navigation conditions.

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

Some aspects of occupational safety, security measures and civil defense are presented.

ВСТУП

Найважливіша проблема судноплавства - підвищення безпеки мореплавання. Щорічне збільшення кількості та тоннажу судів призводить до суттєвого ускладнення навігації. Збільшення розмірів, швидкостей і щільності руху суден, вимоги різних судноплавних компаній до ведення суднової документації та скорочення часу стоянки загострює дефіцит часу у судноводія. Тому зараз особливо гостро стоїть питання про те як допомогти судноводій в його роботі.

Дуже важливо знати, використовувати і дотримуватися всі міжнародні правила, норми і документи для забезпечення безпеки мореплавання.

Загальноприйняті правила, розроблені Міжнародною Морський Організацією (ІМО) повинні неухильно дотримуватися.

Найважливішими нормативними документами, що містять такого роду правила, є конвенції. Зміст цих конвенцій розроблено ІМО і прийнято усіма країнами - учасниками цих конвенцій і багатьма іншими країнами.

Таким чином, питання безпеки мореплавання є основним. Саме цим критерієм необхідно надавати максимальну увагу.

Планування переходу полягає в тому, щоб підготувати плавання судна так, щоб весь перехід був проведений належним чином. При цьому знову таки перша критерієм, який потрібно враховувати, є безпека судна і людей, що знаходяться на ньому. Планування переходу є шляхом для зведення до мінімуму ризику навігаційних помилок. Без планування часу на отримання необхідної інформації може виявитися недостатньо і в критичних ситуаціях цей фактор може призвести до катастрофи. Історія призводить нам чимало сумних прикладів, коли гинули люди, судна в результаті відсутності належного ставлення з боку штурманів до своїх обов'язків.

Для підвищення безпеки судноводіння на судах є різні технічні засоби судноводіння, особливе місце серед яких займає компас.

Супутникові компаси є важливим елементом сучасної навігаційної інфраструктури судна, забезпечуючи високу точність та стійкість вимірювань у різноманітних умовах плавання. Їх застосування значно підвищує безпеку судноводіння та ефективність роботи навігаційних систем.

РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

1.	Назва судна	VARUNA
2.	Тип судна	Танкер
3.	Позивний сигнал судна	3E7583
4.	IMO	9269934
5.	MMSI	352004064
6.	Рік і місце побудови	2004 NEW TIMES SHIPBUILDING — JINGJIANG, КИТАЙ.
7.	Клас Регістру	DET NORSKE VERITAS
8.	Порт приписки	Panama
9.	Судновласник	COLUMBIA SHIPMANAGEMENT DEUTSCHLAND - ГАМБУРГ, НІМЕЧЧИНА
10.	Менеджмент	COLUMBIA SHIPMANAGEMENT DEUTSCHLAND - ГАМБУРГ, НІМЕЧЧИНА
11.	Довжина найбільша L (м)	175,97
12.	Довжина між перпендикулярами $L_{\perp\perp}$	168,00
13.	Ширина найбільша B (м)	31,00
14.	Висота борту до верхньої палуби H (м)	17,00
15.	Найбільша осідання T (м)	$T_L=11,058$; $T_T=11,288$; $T_3=10,828$
16.	Осадка T (м) в повному вантажу и порожньому	$T_{max} = 17,528$; $T_{min} = 6,07$
17.	Водотоннажність (т) в повному вантажу Δ порожньому Δ_0	48706 8707
18.	Повна вантажопідйомність Δ_w (т)	39999
19.	Головний двигун: тип: потужність: частота обертання:	MAN (Hyundai) B&W, тип 6S50MC 8580кВт
20.	Режим роботи головного двигуна	ПП-105 СП-76

		МП-55 СМП-45
21.	Швидкість судна	13,5 / 14,5
22.	Гребний гвинт: Кількість лопастей: Діаметр та крок гвинта (м) Дискове відношення: Напрямок обертання:	4 5800 мм × 5,811 4089мм праве
23.	Тип руля і площа його пера (м ²)	небалансирный, полуподвесной, S = 29,41
24.	Тип стернової машини: Підрулюючий пристрій:	электро-гидравлический роторно-лопастной тип на баке мощностью 900кВт, 1475 об/мин
25.	Суднова радіостанція: Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району А1, А2, А3 та включає в себе:	JRC JSB-196GM, JRC NCT-196N; NBDB, JRC NCT-196N; JRC JUE-75C; JRC JHS-32B; JRC NCR-330; Jotron Tron 40S; Jotron Tron SART 20; JRC JHS-7 GMDSS; SSAS Icarus SKY Connect
26.	Валова реєстрова місткість (GRT)	25108
27.	Чиста реєстрова місткість (NRT)	8346
28.	Добова витрата палива: На ходу: важке паливо (HFO) На стоянці: дизельне паливо (DO)	36.0 8.0
29.	Координати центру мас порожнього судна	Z = 11,32 X = - 9,57 м

1.2. Транспортно-експлуатаційні характеристики

Схематичний креслення бокового виду судна з розташуванням приміщень для вантажів та запасів наведено рисунку 1.1.

План верхньої палуби наведено рисунку 1.2.

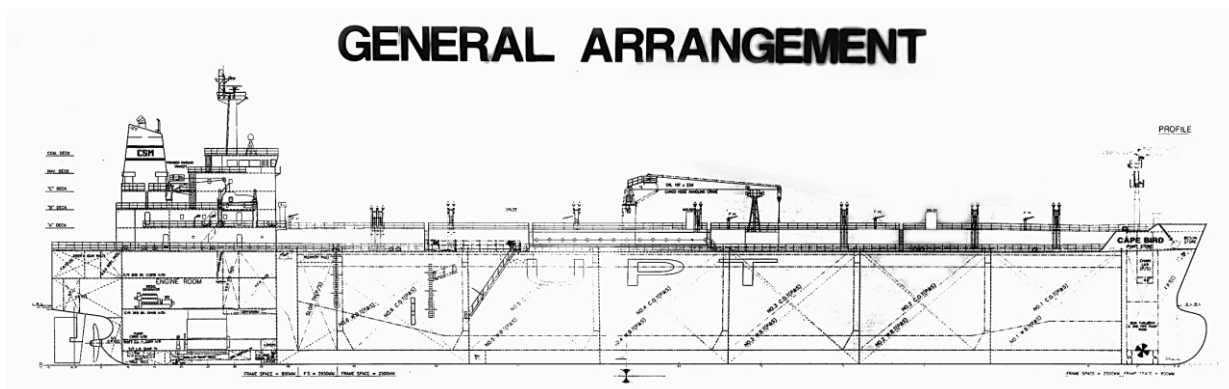


Рисунок 1.1 - Схематичне креслення бокового виду судна

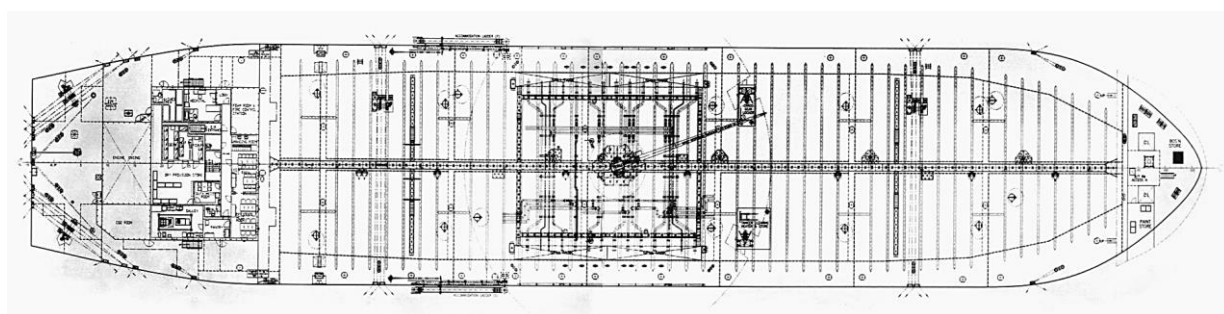


Рисунок 1.2 - План верхньої палуби

Вантажна шкала представлена у вигляді таблиці 1.2 та малюнку 1.3.

Таблиця 1.2 - Вантажна шкала

Водотоннажність, т	Дедвейт, т	Осадка, м	Число тон на 1 см осадки, т/см	Момент диферентуючий на 1 см, тм
53000	44300	11.91	50.13	633.9
51000	42300	11.52	50.01	629.4
48706	39999	11.058	49.86	624.5
48000	39300	10.92	49.80	622.6
45000	36300	10.32	49.50	612.9
42000	33300	9.71	49.09	599.2
39000	30300	9.09	48.58	582.5
36000	27300	8.47	47.65	550.5
33000	24300	7.82	46.69	517.5
30000	21300	7.17	45.68	485.0
27000	18300	6.51	44.98	464.1
24000	15300	5.84	44.37	447.7
21000	12300	5.16	43.82	433.9
18000	9300	4.48	43.28	420.9
15000	6300	3.78	42.67	406.9
12000	3300	3.07	41.96	391.2
9000	300	2.35	41.08	372.9
8707	0	2.278	40.98	371.0

1.3 Маневрені характеристики

Дані про маневрені характеристики, дані по якірному ланцюзі, по роботі кермового пристрою, збільшення опади, дані про діаметр повороту,

дані про гальмівний шлях і т.д. представлені рисунку 1.4 - "Wheelhouse poster".

На малюнку 1.9 представлені дані з підрулюючого пристрою та маневру MOB - "Bow thruster and man overboard trial".

Лоцманська картка судна наведена на рисунку 1.5 и 1.6.

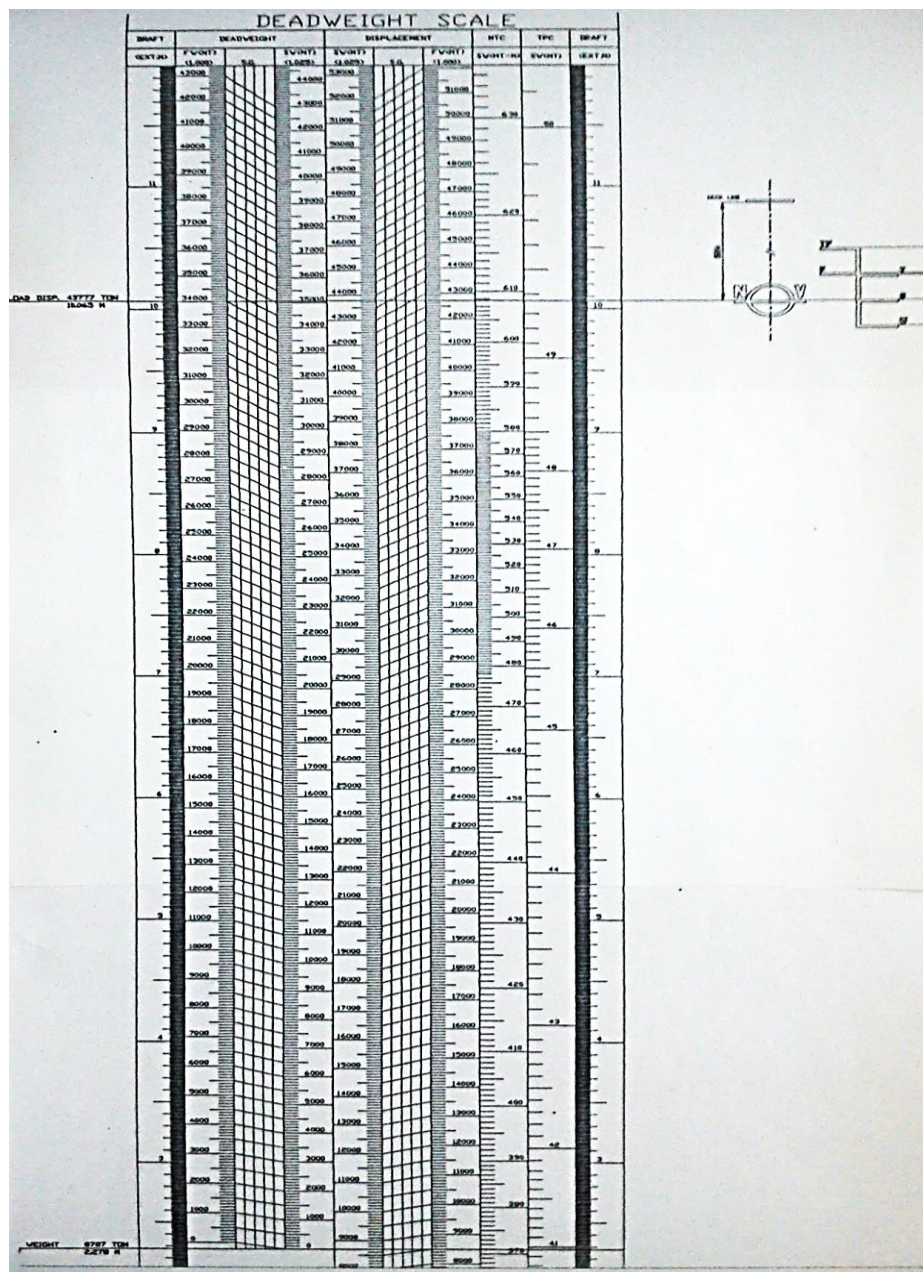


Рисунок 1.3 - Вантажна шкала

Kind of test	Result of SEA TRIAL 29.08.2003				Hoisting of chain	
Ship's speed	0 Knots		4 Knots		Part	2 shot
Ship's heading	Elapsed time		Elapsed time		Port side windlass	Time
	Port	Stb'd	Port	Stb'd		Oil pressure (kg/cm ²)
10 Deg.	2min 06sec	1min 09sec	1min 36sec	1min 50sec	Stbd side windlass	2'47"
20 Deg.	3min 19sec	1min 45sec	2min 28sec	2min 57sec		240
30 Deg.	4min 24sec	2min 22sec	3 min 31sec	4min 02sec		Time
40 Deg.	5min 19sec	3min 00sec	4 min 31sec	4min 59sec		Oil pressure (kg/cm ²)
50 Deg.	6min 13sec	3min 41sec	5min 28sec	5min 48sec		2'46"
60 Deg.	7min 06sec	4min 21sec	6min 29sec	6min 38sec		240
70 Deg.	8min 07sec	5min 04sec	7min 32sec	7min 23sec		
80 Deg.	9min 19sec	5min 46sec	8min 32sec	8min 06sec		
90 Deg.	10min 56sec	6min 29sec	9min 32sec	8min 48sec		
OIL PRESSURE (KG/CM ²)	250	250	250	250		
Remark:	The bow thruster is effective at the vessel's speed between 0 - 4 knots					

Anchor chain	No. of shackles
Port	12
Stbd	11
(1 shackle = 27.5 m = 15 fathoms)	

MAN OVERBOARD TRIAL

	PORT	STARBOARD
WEATHER	STRONG BREEZE	
SEA CONDITION	B.F. 4-5	
CHECK TIME(SEC)	477	657
SEA DEPTH	130 M	130 M
WIND DIRECTION	S 45°	S 120°
WIND SPEED	10 KTS	13 KTS
RUDDER ANGLE	-35° / 35°	35. / -35.
BASE COURSE	358.5°	358.5°
INITIAL SPEED	16.0 KTS	16.1 KTS
INITIAL RPM	123.8	123.8
DISTANCE FROM START	86 M	95 M

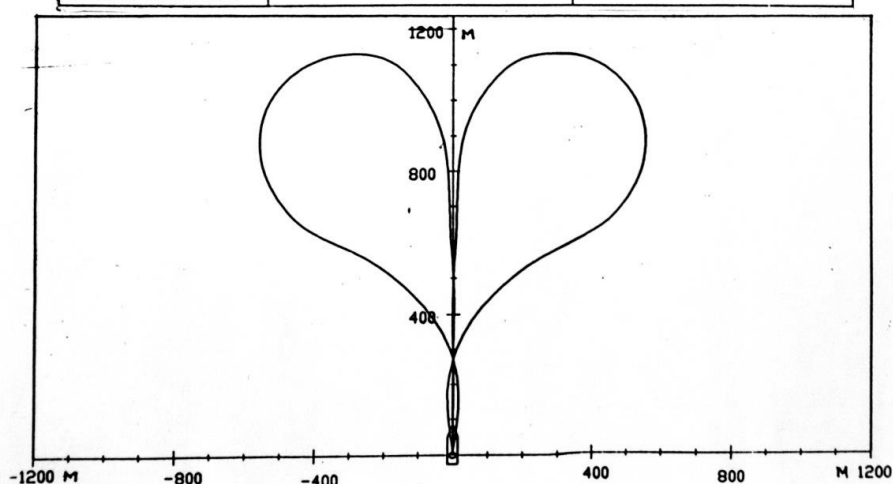


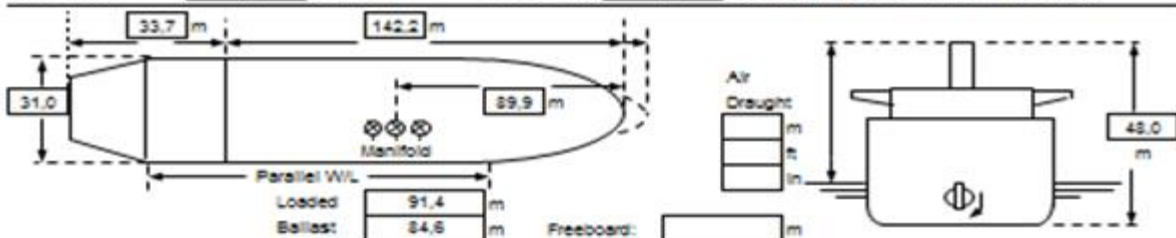
Рисунок 1.5 - Wheelhouse poster. Bow thruster and man overboard trial

PILOT INFORMATION EXCHANGE
PILOT CARD – PART A

SNM D06: PILOT CARD

SHIP'S PARTICULARS:

Ship's Name:	VARUNA	Call sign:	3E7383	Port:		in/out
Displacement:		(tonnes)	Deadweight:		(tonnes)	GRT
Length OA	175.93	(m)	Breadth	31.00	(m)	Bulbous bow
Draught fwd		(m)	Draught aft		(m)	Draught amid
Port anchor	12	(shackles)	Stbd anchor	11	(shackles); (1 shackle = 27.4m / 15 fathoms)	



ENGINE:

Type of engine	HYUNDAI BSW 6S50MC	Maximum power	8 550	(kW)	11 640	(HP)
	rpm / pitch	loaded speed	ballast speed			
Full ahead	105	13.8	13.9			
Half ahead	76	9.98	10.1			
Slow ahead	55	7.22	7.29			
Dead slow ahead	45	5.91	5.97			
Dead slow astern	45		Maximum number of consecutive starts			
Slow astern	55		9			
Half astern	76		Time full ahead to full astern			
Full astern	105	85	45			
		(% of full ahead power)	Time limit astern			
			50			
			Engine critical rpm			
			57-69			

STEERING:

Rudders	1	(number)	SEMI BALANCED	(type)	35	° (maximum angle)
Time hard-over to hard-over	28	sec	Rudder angle for neutral effect	0	°	
Propellers	1	(number)	Direction of turn	right	Controllable pitch	No
Thrusters	1	(number)	Bow power	900	kW/HP	Stern power
Steering idiosyncrasies	n/a					

EQUIPMENT CHECKED & READY FOR USE:

Anchors	☐	Cleared away	☐	Whistle	☐
X-Band radar	☐	ARPA	☐	Flags	☐
S-Band radar	☐	ARPA	☐	VHF	☐
Speed log	☐	Water	☐	AIS	☐
Echo sounder	☐			Mooring winches / lines	☐
Electronic position - fixing	☐	Type	JLR-7700MKII	Rudder/RPM/ROT Indicators	☐
Compass system	☐	Gyro compass error	0	Engine telegraphs	☐
Steering gear	☐	Number of power units in use	2		

Columbia Shipmanagement requires a minimum UKC to be maintained as follows:

- 10% of the deepest draft when the vessel is alongside the berth
- 15% of the deepest draft when navigating under pilotage and in confined waters
- 25% of the deepest draft when navigating in open waters

MUKC	
Speed Limit	
Squat	

EQUIPMENT OPERATIONAL DEFECTS / OTHER IMPORTANT DETAILS:

Master's Name:		Pilot's Name:		Date:	
----------------	----------------------	---------------	----------------------	-------	----------------------

Рисунок 1.6 - Лоцманська картка. Частина А
PILOT INFORMATION EXCHANGE
PILOT CARD – PART B

SNM D05: MASTER / PILOT EXCHANGE**SHIP IDENTITY:**

Name: Call Sign Flag:
 IMO No: Year built: Ship's agent:
 Ship type: Cargo typ last port:

COMMUNICATION INFORMATION:

MMSI: Tlx: Fax: Ocean region

PILOT BOARDING: PORT DATE

ETA: (date/time UTC) Freeboard

Boarding Station (if there is more than one)

SHIP PARTICULARS

Draught fwd Draught aft Draught amidships
 Air draught Length Beam: MUKC
 Displacement Dwt. Gross Net:

ANCHORS

Port anchor Stbd anchor (length of cable available)

MANOEUVRING DETAILS AT CURRENT CONDITION

Full speed Half speed
 Slow speed Min steering speed
 Propeller direction of turn: Controllable pitch
 Number of propellers Number of fwd thrusters Number of aft thrusters

MAIN ENGINE DETAILS:

Type of engine
 Maximum number of engine start Critical speed rpm
 Maximum tug bollard pull tons

EQUIPMENT DEFECTS RELEVANT TO SAFE NAVIGATION & OTHER IMPORTANT DETAILS

Rank and signature of Officer:.....

To be completed and forwarded to the Pilot Station in advance

Рисунок 1.7 - Лоцманська картка. Частина Б

1.4 Навігаційне обладнання

Дані про всі технічні засоби навігації (ТСН) судна (електрорадіо-навігаційні прилади та системи) представлені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Технічні засоби навігації

Прибор, система	Тип, марка	Кол-во	Год выпуска	Место установки
Гирокомпас	Yokogawa Denshikiki Co. Ltd., CMZ 700S	1	2003	Рубка электронной аппаратуры
Магнитний компас	Saracom, TM 40	1	2003	Пеленгаторная палуба
Радиолокатор (САРП) (10см и 3см)	JRC, JMA-9822-6XA, JMA-9832-SA	2	2003	Пеленгаторная палуба
Ехолот	JRC, JFE-582	1	2003	Навігаційний мостик
Лаг	Consilium(Sweden), SAL R1	1	2003	Навігаційний мостик
ПИ СНС	DGPS JRC, JLR-7700MK2	2	2003	Навігаційний мостик
AIS	JRC, JHS-180	1	2003	Навігаційний мостик
ІНМАРСАТ-С	JRC, JUE-75C	2	2003	Навігаційний мостик
ECDIS	Transas NaviSailor ECDIS, RS4B	2	2008	Навігаційний мостик

Виконана в масштабі, схема розташування ТСН і пультів на ходовому містку (вид зверху, з відповідною нумерацією), представлена на рисунку 1.8.

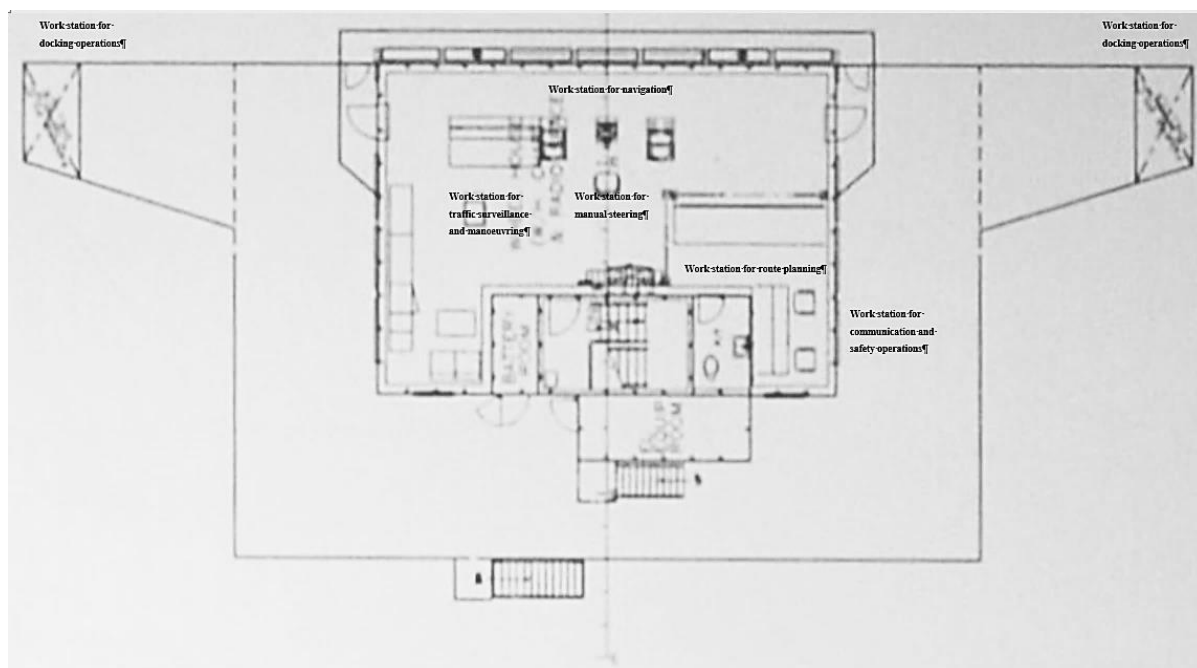


Рисунок 1.8 - Схема розташування ТСН і пультів на ходовому містку
(вид зверху)

Точнісні характеристики наявних на судні ТСН представлені в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 - Точнісні характеристики технічних засобів навігації

Тип, марка ТСН	Умови	Вимірювані навігаційні параметри	Середня квадратична похибка одного вимірювання	Модуль градієнта параметра
ГК Yokogawa Denshikiki	Зображення судна, що рухається	Курс/пеленг	0.2°	
РЛС 10см JRC, JMA-9832-SA	Електронний візир	Пеленг	1.0°	57.3°/D
РЛС 3см JRC, JMA-9822-6XA	Электронный визир	Пеленг	1.0°	57.3°/D
Эхолот JRC, JFE-582	Глибина до 20 м, 50 м, 120 м, 250 м, 500м.	Глибина	0.1 м	
Лар Consilium, SAL R1	Судно, що рухається	швидкість	0.1 узла	

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

Планування переходу складається з двох етапів:

- трансокеанський перехід і відкриті води;
- прибережні води, вузькості, підходи до портів і портові води.

Навігаційний помічник капітана повинен виконати графічне планування переходу і скласти його опис в табличній формі.

Планування переходу виконують від початкової до кінцевої точки руху судна (від причалу до причалу), незалежно від того, буде чи ні на борту лоцман. Резолюція Міжнародної морської організації (ІМО) А. 285(VII), Додаток А(V) і Міжнародна Конвенція з підготовки, дипломування моряків та несення вахти (ПДНВ-78/95) підтверджують, що незважаючи на обов'язок лоцмана виконувати безпечну проводку судна на складних у навігаційному відношенні ділянках плавання, капітан та його помічники зобов'язані забезпечити безпечне плавання судна на всьому протязі переходу, незалежно від перебування лоцмана на борту.

Вимоги та рекомендації щодо планування переходу містяться в наступних документах:

- 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.

Навігаційні карти підбирають на весь перехід і складають по порядку відповідно до відповідно користування ними. Генеральні карти, довідкові та допоміжні складають окремо.

Всі карти і гідрографічні видання коригують аж до останнього Повідомлення мореплавцям, який отримують на судно. Враховують і використовують для коректури всі навігаційних-організаційні попередження, отримані з будь-яких джерел. На переході продовжують коректуру карт з навігаційних попереджень, одержуваним по радіо.

При плануванні трансокеанського переходу або плавання у відкритих водах обирають шлях з урахуванням оцінки майбутніх метеорологічних умов (клімату, погоди). Розраховують і порівнюють плавання по ортодромії і локсодромії. Для вибору шляху використовують рекомендовані маршрути. Визначають відстань між портами, розраховують на перехід (з урахуванням штормового запасу) необхідну кількість бункера, мастил, води, технічного постачання, провізії.

Прибережне плавання і плавання в обмежених водах вимагають значно більшої уваги. Шлях вибирають в стороні від небезпек з урахуванням систем поділу руху. Приймають до уваги національні вимоги та обмеження при проходженні територіальних вод. Вибирають, яким з проходів слідувати, якщо є така можливість, наприклад, при проходженні архіпелагу з декількома проходами. Вирішують, чи потрібно брати лоцмана, якщо є така альтернатива. Враховують час проходку найбільш складних ділянок, освітленість на це час, дія приливних течій і т. п.

Планування складається з чотирьох стадій:

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

Для забезпечення безпеки плавання на кожному судні повинні постійно бути в наявності необхідні карти і керівництва для плавання, обов'язковий перелік яких для судна визначається службою мореплавання судновласника з урахуванням типу судна, плану перевезень. Капітан має право доповнити цей запас на свій розсуд.

В судову колекцію входять: каталог карт і книг; морські навігаційні карти, керівництва і посібники для плавання, лоцій, опис вогнів і знаків, опис радіотехнічних засобів навігаційного обладнання (РТСНО), розклад передач навігаційних і гідрометеорологічних повідомлень для мореплавців, різні довідкові видання; океанські шляхи світу, Міжнародні правила попередження зіткнень суден у морі (МППЗС-72), Міжнародний звід сигналів (МСС), збірник міжнародних угод і законодавчих актів з питань мореплавання, таблиці ширини територіальних вод та спеціальних зон зарубіжних держав, таблиці відстаней, а також допомоги ТРАВНІ, МТ-75, ТВА-57, або їх зарубіжні аналоги.

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.

Відомості про підібраних картах і книгах зведені в таблиці 2.1 і 2.2.

Таблиця 2.1 – Перелік карт на перехід

Тип карти	Cell No.	Назва карти	Дата випуску
Генеральні карти	4103	English Channel to the Strait of Gibraltar and the Arquipelago dos Acores	07.2020
	4013	North Atlantic Ocean Western Part	07.2020
	4114	Arquipelago dos Acores to Flemish Cap	10.2020
	2666	Grand Banks of New found land	04. 2020
	4404	Gulf of Maine to Strait of Belle Isle including Gulf of St. Lawrence	04. 2016
Путьові, часні карти та плани	DE48	River Elbe, Luhesand to Hamburg	03. 2022
	DE46	River Elbe, Belum to Krautsand	08. 2021
	DE87	Borkum to Neuwerk and Helgoland	05. 2021
	1633	Friesland Junction and GW/EMS to Vlieland and Borkum	10. 2018
Путьові, часні карти та плани	1632	DW Routes and Friesland Junction to Vlieland	08. 2018
	1631	DW Routes to Ijmuiden and Texel	08. 2018
	1630	West Hinder and Outer Gab bard to Vlissingen and Scheveningen	10. 2021
	1183	Thames Estuary	07. 2021
	323	Dover Strait-Eastern Part	03. 2022
	1892	Dover Strait-Western Part	03. 2022
	536	Beachy Head to Dungeness/ Sovereign Harbour	12.2016
	1652	Selsey Bill to Beachy Head	09. 2019
	2450	Anvil Point to Beachy Head	04. 2021
	2454	Start Point to the Needles including Off Casquets TSS	04. 2021
	2669	Channel Islands and adjacent Coast of France	02. 2022
	442	Lizard Point to Berry Head	04. 2021
	777	Land's End to Falmouth	01. 2018

	2565	St. Agnes Head to Dodman Point including the Isles of Scilly	04. 2021
	2649	Western Approaches to the English Channel	02. 2020
	4734	Saint-Pierre to/à St John's	09. 2005
	4763	Sydney to/à Saint-Pierre	03. 2005
	4764	Cabot Strait and Approaches/Détroit de Cabot et les Approaches	03. 2005
	4766	Baie des Chaleurs/Caleur Bay aux/to Îles de la Madeleine	08. 2015
Путьові, частні карти та плани	4774	Harve-Saint-Pierre et/and Cap Des Rosiers à/to Pointe des Monts	11. 2014
	4777	Pointe des Monts aux/to Escoumins	07. 2019
	4782	Ile du Bic au/to Cap de la Tete au Chien	08.2021
	4783	Cap de la Tete au Chien au/to Cap aux Oies	09. 2012
	4784	Cap aux Oies a/to Sault-au-Cochon	08. 2020
	4785	Sault-au-Cochon a/to Quebec	08. 2020
	4786	Port de Quebec	08. 2020
	4787	Québec à/to Donnacona/ Mouillage de Saint-Nicolas	10. 2019
Путьові, частні карти та плани	4788	Donnacona à/to Batiscan/ Portneuf	07. 2019
	4789	Batiscan au/to Lac Saint-Pierre/ Port de Bécancour/ Port de Trois-Rivières	07. 2019
	4790	Lac Saint-Pierre	08. 2019
	4791	Sorel à/to Varennes	10. 2019
	4792	Port de Montréal	10. 2019
Допо міжні	5006	The World Time Zone Chart	2021
	D6083	The World Load Line Regulations	2018
	5124(7)	North Atlantic Ocean Routeing Chart - July	2021

Таблиця 2.2 – Перелік публікацій на перехід

NP No	TITLE
SAILING DIRECTIONS	
55	North Sea (East) Pilot
28	Dover Strait Pilot
27	Channel Pilot
50	Newfoundland and Labrador Pilot
65	St. Lawrence Pilot
ADMIRALTY LIST OF LIGHTS AND FOG SIGNALS	
75	Volume B - Southern and Eastern Sides of the North Sea, including the Coast of Norway to latitude 60°55'N
74	Volume A - British Isles and North Coast of France from Dunkerque to entrance to Goulet de Brest including North Sea Oil and Gas Production Installations
81	Volume H - Northern and Eastern Coasts of Canada including River Saint Lawrence and Saint Lawrence Seaway
ADMIRALTY LIST OF RADIO SIGNALS	
281(1)	Part 1, Maritime Radio Stations: Europe, Africa and Asia
281(2)	Part 2, Maritime Radio Stations: The Americas, Far East and Oceania
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
283(2)	Part 2, Maritime Safety Information Services: The Americas, Far East and Oceania

Продовження табл. 2.2

284	Meteorological Observation Stations
285	Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS)
286 (1)	Volume 6 - Part 1, Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations: United Kingdom and Ireland(including European Channel Ports)
286 (2)	Volume 6 - Part 2, , Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations: Europe (excluding UK, Ireland, Channel Ports and Mediterranean)
286 (5)	Volume 6 - Part 5, Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port

	Operations: Americas and Antarctica
288	Satellite Navigation Systems
ADMIRALTY TIDE TABLES	
202	Volume 2 – Atlantic and Indian Ocean
ADMIRALTY DISTANCE TABLES	
350	Part 1 – Atlantic Ocean, NW Europe, Mediterranean Sea, Caribbean Sea and Gulf of Mexico
ASTRONOMICAL PUBLICATIONS	
314-00	Nautical Almanac
303 (4)	Sight Reduction Forms (H.494)
323	Star Finder and Identifier
401 (2)	Sight Reduction Tables for Marine Navigator – Vol. II Lat 30° - 45°
MISCELLANEOUS PUBLICATIONS	
100	The Mariners Handbook
136	Ocean Passages for the World (4 th Edition, 1987)
131	Catalogue of Admiralty Charts and Publication
294	How to Correct your charts the Admiralty Way
735	IALA Maritime Buoyage System, Edition 5 1994
5011	Symbols and Abbreviations used on Admiralty Charts, Edition 2
Guide to Port Entry	
Fairplay	

2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

В даний час всі завдання отримання, передачі інформації на судах вирішуються штурманським складом в процедурах і з використанням апаратних засобів GMDSS. Однією з функцій GMDSS є передача на судна в

морі ІНФОРМАЦІЇ З БЕЗПЕКИ МОРЕПЛАВСТВА (ІБМ). Збором, координацією і передачею ІБМ займається міжнародна служба безпеки SafetyNET, яка є складовою частиною GMDSS. Структура SafetyNET і завдання, які вирішуються службою, викладені в керівництві ІМО InternationalSafetyNETManual.

Служба SafetyNET передає на судна навігаційні та метеорологічні попередження, метеопрогнози, повідомлення про лихо, дані з коректури карт і іншу термінову інформацію.

Інформація з безпеки мореплавства надходить в SafetyNET від безлічі офіційних постачальників інформації, зареєстрованих ІМО, основним з яких є Всесвітня служба навігаційних попереджень (ВСНП), статус і завдання якої визначені прийнятої Резолюцією ІМО Асамблеї А. 419(XI).

Передачі ІБМ здійснюються англійською мовою. Повідомлення SafetyNET від офіційних постачальників інформації приймаються та обробляються на береговій станції автоматично. Найбільш важливі повідомлення повторюються через 6 хв після першої передачі. Мікропроцесор приймача забороняє повторний друк повністю правильно прийнятих повідомлень.

Для отримання ІБМ в приймач повинен бути введений номер НАВАРЕА (при бажанні можна організувати прийом повідомлень і для сусіднього району; для цього достатньо ввести через кому два номери районів НАВАРЕА, інформацію по яким необхідно приймати). Приймач не може перебувати у стані, коли немає ніякого номера району НАВАРЕА. Якщо номер не введений вручну, він буде проставлений автоматично за координатами судна. Якщо координати судна не оновлюватися протягом 24 годин, то автоматично введений номер НАВАРЕА буде анульовано і приймач почне здійснювати прийом інформації мережі SafetyNET по всьому океанського району, допустимим даними супутником.

Крім повідомлень НАВАРЕА на судні організовується прийом ІБМ по мережі NAVTEX. NAVTEX (навігаційний телекс) - це міжнародна автоматизована система передачі навігаційних та метеорологічних попереджень

і термінової інформації, що відноситься до вод на відстані до 400 миль від берега. Прийом здійснюється автоматично з допомогою окремої, жорстко налаштованого середньохвильового приймача з приставкою для букводрукування. Для прийому інформації мережі NAVTEX в приймач повинні бути внесені умовні позначення потрібних станцій, умовні позначення вибраних судноводієм видів навігаційної інформації.

З посібника ALRS (Admiralty List of Radio Signals) 283 Vol.1 і 283 Vol.2 можна вибрати, необхідну для отримання факсимільних карт погоди за маршрутом переходу.

Для прийому текстової інформації про погоду - прогнози, метеопопередження, ми не підбираємо спеціальних станцій, оскільки випуски NAVAREA і NAVTEX містять її в достатньому обсязі. Однак для відповідності вимогам складу диплома, інформацію, необхідну для отримання факсимільних карт погоди, зведемо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

N п/п	Радіо станції	Позначення кордону карти	Зміст передачі	Час передачі
1	Nothwood	54°N 82°W; 26°N 45°W 54°N 51°E; 28°N 12°E	Surface Analysis Significant Wind Areas T+24	0400(00) 0900(06) 1200(06) 1500(12) 1800(12)
2	Halifax	D: 60°N 68°W; 60°N 33°W 43°N 68°W; 43°N 33°W I: 54°N 100°W; 58°N 22°W 28°N 78°W; 30°N 39°W	D: Newfoundland ocean feature analysis I: 24/36 hour significant wave prognosis	1001(18) 2201(24) 0801(00/12) 2001(12/00)

За допомогою посібника ALRS 285 вибираємо інформацію про райони NAVAREA і станції NAVTEX за маршрутом переходу. Дані зводимо в таблицю.

Таблиця 2.4 - Райони NAVAREA, станції NAVTEX на переході

N п/п	Ділянка переходу	Район NAVAREA	Станції NAVTEX	Координатор NAVAREA
1	Об'єднане Королівство	I	Pinneberg [S] Netherlands Coastguard [P] Niton [K] Valentia [W]	United Kingdom
2	Сполучені Штати Америки	IV	S.John's [O] Labrador [X] Riviere-au-Renard [C]	USA

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	Humburg Pilots and Port	VHF	12; 14; 18	Berthing, unberthing, cargo operations, RS
2	Montreal Pilots Service	VHF	16; 12; 14	Call sign, name of ship, IMO number, Last/Next Port of Call, Cargo; Draught

Таблиця 2.6 – СУРС по маршруту переходу

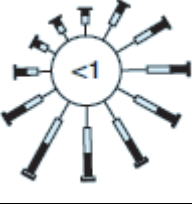
№	Traffic separation scheme	Station	VHF	Reporting point description
1	Elbe VTS Traffic Stations	- Hamburg Port Traffic - Brunsbüttel Elbe Traffic - Cuxhaven Elbe Traffic	14 68 71	Area 1 Area 2 Area 3
2	Dover Strait	Dover Strait VTS	79	Reporting system area
3	Gulf of Saint Lawrence	ECAREG Area	16, 14	Mandatory Reporting System

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

2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

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

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

Характеристики за ділянками	Англійський канал			Атл. океан			Залив Св. Лаврентія		
1	2			3			4		
Атмосферний тиск, гПа	1018			1020			1021		
Вітер									
Направлення вітру	Повторюваність вітру, %			Повторюваність вітру, %			Повторюваність вітру, %		
	Сумарна	11-15 м/с	>16 м/с	Сумарна	11-15 м/с	>16 м/с	Сумарна	11-15 м/с	>16 м/с
N	3	-	-	13	-	-	6	-	-
NE	1	-	-	48	2	1	12	-	2
E	20	1	-	5	-	-	6	-	-
SE	12	-	-	12	1	-	4	-	-
S	9	-	-	11	-	-	9	-	-
SW	10	-	-	6	2	-	13	2	-
W	27	5	2	4	2	-	27	2	2
NW	14	1	-	1	1	-	18	1	-
Результуючий вітер	направлення, у румбах		WNW	направлення, у румбах		ENE	направлення, у румбах		NW
	швидкість, м/с		7	швидкість, м/с		8	швидкість, м/с		10
Максимальна швидкість вітру, м/с	спостережена		10	спостережена		12	спостережена		12
	розрахункова		11	розрахункова		11	розрахункова		13
Повторюваність штилів, %	20			25			30		

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

Характеристики за ділянками		Англійський канал	Атл. океан	Залив Св. Лаврентія
1		2	3	4
Температура повітря, °С		26	25	24
Температура води, °С		18	18	18
Відносна вологість, %		76	80	76
Повторюваність туманів, %		10	30	10
Видимість менше 2 міль		1	3	2
Хмарність, бали		3	6	4
Солоність води, ‰		35	37	36
Щільність води, г/см ³ (або кг/м ³)		1,025	1.025	1,025
Постійні течії	назва	Гольфстрім	Гольфстрім	Гольфстрім
	термодинамічна характеристика	тепле	тепле	тепле
	направлення	SE	E	ENE
	швидкість, вузл.	1-2	1-2	1-2
	стійкість	50-75	50-75	50-75
Швидкість припливних течій, вузл.		1	0,5	0,5
Висота хвиль, м	середня	4	4	4
	максимальна	6	6	5
Період хвиль, с		6	7	6

2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні

Вивчення району плавання - один з найважливіших етапів штурманської підготовки до рейсу, що передуює прокладці - виконується з підбору та

коригування навігаційних морських карт, керівництв і посібників з урахуванням рекомендацій служб безпеки мореплавства. Всебічне вивчення району плавання виконується всім судноводійським складом судна перед його першим плаванням по маршруту або після тривалої перерви. Особливо ретельно вивчаються райони зі стисненими умовами плавання і підходи до портів.

При плаванні з лоцманом, знання останніх місцевих умов плавання, а капітаном маневрених характеристик і можливостей судна створює передумови узгодженості дій, при яких забезпечується безпечне плавання в складних умовах. У відповідності з резолюцією ІМО А - 285 (VIII), присутність лоцмана на борту не звільняє капітана і вахтового помічника його прав та обов'язків, пов'язаних із забезпеченням безпеки судна.

Порт Гамбург (Hamburg) (53°31 N, 9°58' E), один з найбільших портів західної Європи, розташований на річці Ельба в районі розгалуження її на рукави Нордер-Ельба і Зюдер-Ельба. Акваторія порту ділиться на кілька портових районів, спеціалізованих відповідно до характеру вантажів і класом суден. На північній стороні порту розташовані райони Альтона і Гросер-Грасброк, а на південній - райони Фінкенвердер, Вальтерсхоф, Толлер-Орт, Кувердер, Штайнвердер, Клай-нер-Грасброк, Рете, Харбург. Самостійне значення в порту має причал Санкт-Паулі. На всіх фарватерах, що ведуть до портових районів і окремих гаваней, підтримуються необхідні глибини. Для морських суден доступна вся акваторія порту до перших нерозвідних мостів через рукави Нордер-Ельба і Зюдер-Ельба; вище цих мостів можуть проходити лише судна з забираними щоглами; висота прольотів цих мостів 7,5 м від середнього рівня малих вод.

До порту примикає одне з найбільш великих міст - місто Гамбург (Hamburg). У місті розвинене суднобудування і машинобудування; є підприємства хімічної, нафтоперегінної та інших галузей промисловості.

Межі порту. Порт Гамбург простягається із заходу на схід на 14 миль, а з півночі на південь - на 5 миль.

Порт охоплює обидва рукави річки Ельба і з'єднуючі їх фарватери, а також всі басейни і гавані між меридіаном селища Тінсдаль (Tinsdal) ($53^{\circ}34' \text{ N}$, $9^{\circ}45' \text{ E}$) на заході і місцем розгалуження річки Обер-Ельба ($53^{\circ}27' \text{ N}$, $10^{\circ}04' \text{ E}$) на сході, за винятком річки Альстер (Alster) вище шлюзового моста ($53^{\circ}32,7' \text{ N}$, $9^{\circ}59,1' \text{ E}$), річки Білле вище моста Роте-Брюкке (Rote Brucke) ($53^{\circ}32,57' \text{ N}$, $10^{\circ}01,8' \text{ E}$) і річки Есте.

Значна частина акваторії порту є Вільною гаванню, в якій дозволяється вільний від митного нагляду і мит пересування суден; вона охоплює головні частини портових районів Вальтерсхоф, Штайнвердер, Кувердер, Толлер-Орт, Клайнер-Грасброк і Гросер-Грасброк до моста через рукав Нордер-Ельба. Межі Вільної гавані показані на карті.

Глибини. При середньому рівні повних вод фарватер рукава Нордер-Ельба шириною 200 м доступний для суден з осадкою до 12 м.

Коливання рівня в порту Гамбург, за винятком шлюзованої частини портового району Харбург, залежать від припливів, а також від сили та напрямку вітру на узбережжі. При незвично високих і катастрофічних підйомах рівня води подаються спеціальні попереджувальні сигнали. Звичайні коливання рівня фіксуються самописами рівня, показання яких передаються автоматично на покажчики рівня, що мають різну конструкцію. Покажчики рівня води встановлені в наступних пунктах: на будівлі лоцманської станції порту, розташованої на молу Земансхьофт; на вежі з годинником, що стоїть на березі проти східного краю причалу Санкт-Паулі ($53^{\circ}32,8' \text{ N}$, $9^{\circ}58,1' \text{ E}$); на молу Кьольбрандхьофт і на молу Амерікахьофт ($53^{\circ}32' \text{ N}$, $9^{\circ}59,7' \text{ E}$).

Лоцманська служба. Станція портових лоцманів знаходиться на молу Земансхьофт ($53^{\circ}32,4' \text{ N}$, $9^{\circ}53,0' \text{ E}$). Суднам валовою місткістю більше 43 рег.т для входу в порт і виходу з нього, а також при зміні місця стоянки на вимогу може бути наданий портовий лоцман.

Портові засоби та обладнання. Загальна довжина причалів порту Гамбург 42 км; крім того, довжина причальних ліній у кущів паль близько 21 км.

У порту є крани вантажопідйомністю до 40 т, плавучі крани вантажопідйомністю до 850 т, плавучі зерноавантажувачі, контейнерні перевантажувачі, причали для суден з горизонтальним способом навантаження і розвантаження. У більшості гаваней порту є склади. До причалів порту підведені залізничні колії.

У порту є нафтосховища, ємність яких постійно збільшується.

Порт має у своєму розпорядженні буксири. Великим суднам, що входять в порт, рекомендується брати два буксири.

Ремонт. Порт Гамбург є одним з найважливіших суднобудівних і судноремонтних центрів країни.

Санітарно-карантинна служба. У порту Гамбург є санітарна інспекція, що здійснює санітарний огляд суден.

Про проведену дератизацію або про звільнення від неї видаються відповідні свідоцтва.

Визначення девіації. У гавані Фінкенвердер, що знаходиться в портовому районі Фінкенвердер, є девіаційний куц палъ для визначення девіації магнітних компасів.

Сигнали, що регулюють прохід суден через шлюзи і під мостами, піднімаються поблизу шлюзів і мостів.

Сполучення і зв'язок. Порт Гамбург має регулярне морське сполучення з усіма країнами світу. Крім того, він є важливим вузлом залізничних, внутрішніх водних і повітряних шляхів сполучення країн центральної Європи.

Підхід до порту Монреаль є складним у навігаційному відношенні. Лоцманська проводка обов'язкова починаючи з Les Escoumins. Лоцман від Laurentian Pilotage Authority приймається на борт у Anse-aux-Basques для проводки судна в західному напрямку по річці Святого Лаврентія до порту Монреаль. Точне місце розташування лоцманської станції Anse-aux-Basques - 48°19,2' N, 069°24,9' W.

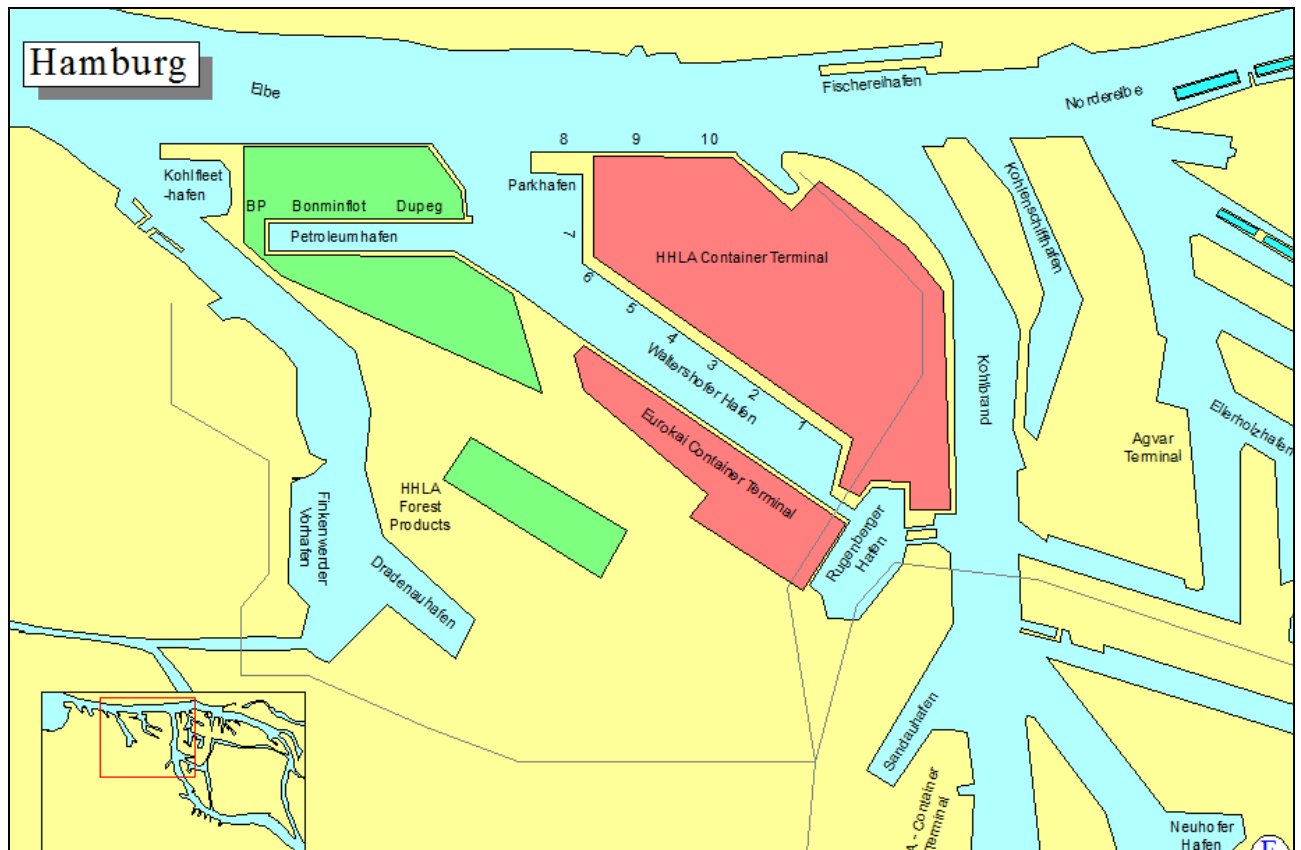


Рисунок 2.1 – План порту Гамбург

Місце прийому лоцмана обмежується прямокутником і простягається на 3,2 милі від лоцманської станції. Зміна лоцмана здійснюється при проході Квебеку, Три-Ріверс і на підході до Монреалю. Капітан кожного судна прямує на захід від Anse-aux-Basques повинен доповісти ЕТА в Pilots Montreal через MarineTrafficControl на 14 каналі УКХ мінімум за 24, 12 і 6 годин до прибуття в Anse-aux-Basques. Лоцманська станція і катери несуть вахту на 9 каналі УКХ. До входу в зону прийому лоцмана повинен бути отриманий кліренс від Les Escumins Pilot Station. Під час поганої погоди і важких льодових умов лоцманська провідка припиняється. В такому випадку суду йдуть від Anse-aux-Basques до південного берега річки на якірну стоянку біля Ile-aux-Basques, під час якірної стоянки несення вахти на 9 каналі УКХ обов'язково. Якірна стоянка поблизу порту Монреаль заборонена зважаючи на численні підводних інсталяцій. Система управління рухом судів діє на всій акваторії річки Святого Лаврентія, аж до порту Монреаль, постійна вахта персоналу СУРС здійснюється на зазначених каналах. Схема СУРС наведена на рисунку 2.3 і 2.4.

У порту Монреаль доступно 4 буксира. План порту Монреаль наведено на рисунку 2.5.

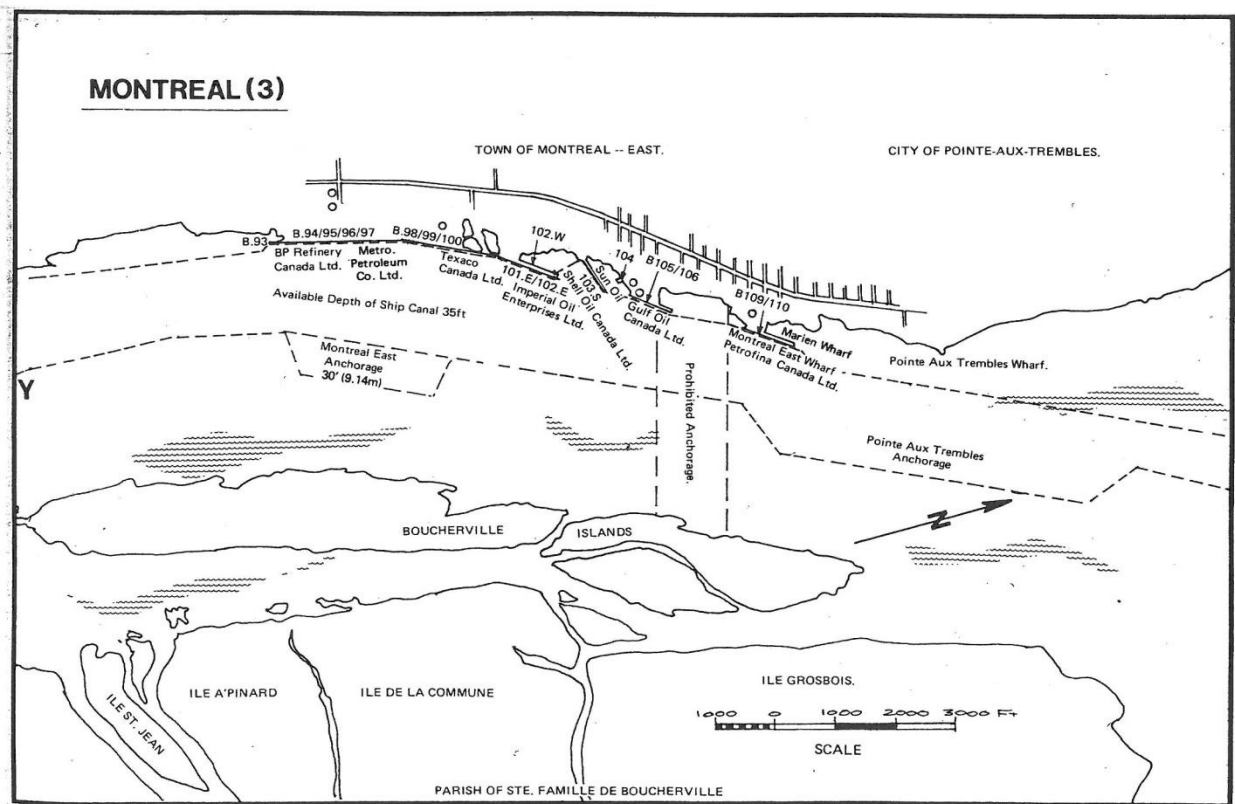


Рисунок 2.2 - План порту Монреаль

На переході Гамбург - Монреаль в навігаційному відношенні складними є такі ділянки:

- Вихід з порту Гамбург;
- Річка Ельба;
- Dover протоку;
- Затока Святого Лаврентія;
- Річка Святого Лаврентія;
- Підхід до порту Монреаль.

Згідно з попередньою прокладці судно буде проходити 6 систем розподілу руху, також є значна кількість нафтових платформ. Тому на переході є місця, де необхідно змінювати курс, щоб уникнути небезпеки. Глибини протягом переходу, крім підходів до портів, р. Ельба і р. Святого Лаврентія, досить великі, що дозволяє безпечно йти у необхідному напрямку.

Дані по ЗНЗ всього описуваного зведемо в таблицю 2.9.

Таблиця 2.9 - СНТ використовувані на переході

№	Назва	Координати		Дальн. вид., мили	Характери- стики
		φ (N,S)	λ (E,W)		
1	2	3	4	5	6
1	Kohelbrand-N	53°31.9'N	009°56.3'E	9	Oc(2)R.9s
2	Kohelbrand-S	53°32.1'N	009°56.2'E	9	Oc(2)R.9s
3	FalkensteinerUfer	53°33.7'N	009°46.5'E	4	Oc.WR.3s
4	Stadersand	53°37.4'N	009°32.9'E	16	Iso.8s
5	Rhinplatte -S	53°45.4'N	009°24.1'E	5/3	Lf.WR.6s
6	Hallerwettern	53°49.8'N	009°21.2'E	19	Iso.4s
7	Altenbruch	53°50.0'N	008°47.8'E	19/8	Iso.WRG. 8s
8	GB Racon	54°11.2'N	007°29.3'E	17	Iso.8s
9	GW ICMS Racon	54°10.0'N	006°21.5'E	17	Iso.8s
10	NHE-N Racon	52°10.7'N	003°01.9'E	15	LFl.8s
11	Foxtrot 3	51°24.5'N	002°00.3'E	15	Fl.10s
12	SandettieRacon	51°11.5'N	001°44.5'E	15	Fl.5s
13	Southern Head	50°40.8'N	000°36.0'E	24	Fl.20s
14	Pointe Rocheuse	48°44.3'N	069°02.6'E	15	Fl.5s
15	Ile Bicquette	48°25.0'N	068°53.4'E	12	Fl.2s
16	Les Escoumins	48°20.1'N	069°24.8'W	7	Fl.Y.5s
18	Sainte Croix Racon	46°37.5'N	071°41.6'W	6	Fl.G.
19	PointeauPlaton	46°40.2'N	071°50.8'W	6	Iso.Y.2s
20	GrondinesRacon	46°35.3N	072°02.4'W	19	Fl.G.
21	Saint-Pierre-Les-Besquets	46°30.4'N	072°12.3'W	7	Fl.G.
22	Champlain	46°26.3'N	072°20.8'W	4	Fl.R.5s
23	Ile la Poterie	46°21.3N	072°30.3'W	7	Fl.16s
24	Pointe aux Sables	46°16.4'N	072°37.2'W	5	Fl.Y.5s
25	Ile aux Raisins Racon	46°05.8'N	072°58.0'W	6	Iso.2s
26	Sainte Anna de Sorel	46°03.5'N	073°03.4'W	15	Fl.G.

2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1 Розрахунок ортодромії

Основними критеріями при виборі оптимального шляху є безпечність, швидкість, метеоумови, економічність для сохрального перевезення вантажу та досягнення економічного ефекту в кінцевому підсумку.

На океанських переходах найкоротшою відстанню між двома точками є ортодромія, т. к. земну кулю-сфера.

Перш ніж приймати рішення про плавання по ортодромії необхідно розрахувати Доцільність плавання саме таким способом. Для цього знаходять довжину локсодромії і геодезичні, а потім виконують порівняння їх.

Перехід Гамбург - Монреаль включає в себе трансокеанський перехід. Розрахуємо виграш шляху при плаванні по дузі великого кола, що пролягає між точками $\varphi_1=49^\circ 50.0' \text{ N}$, $\lambda_1=005^\circ 00.0' \text{ W}$ и $\varphi_2=46^\circ 10.0' \text{ N}$, $\lambda_2=048^\circ 30.0' \text{ W}$.

Розрахунок довжини локсодромії зробимо за відомими формулами:

$$PШ = \varphi_2 - \varphi_1 = 220' \text{ к } S, \quad (2.1)$$

$$PД = \lambda_2 - \lambda_1 = 2610' \text{ к } W, \quad (2.2)$$

$$PМЧ = 3437,75 \ln[\operatorname{tg}(45^\circ + \varphi_2/2)/\operatorname{tg}(45^\circ + \varphi_1/2)] = 320' \text{ к } S, \quad (2.3)$$

де РШ - різниця широт;

РД - різниця довгот;

РМЧ - різницю меридіональних частин.

Визначимо значення локсодромичного курсу і довжину локсодромії за відомими формулами:

$$K_n = \operatorname{arctg} (PД / PМЧ) = 263^\circ, \quad (2.4)$$

$$S_n = PШ / \cos K_n = 1760,24 \text{ миль} \quad (2.5)$$

Визначимо довжину ортодромії за формулою:

$$\cos D_o = \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos PД \quad (2.6)$$

$$D_o = 28,55^\circ = 1735 \text{ миль}.$$

Різниця у відстані становить 25 миль або приблизно 2 години ходового часу.

У зв'язку з циклонічною активністю і поганими метеоумовами в більш високих північних широтах, було прийнято рішення здійснювати плавання по локсодромії. Відмова від економії часу плавання за рахунок різниці відстані (25 миль) обумовлений високою ймовірністю затримок у дорозі через метеоумови, у разі виникнення яких затримка в дорозі може значно перевищити розраховується економію часу.

Не дивлячись на прийняте рішення про плавання по локсодромії, нижче проведений розрахунок плавання судна з ДБК, згідно з вимогами плану дипломного проекту.

Для побудови ДБК на генеральній карті локсодромичними відрізками потрібно визначити координати проміжних точок ортодромії. В якості проміжних виберемо точки перетину ортодромії з меридіанами, кратними 5° і лежить між початковою і кінцевою точками. Такий підхід дозволяє отримати досить точну апроксимацію геодезичні, легко нанести проміжні точки на генеральну карту.

Визначимо значення кута K_n за формулою:

$$tgK_n = \sin|PD| / (tg\varphi_2 \cos\varphi_1 - \sin\varphi_1 \cos PD), \quad (2.7)$$

$$K_n = 80,095^\circ.$$

Довготи проміжних точок визначаються меридіанами, кратними 5° , а широти знайдемо за формулою:

$$tg\varphi_i = (\sin|PD_i| / tgK_n + \sin\varphi_1 \cos PD_i) / \cos\varphi_1. \quad (2.8)$$

Результат напишемо у вигляді таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 - Розрахунок широти проміжних точок ортодромії

	Начальна точка	i_1	i_2	i_3	i_4	i_5	i_6	i_7	i_8	Конечн а точка
λ, W	$05^\circ 00'$	$10^\circ 00'$	$15^\circ 00'$	$20^\circ 00'$	$25^\circ 00'$	$30^\circ 00'$	$35^\circ 00'$	$40^\circ 00'$	$45^\circ 00'$	$48^\circ 30'$
$ PD_i $	-	$05^\circ 00'$	$10^\circ 00'$	$15^\circ 00'$	$20^\circ 00'$	$25^\circ 00'$	$30^\circ 00'$	$35^\circ 00'$	$40^\circ 00'$	$43^\circ 30'$
φ_i, N	$49^\circ 50'$	$50^\circ 16'$	$50^\circ 29'$	$50^\circ 30'$	$50^\circ 17'$	$49^\circ 51'$	$49^\circ 12'$	$48^\circ 18'$	$47^\circ 09'$	$46^\circ 10'$

За отриманими координатами наносяться проміжні точки на генеральну карту і з'єднують їх відрізками локсодромії.

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 у додатку А.

2.3.3 Графічний план переходу

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

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 $\text{tg } A$ розрахуємо азимути Сонця (Z) при сході і заході, які також внесемо до таблиці 2.11.

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

Місцевий час явища переводять у Грінвічний:

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

Грінвічний час явища переводять в судновий:

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

Таблиця 2.11 – Елементи освітленості

Дата	Почато к навіга- ційних сутінкі в	Сонце				Кінець нав. сутінкі	Луна			
		схід		Захід			схід T _{UTC}	Вік, дні	Фаза, %	Захід T _{UTC}
		T _{UTC}	A	T _{UTC}	A					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
30.06	02.38	03.32	132.5	20.32	228	21.25	22.08	11	80	07.54
01.07	02.56	03.44	129.5	20.13	232.5	20.57	22.19	12	87	09.09
07.07	03.34	04.13	124.5	19.57	235.5	20.36	00.20	18	85	15.50
12.07	03.44	04.22	122.5	19.49	237.5	20.26	05.00	23	41	20.17

2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

У будь-якому пункті Землі рівень моря постійно змінюється. Регулярні коливання рівня викликаються: приливообразуючими силами Місяця і Сонця (приливні коливання); періодично змінюються вітрами; річним ходом опадів; випаровуванням; стоком континентальних вод (сезонні коливання) і ін. Випадкові коливання рівня відбуваються під впливом неперіодично мінливого вітру, від різкої зміни атмосферного тиску.

В даному підпункті приведені дати і час висот повних і малих вод на дати і порти відходу і приходу табл. 2.12 та табл. 2.13.

Таблиця 2.12 - Приливи в порту Гамбург

Гамбург			
29/06		29/06	
Тп	hп	Тп	hп
09:34	1.7	21:53	1.6
Тм	hм	Тм	hм
04:37	0.2	16:57	0.3

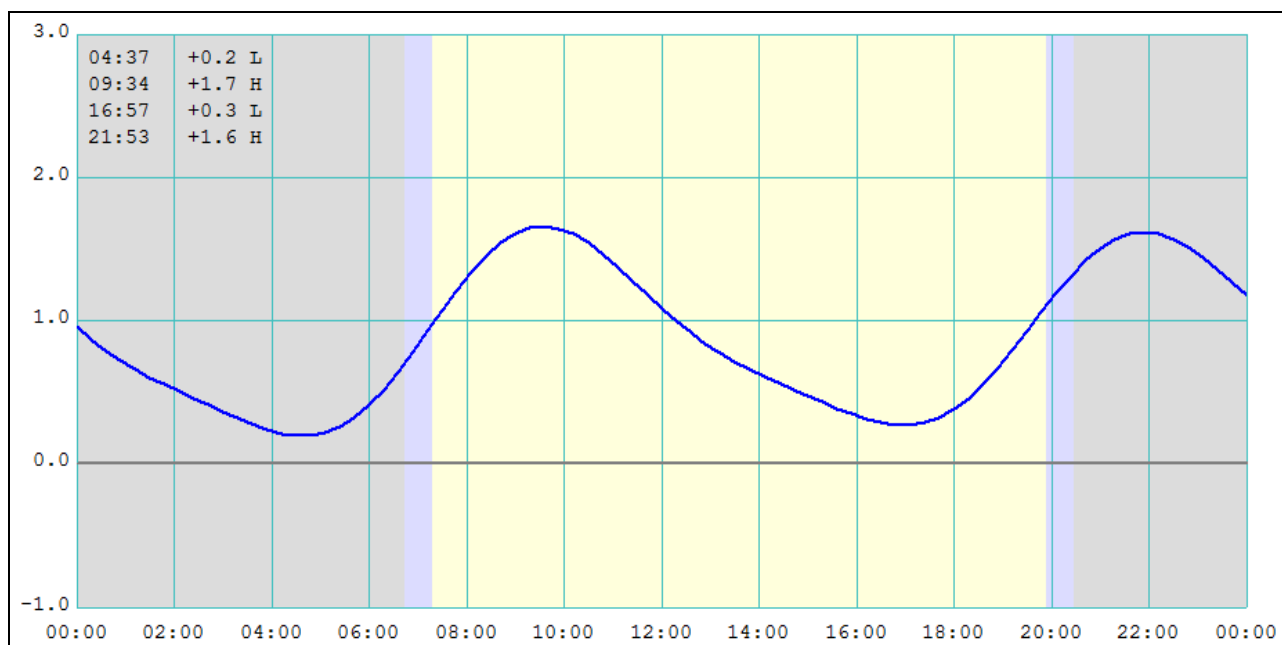


Рисунок 2.4 - Графік повної і малої води для порту Гамбург

Таблиця 2.13 - Приливи в порту Монреаль

Монреаль			
12/07		12/07	
Тп	hп	Тп	hп
05:00	3.5	17:20	3.9
Тм	hм	Тм	hм
10:56	1.9	23:53	1.9

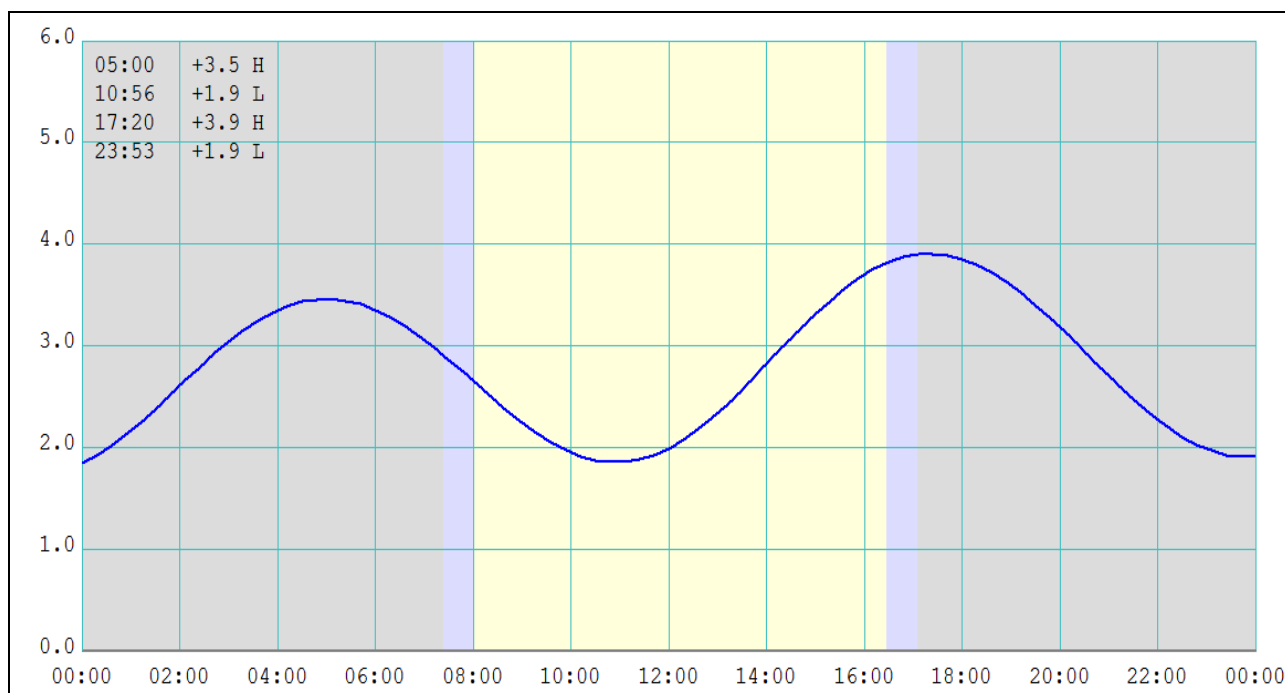


Рисунок 2.5 - Графік повної і малої води для порту Монреаль

2.4 Висновки

Перехід з порту Гамбург до порту Монреаль проходить через Північне море далі мінуючи Англійську протоку слідуємо через Атлантичний океан до Північної Америки. Діставши затоки Св. Лаврентія ідемо проти течії по річці Св. Лаврентія до порту Монреаль. У процесі опрацювання навігаційного переходу були обрані безпечні курси плавання відповідно до пори року. Загальна протяжність переходу склала 3626,8 миль; час виходу з порту Гамбург 29/06 о 23:00 за місцевим часом; час приходу в порт Монреаль 12/07 о 07:47. Тривалість переходу 12,1 діб.

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

В даному рейсі був перевезений один вантаж двома судновими партіями – неетилований бензин. Далі наведемо короткий опис, основні властивості і характеристики вантажу.

Неетилований бензин є одним з продуктів переробки нафти – це майже безколірна горюча суміш легких вуглеводнів з температурою кипіння від 30 до 200 °С. Густина близько 0,75 г/см³. Теплотворна здатність приблизно 10 500 ккал/кг (46 МДж/кг, 34,5 МДж/літр). Температура замерзання нижче -60 °С в разі використання спеціальних присадок. У пароподібному стані бензин здатний утворювати вибухові суміші при досягненні концентрації парів бензину в повітрі 75 ... 125г/м³

Бензин отримують шляхом розгону і відбору фракцій нафти, що википають в певних температурних межах; до 100 °С – бензин I сорту, до 110 °С – бензин спеціальний, до 130 °С – бензин II сорту. Бензини класифікують за різними основами, включаючи інтервали температур кипіння, октанове число, вміст сірки.

Прозора речовина легкого жовтого відтінку, має відмітний, характерний, гострий запах. Температура спалаху 40 °С, температура самозаймання 250 °С, температура замерзання -58 °С, густина 0,720-0,775 г/см³. Речовині присвоєно міжнародний UN-номер 1203, клас небезпеки згідно IMDG Code – 3.3 – Легкозаймисті рідини.

При заpalенні використовувати пінні засоби пожежогасіння, спеціальні порошкові засоби. Для охолодження використовувати водяні засоби пожежогасіння врозпиленому вигляді. Використання водяних засобів пожежогасіння спрямованої дії категорично заборонено. При невеликому загоранні можна використовувати вуглекислотні засоби пожежогасіння і пісок.

Даний вантаж призначений для обробки і перевезення в системах закритого типу. При по-вивантаженні або вивантаженні необхідно провести заземлення судна.

Інформація щодо властивостей і характеристик вантажу міститься в документі під назвою «Material Safety Data Sheet».[14]

На підставі наведеної вище інформації представимо в табл. 3.1 транспортні характеристики сирої нафти.

Таблиця 3.1 - Транспортні характеристики

Найменування вантажу	Вид тари	Паспортна густина вантажу $\rho^{20/4}$	Валові норми вантаж. робіт, м ³ /год	
			Навантаження	Вивантаження

Неетилований бензин	налив	0,75695	26400	31200
---------------------	-------	---------	-------	-------

Основним документом, що регламентує перевезення небезпечних вантажів морем являється IMDG CODE (International Maritime Dangerous Goods Code), оскільки цей Кодекс входить як доповнення до Конвенції SOLAS 1974, Глави VII, частина А.

Крім того такі документи, як:

Міжнародне керівництво з безпеки для нафтових танкерів і терміналів (ISSGOT).

Перевірочний лист з безпеки (документ, відомий як Material Safety Data Sheet (MSDS));

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

Вантажовідправник до початку навантаження зобов'язаний надати капітану Декларацію про вантаж, що містить відомості про вантаж: найменування вантажу і його фізико-хімічні властивості, види небезпеки, вимоги до чистоти танків і технічний режим перевезення. На підставі Декларації проводиться додаткова зачистка танків, а в разі необхідності інертизації. Підготовлені танки пред'являються представнику вантажовідправника для огляду і придатності до прийому даного вантажу. Складається Акт про придатність танків до навантаження. У разі відмови вантажовідправника від огляду танків, запрошується компетентний незалежний сюрвейер, який своїм рапортом підтверджує придатність танків для прийому даного вантажу.

Складається і узгоджується з вантажовідправником і терміналом попередній вантажний план. При перевезенні однорідного вантажу його розподіл здійснюється відповідно до вимог Інформації капітану про остійність і міцності судна і рекомендаціями заводської інструкції. Зважаючи на великі навантаження, які відчуває танкер на вигин в процесі навантаження, особливо рейдової, і при плаванні з вантажем, його поздовжня міцність перевіряється по ізгибаючим моментам і перерізуючим силам в певних перетинах. Остійність танкера, як правило, задовільна, навіть, незважаючи на наявність вільних поверхонь рідини.

При підготовці вантажної системи до початку навантаження необхідно:

- Перевірити на герметичність вантажну і зачисну магістраль,
- Провести ретельне очищення фільтрів вантажний і зачисной магістралі, – вантажних і зачисних насосів,
- Перевірити всі клінкети вантажний системи на повне відкриття і закриття, легкість ходу, особливо взимку,

- перевірити справність механізмів танків: кріплення трапів, поручнів, трубопроводів, штоків, кришок розширювачів, також стан люків для мийки танків, відрегулювати на заданий тиск газовідвідну систему,
- Провести технічну перевірку систем підігріву, зрошення та протипожежної системи,
- Переконалися в надійності заповнення вантажних танків інертним газом,
- при підготовці до навантаження різних сортів вантажу перевірити на герметичність ті перебирання суміжних танків, в які передбачається розмістити вантажі різних сортів,
- Обпресувати клінкети вантажної і зачистної магістралей і перевірити їх на відсутність пропусків, про що зробити запис у судновому журналі, січні клінкети, вантажної і зачистної магістралей між танками з різними сортами вантажу повинні бути обтиснуті, перев'язані і опломбовані. Про це повинен бути складений акт і зроблено запис в судновому журналі.

Перевезення вантажів морським транспортом здійснюється на основі договору морського перевезення, який має такі основні форми: чартер, коносамент.

Договір морського перевезення вантажу повинен укладатися в письмовій формі.

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

У чартері детально обговорюють зміст договору і взаємні зобов'язання сторін: найменування та техніко експлуатаційні характеристики судна, рід вантажу, його транспортні особливості і кількість, порти вантаження і вивантаження, строки готовності судна під навантаження, фрахт, порядок розрахунку сталійного часу і т. Д. Умови чартеру узгоджують фрахтувальник і перевізник, цьому вони є обов'язковими лише для партнерів, і на період даної угоди. Насправді для оформлення договору використовують типові проформи чартерів. В даний час налічується понад 400 проформ чартерів, які охоплюють всі основні вантажопотоки масових вантажів.

Важливою особливістю перевезень по коносаменту є те, що лінійні компанії, як правило, приймають вантаж до перевезення завчасно до підходу судна (забезпечують його зберігання на своїх складах, виробляють комплектацію суднових партій та підготовку вантажних документів). Навантаження-вивантаження оплачується судновласником і організовується на причалах лінії.

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

- 1) розписку перевізника про прийом вантажу зазначеного роду, в зазначеній кількості і стані;
- 2) доказ договору перевезення;

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

У іноземному праві вказується, що для видачі коносаменту потрібно, насамперед, фактичне вручення вантажу перевізнику, передача йому фізичного володіння вантажем і контроль над ним.

Видача коносаменту допускається тільки після прийому вантажу до перевезення. Він видається один раз для перевезення даної партії вантажу. Вторинна видача коносаменту по одному і тому ж вантажу припустима лише за умови повернення перевізнику раніше виданих відправнику примірників. Недотримання цього правила призводить до майнової відповідальності перевізника. Коносамент виписується на кожен окрему партію вантажу, прийнятого на судно. Застосовуються два види коносаментів залежно від часу їх видачі відправнику: для вантажу, прийнятого до перевезення (received for shipment), і для вантажу, прийнятого на борт (on board або shipped on board). Перший вид практикується при базисному умови ФАС і при лінійних перевезеннях, коли вантаж приймається на склад для подальшої його відправки на черговому судні за розкладом. В результаті, вантажовідправник отримує можливість мати на руках товаророзпорядчий документ і розпоряджатися ним на свій розсуд. Бортовий коносамент видається на занурений, на борт товар. У ряді випадків умови контракту вимагають, щоб на коносаменті була ще додаткова напис: "на борту" ("on board").

Коносамент містить такі реквізити:

1. Найменування судна;
2. Найменування перевізника;
3. Порт і країна навантаження;
4. Порт і країна вивантаження;
5. Найменування відправника;
6. Найменування одержувача.

При цьому в передбачаються наступні варіанти:

○ конкретне найменування одержувача. У цьому випадку коносамент називається іменним. Застосовується він у тому випадку, коли товар вже проданий і відправлений за адресою одержувача;

○ коносамент на пред'явника. У цьому випадку графа "вантажодержувач" не містить ніяких вказівок, і вантаж видається тому, хто його пред'явить;

коносамент може бути виписаний "наказу відправника" або "наказу одержувача". У цьому випадку коносамент носить назву ордерного. У графі "найменування одержувача" повинно бути вказано: "to order of ..." і далі найменування організації відправника або одержувача. У практиці міжнародної торгівлі переважають ордерні коносаменти, так як вони спрощують передачу

прав на вантаж. Іменні ж коносаменти виписуються рідше, переважно на цінні вантажі.

Штурманська розписка є посвідченням судновласника в прийнятті товару до перевезення. Виписує цей документ помічник капітана на підтвердження отримання конкретної партії на борт судна. Розписка описує видиме стан товарівта дозволяє перевізнику видати коносамент. У ній відбиваються 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, в який інкорпориуються шляхом заслання окремі з умов чартер-партії з тим, щоб вони могли мати ефект для вантажоодержувача або індосата коносамента. Але коносамент, виданий по чартеру, який не включає в себе умови чартеру за договором з одержувачем вантажу або індосатом, не є фрахтовим коносаментом.

Делівері-ордер (пайовий коносамент) – товаророзпорядчий документ, що видається перевізником або вантажоодержувачем з підтвердженням капітаном судна. Використовується уразі продажу вантажоодержувачем товару до того, як він прийняв поставку. Товар може бути куплений різними покупцями, на кожного з них виписується делівері-ордер на відповідну частину товару.

Таймшит – документ – відомість обліку стояночного часу судна (сталійного часу), передбаченого чартером на виробництво вантажних операцій. Він складається у кожному порту вантаження і вивантаження судна, підписується капітаном і представником фрахтувальника. Служить підставою для розрахунку по диспачу і демереджу. У таймшиті фіксуються всі виробничі операції і непродуктивні простої за час стоянки судна в порту. У ньому зазначаються: найменування порту і судна; дата і час прибуття судна та вручення нотіса про готовність до навантаження (розвантаження); дата і час фактичного початку і закінчення вантажних робіт; тривалість і причини перерв у роботі; норма вантажних робіт по чартеру.

Морська накладна (лінійна накладна, океанська накладна) – документ, який підтверджує наявність договору перевезення вантажу морським шляхом і прийняття або навантаження вантажу перевізником і за яким перевізник зобов'язується доставити вантаж вантажоодержувачу, зазначеному в документі. Накладна не є ні оборотним, ні товаророзпорядчим документом, вантаж видається зазначеному в ній вантажоодержувачу. До накладної додаються необхідні товаросупровідні документи.

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

Маніфест – список вантажів, прийнятих на судно, який складають окремо для кожного порту призначення на основі відомостей, зазначених у коносаменті. Він оформляється для митниці. По кожній партії вантажів в

маніфесті наводять такі дані: номер коносаменту, маркування і кількість вантажних місць, рід вантажу, його масу і об'єм, найменування відправника та одержувача, загальну суму нарахованого фрахту і фрахт, оплачений відправником.

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

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

Встановлена мінімальна висота надводного борту судна вказується в спеціальному сертифікаті про вантажну марку, що видається відповідно до Міжнародної Конвенції про вантажну марку і визначає положення вантажних марок що наносяться на бортах судна. Перевищувати завантаження судна, тобто "топити" вантажну марку категорично забороняється і відповідальність за це несе капітан.

Максимальна кількість вантажу, яке може бути завантажено на судно в даному рейсі визначається його чистою вантажопідйомністю. Для визначення чистої вантажопідйомності необхідно виконати такі дії.

Визначити лімітуючу вантажну марку судна з діючих вантажних марок в портах навантаження, вивантаження і на трасі переходу. Слід брати до уваги щільність забортної води в порту навантаження.

Як лімітуюча величина в даному випадку виступає не вантажна марка, а осадка судна, з огляду на наявні обмеження глибин на переході, зокрема на річці Святого Лаврентія. З урахуванням поправки на прісну воду 0.270 м, лімітуюча осадка складе 10.70 м. З вантажної шкали, по лімітуючий осадці визначимо розрахункову водотоннажність для густини води 1.000 т/м³:

$$\Delta_p = 45800 \text{ т.}$$

Знаючи розрахункову водотоннажність судна на момент навантаження, визначимо повну вантажопідйомність (дедвейт) судна:

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

де Δ_0 – водотоннажність судна порожнього, т.

$$\Delta_w = 45800 - 8707 = 37093 \text{ т.}$$

Ходовий час визначається за формулою:

$$t_x = \frac{L}{24 V} + t_{зп},$$

де: L – протяжність траси переходу, милі;

V – планова технічна швидкість, вузл.,

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

$$t_x = \frac{3376,3}{24 \cdot 12,5} + 1,16 = 12,4 \text{ діб.}$$

Кількість ходових запасів визначають як суму:

$$P_{\text{зап}}^x = P_T^x + P_B^x + P_{\text{см}}^x = 468,7 + 91,1 + 23,44 = 583,24 \text{ т,}$$

$$P_T^x = t_x \cdot q_T^x \cdot k_{\text{шт}} = 12,4 \cdot 36 \cdot 1,05 = 468,7 \text{ т,}$$

$$P_B^x = t_x \cdot q_B^x \cdot k_{\text{шт}} = 12,4 \cdot 7 \cdot 1,05 = 91,1 \text{ т,}$$

$$P_{\text{см}}^x = 0,05 \cdot P_T^x = 23,44 \text{ т,}$$

де q_T^x – добова норма витрати важкого і легкого палива на ходу, т/добу,

q_B^x – добова норма витрати води, т/добу.

Нормативна тривалість часу стоянки розраховується за формулою:

$$t_{\text{ст}} = \frac{\sum Q_i}{M_{\text{погр}}} + \frac{\sum Q_i}{M_{\text{выгр}}} = \frac{29179,5}{26400} + \frac{29179,5}{31200} = 1,11 + 0,94 = 2,05 \text{ доби,}$$

де Q – кількість вантажу, пред'явленого до перевезення, т,

M – валова норма вантажних робіт, т/добу.

Аналогічно ходовим знаходять кількість стоянкових запасів:

$$P_{\text{зап}}^{\text{ст}} = P_T^{\text{ст}} + P_B^{\text{ст}} + P_{\text{см}}^{\text{ст}} = (5,06 + 15,51) + 16,4 + 2,87 = 39,84 \text{ т,}$$

$$P_{T_1}^{\text{ст}} = t_{\text{ст}_1} \cdot q_{T_1}^{\text{ст}} = 1,11 \cdot 4,6 = 5,06 \text{ т,}$$

$$P_{T_2}^{\text{ст}} = t_{\text{ст}_2} \cdot q_{T_2}^{\text{ст}} = 0,94 \cdot (8,5 + 8) = 15,51 \text{ т,}$$

$$P_B^{\text{ст}} = t_{\text{ст}} \cdot q_B^{\text{ст}} = 2,05 \cdot 8 = 27,44 \text{ т,}$$

$$P_{\text{см}}^{\text{ст}} = t_{\text{ст}} \cdot q_{\text{см}}^{\text{ст}} = 2,05 \cdot 1,4 = 2,87 \text{ т,}$$

де $t_{\text{ст}_1}, q_{T_1}^{\text{ст}}, t_{\text{ст}_2}, q_{T_2}^{\text{ст}}, t_{\text{ст}}, q_B^{\text{ст}}$ – стояночний час в порту завантаження, витрата палива в порту завантаження, стояночний час в порту вивантаження, витрата палива в порту вивантаження, загальний стояночний час і витрата води на стоянці відповідно, т/добу.

Загальна кількість запасів визначається зі співвідношення:

$$P_{\text{зап}} = P_{\text{зап}}^x + P_{\text{зап}}^{\text{ст}} = 583,24 + 39,84 = 623,08 \text{ т.}$$

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

$$\Delta_{\text{ч}} = \Delta_w - P_{\text{зап}} - \text{const} = 37093 - 623,08 - 160 = 36309,92 \text{ т.}$$

де const – константа (екіпаж, постачання та ін.), т.

Оскільки рейс фактичний, то буде використовуватися реальна кількість запасів на борту. Детальніше в розділі 4.

Кількість вантажу в кожному танку визначається з урахуванням його розширення від підвищення температури повітря. Оскільки танки завантажені не більше 93% (а в цілому судно завантажене на 84,5%), то виконувати розрахунок розширення вантажу від підвищення температури повітря не має необхідності.

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 приміщень судна.

У практиці використовується принцип розподілу вагового навантаження по довжині судна пропорційно кубатурі вантажних приміщень за допомогою коефіцієнта порівняння вантажомісткості кожного вантажного приміщення

$$K_i = \frac{W_i}{W_c},$$

де W_i – вантажомісткість i -го вантажного приміщення, м^3 ,
 W_c – вантажомісткість судна, м^3 .

Значення розподіленої маси i -го вантажного приміщення визначається як добуток коефіцієнта порівняння i -го вантажного приміщення на розрахований загальну масу вантажів, що приймається на даний рейс:

$$Q_i = K_i \cdot Q_{\text{повн}}.$$

Оскільки, як в даній дипломній роботі розглядається реальний рейс, то кількість вантажу, завантаженого на судно відомо і становить 29179,5 т неетилованого бензину по коносаменту, і 29207,3 т за фактом. Далі всі розрахунки будуть базуватися на реальних даних.

Розрахунок розподіленої маси вантажних приміщень зробимо в табл.3.2.

Таблиця 3.2 – Розподіл вагового навантаження по вантажних приміщень судна

Найменування вантажного приміщення	Вантажомісткість вантажного приміщення W_i , м^3	Коефіцієнт порівняння, K_i	Допустима максимальна вагова навантаження вантажного приміщення Q_i , т
Танк 1Р	2811,5	0,0616	1799,2
Танк 1S	2811,5	0,0616	1799,2
Танк 2Р	3806,6	0,0834	2435,9
Танк 2S	3806,6	0,0834	2435,9
Танк 3Р	3875,1	0,0849	2479,7
Танк 3S	3875,1	0,0849	2479,7
Танк 4Р	3875,1	0,0849	2479,7
Танк 4S	3875,1	0,0849	2479,7

Танк 5P	3875,1	0,0849	2479,7
Танк 5S	3875,1	0,0849	2479,7
Танк 6P	3532,8	0,0774	2260,6
Танк 6S	3532,8	0,0774	2260,6
Сума	45663,3	1,00	27869,6

Сумарна розподілена маса трюмів і палуби повинна відповідати завантаженні судна і є підставою для складання плану комплектації вантажів.

Комплектація вантажів по судновим приміщенням супроводжується багатоваріантністю рішень і повинна враховувати всі фактори раціонального завантаження, збереження вантажу, безпеки судна, а також індивідуальне творчість з урахуванням виконання наступних основних положень:

- водному вантажному приміщенні розміщуються лише сумісні вантажі, а також вимагають однакових, або близьких режимів перевезення;
- відхилення завантаження вантажного приміщення від розподіленої маси не повинна перевищувати 10%.

За результатами розподілу вантажів складається зведена таблиця 3.3.

Таблиця 3.3 – Розміщення вантажів на судні

Найменування вантажного приміщення	Найменування вантажів		Всього	
	Unleaded Gasoline			
	Маса, т	Об'єм, м ³	Маса, т	Об'єм, м ³
Танк 1P	1726,84	2242,65	1726,84	2242,65
Танк 1S	1731,34	2248,49	1731,34	2248,49
Танк 2P	2309,71	3163,99	2309,71	3163,99
Танк 2S	2314,66	3170,77	2314,66	3170,77
Танк 3P	2758,93	3583,03	2758,93	3583,03
Танк 3S	2753,10	3575,45	2753,10	3575,45
Танк 4P	2771,23	3599,00	2771,23	3599,00
Танк 4S	2754,14	3576,81	2754,14	3576,81
Танк 5P	2759,61	3583,91	2759,61	3583,91
Танк 5S	2759,13	3583,29	2759,13	3583,29
Танк 6P	2276,64	3118,68	2276,64	3118,68

Танк 6S	2291,93	3139,63	2291,93	3139,63
Сума	29207,26	38585,70		38585,70

У подальших розрахунках будемо спиратися на цю таблицю.

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

Раніше, в розділі 2, була виконана опрацювання та опис маршруту плавання та опис портів заходу. У цьому параграфі опишемо порти заходу з точки зору оцінки їх вантажних можливостей.

Порт Гамбург розташований на р. Ельба в 76 милях від відкритого моря і в 56 милях вище Куксхафена. Координати: 53° 33'N, 010° 00' E. Місцевий час UTC + 1, влітку – UTC + 2. Гамбург є найбільшим морським портом Німеччини і провідним портом для контейнерних і масових вантажів.

Обсяг морської перевалки вантажів в найбільшому морському порту Німеччини становить понад 120 млн. тон на рік. Порт Гамбург доступний для найбільших суден. Тут вільно можуть пройти танкери дедвейтом до 250'000 тонн; місткість сховища для наливних вантажів складає 841500 м³.

На момент плавання в порту діє річна вантажна марка. Допустима осадка суден: вхід під час припливу з використанням припливної хвилі 15,10 м; вихід з урахуванням припливу 13,80 м; вхід/вихід незалежно від припливу 12,80 м.

Щільність води біля причалів становить 1.000 кг/м³. Постачання провізії може бути здійснено з баржі або з берега, зазвичай під час вантажних операцій. Всі марки палива і прісна вода можуть бути доставлені баржею. Утилізація відходів, містить нафту води, залишків вантажу і хімічних речовин здійснюється за допомогою здачі на баржу. Порт працює 24 години на добу, крім вихідних днів (1 січня, Великдень, 1 травня, 25 грудня, 26 грудня).

Порт Монреаль знаходиться на східному узбережжі Канади, на р. Святого Лаврентія. Координати: 45 ° 30 'N; 073 ° 34 'W. Місцевий час UTC -0500. Порт займає друге місце по вантажообігу в Канаді і є одним з найбільш зайнятих портів Північної Америки. Річний вантажообігу становить 26 млн. Тонн. Інфраструктура та обладнання дозволяють обробляти практично всі види вантажів.

На момент плавання в порту діє річна вантажна марка, щільність води – 1.000 кг/м³. Лімітуюча глибина фарватеру від Квебека до Монреаля 10,7 м, ширина 168 м. Постачання провізії проводиться на всіх причалах з берега. Припливів немає. У порту 112 причалів загальною довжиною 10 миль, в тому числі причалів з глибинами. Паливо є на всіх причалах з берега (з машини). Прісна вода доступна на всіх причалах з системи гідрантів. Порт працює 24 години на добу. Офіційні вихідні: 1 січня, 1 травня, 3-ий потижнево травня, 24 червня, 1 липня, 11 листопада, 25 грудня. Вантажні операції можуть проводитися у вихідні крім 1 травня і 24 червня. Якщо вихідний припадає на суботу або неділю, наступний понеділок – вихідний.

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 представлений в табл.4.1 і табл.4.2

Таблиця 4.1 – Розподіл запасів на відхід

Найменування цистерн	Міст- кість, т	m, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо($\gamma=0,9900$ т/м ³)						
H.F.O. Storage Tank 1-S	477,75	324,92	-53,347	9,462	-17333,5	3074,4
H.F.O. Storage Tank 2-S	241,86	170,29	-51,832	7,441	-8826,5	1267,1
H.F.O. Storage Tank 3-P	252,35	259,50	-52,02	7,604	-13499,2	1973,2
H.F.O. Storage Tank 4-P	383,67	148,33	-52,732	9,163	-7821,7	1359,1
H.F.O. Settling Tank -P	27,4	22,42	-56,000	11,500	-1255,5	257,8
H.F.O. Service Tank -P	25,7	21,13	-54,400	11,858	-1149,5	250,6
F.O. Over. & Drain Tank -P	19,6	0,21	-55,200	0,750	-11,6	0,2
Всього моторного палива		946,8	-52,701	8,642	-49897,5	8182,4
Дизельне паливо($\gamma=0,9000$ т/м ³)						
M.D.O. StorageTank-P	45,5	41,38	-58,400	12,124	-2416,6	501,7
M.D.O. StorageTank-S	65,2	56,54	-60,392	12,121	-3414,6	685,3
M.D.O. Settling Tank -P	55,0	20,23	-78,400	13,750	-1586,0	278,2
M.D.O. Service Tank -S	55,0	15,14	-78,400	13,550	-1187,0	205,1
M.D.O. Over. Tank -P	6,0	0,05	-59,200	0,750	-3,0	0,1
H.P.U. Eng. Oil Tank -S	11,3	4,68	-62,000	13,850	-290,2	64,8
Всього дизельного палива		138,02	-64,464	12,572	-8897,4	1735,2

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7
Мастило($\gamma=0,9000 \text{ т/м}^3$)						
Main L.O. Sump Tk -C	15,5	8,9	-65,200	0,960	-580,3	8,5
L.O. Settling Tk -P	12,7	9,5	-62,400	14,050	-592,8	133,5
L.O. Storage Tk -S	12,7	9,2	-62,400	14,000	-574,1	128,8
G/E L.O. Settling Tk -P	6,3	4,0	-61,600	13,900	-246,4	55,6
G/E L.O. Storage Tk -P	6,3	3,9	-63,200	13,900	-246,5	54,2
Cylinder Oil Storage Tk -P	26,6	20,1	-62,400	14,050	-1254,2	282,4
Sit L.O. Sump Tk -S	1,6	0,4	-72,764	1,242	-29,1	0,5
Всього мастила		56	-62,918	11,849	-3523,4	663,5
Прісна вода ($\gamma=1,0000 \text{ т/м}^3$)						
Fresh Water Tk-P	120,0	31	-84,760	13,656	-2627,6	423,3
Fresh Water Tk-S	98,5	88	-84,934	14,983	-7474,2	1318,5
Distiled Water Tk -S	21,2	1	-84,000	13,150	-84,0	13,2
Всього прісної води		120	-84,882	14,625	-10185,8	1755,0
Баласт ($\gamma=1,0000 \text{ т/м}^3$)						
Fore Peak Tank	1330,8	102	79,366	1,096	8095,3	111,8
Всього баласту		102	79,366	1,096	8095,3	111,8
ВСЬОГО ЗАПАСІВ		1363,0	-47,131	9,133	-64239,4	12447,9

Таблиця 4.2 – Розподіл запасів на прихід

Найменування цистерн	Міст- кість, т	m, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо($\gamma=0,9900 \text{ т/м}^3$)						
H.F.O. Storage Tank 1-S	477,75	225,88	-52,958	7,618	-11962,2	1720,8
H.F.O. Storage Tank 2-S	241,86	91,28	-51,35	5,603	-4687,2	511,4
H.F.O. Storage Tank 3-P	252,35	160,47	-51,852	5,556	-8320,7	891,6
H.F.O. Storage Tank 4-P	383,67	69,28	-52,561	7,111	-3641,4	492,7
H.F.O. Settling Tank -P	27,4	17,01	-56,000	10,800	-952,6	183,7
H.F.O. Service Tank -P	25,7	21,93	-54,400	11,958	-1193,0	262,2
F.O. Over. & Drain Tank -P	19,6	0,28	-55,200	0,750	-15,5	0,2

Всього моторного палива	586,13			-30772,6	4062,6
-------------------------	--------	--	--	----------	--------

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7
Дизельне паливо ($\gamma=0,9000 \text{ т/м}^3$)						
M.D.O. Storage Tank -P	45,5	41,39	-58,400	12,124	-2417,2	501,8
M.D.O. Storage Tank -S	65,2	53,68	-60,391	11,962	-3241,8	642,1
M.D.O. Settling Tank -P	55,0	20,20	-78,400	13,750	-1583,7	277,8
M.D.O. Service Tank -S	55,0	15,19	-78,400	13,550	-1190,9	205,8
M.D.O. Over. Tank -P	6,0	0,08	-59,200	0,750	-4,7	0,1
H.P.U. Eng. Oil Tank -S	11,3	4,67	-62,000	13,850	-289,5	64,7
Всього дизельного палива		135,21			-8727,8	1692,3
Мастило ($\gamma=0,9000 \text{ т/м}^3$)						
Main L.O. Sump Tk -C	15,5	8,9	-65,200	0,960	-580,3	8,5
L.O. Settling Tk -P	12,7	9,6	-62,400	14,050	-599,0	134,9
L.O. Storage Tk -S	12,7	8,8	-62,400	13,950	-549,1	122,8
G/E L.O. Settling Tk -P	6,3	4,1	-61,600	13,900	-252,6	57,0
G/E L.O. Storage Tk -P	6,3	3,6	-63,200	13,800	-227,5	49,7
Cylinder Oil Storage Tk -P	26,6	15,9	-62,400	13,850	-992,2	220,2
Sit L.O. Sump Tk -S	1,6	0,6	-72,764	1,293	-43,7	0,8
Всього мастила		51,5			-3244,4	593,9
Прісна вода ($\gamma=1,0000 \text{ т/м}^3$)						
Fresh Water Tk-P	120,0	115	-84,772	15,178	-9748,8	1745,5
Fresh Water Tk-S	98,5	65	-84,931	14,475	-5520,5	940,9
Distiled Water Tk -S	21,2	20	-84,000	15,150	-1680,0	303,0
Всього прісної води		200			-16949,3	2989,4
Баласт ($\gamma=1,0250 \text{ т/м}^3$)						
Water Ballast Tank No.4-S	1292,1	43,02	5,500	0,253	236,6	10,9
Water Ballast Tank No.5-P	1239,1	187,46	-14,197	0,378	-2661,4	70,9
Water Ballast Tank No.5-S	1477,4	151,52	-14,263	0,252	-2161,1	38,2
Всього баласту		382	-12,005	0,314	-4585,9	120,0
ВСЬОГО ЗАПАСІВ		1354,84	-47,445	6,981	-64280,0	9458,2

Розподіл вантажів по вантажним приміщенням представлено в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Розподіл вантажів по приміщеннях

Найменування приміщення	Об'єм приміщ., м ³	Об'єм вантажу, м ³	Маса вантажу, т	Плечі, м		Моменти, тм	
				x	z	M _x	M _z
C.O.T. No.1-P	2811,5	2242,65	1726,84	63,974	8,704	110472,9	15030,4
C.O.T. No.1-S	2811,5	2248,49	1731,34	63,974	8,719	110760,7	15095,6
C.O.T. No.2-P	3806,6	3163,99	2309,71	44,906	8,621	103719,8	19912,0
C.O.T. No.2-S	3806,6	3170,77	2314,66	44,906	8,623	103942,1	19959,3
C.O.T. No.3-P	3875,1	3583,03	2758,93	24,985	9,320	68931,9	25713,2
C.O.T. No.3-S	3875,1	3575,45	2753,10	24,985	9,301	68786,2	25606,6
C.O.T. No.4-P	3875,1	3599,00	2771,23	4,985	9,351	13814,6	25913,8
C.O.T. No.4-S	3875,1	3576,81	2754,14	4,985	9,302	13729,4	25619,0
C.O.T. No.5-P	3875,1	3583,91	2759,61	-15,015	9,321	-41435,5	25722,3
C.O.T. No.5-S	3875,1	3583,29	2759,13	-15,015	9,320	-41428,3	25715,1
C.O.T. No.6-P	3532,8	3118,68	2276,64	-34,317	9,226	-78127,5	21004,3
C.O.T. No.6-S	3532,8	3139,63	2291,93	-34,318	9,316	-78654,5	21351,6
ВСЬОГО ВАНТАЖУ		38585,7 0	29207,2 6	12,138	9,129	354511,8	266643,2
Slop Tank-P	1047,2	150,00	150,00	-47,281	4,088	-7092,2	613,2
Slop Tank-S	1047,2	9,80	7,40	-47,300	2,369	-350,0	17,5
ВСЬОГО В СЛОП ТАНКАХ		159,80	157,40	-47,282	4,007	-7442,2	630,7

Вантажний план судна представлений на рис.4.1

На основі виконаних розподілів вантажу і запасів складемо таблицю зведених даних і розрахунку водотоннажності з координатами центра ваги судна на відхід і на прихід.

Таблиця 4.4 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на відхід

Найменування статей навантаження	На відхід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6
Судно порожньому	8707	-9,57	11,32	-83326,0	98563,2
Постачання, екіпаж, прод. та ін.	160	-9,57	11,32	-1531,2	1811,2
Суднові запаси	1363	-47,131	9,133	-64239,4	12447,9

Танк № 6 ЛБ Unleaded Gasoline Ull = 2,74м P = 2276,64 т V = 3118,68 м³	Танк № 5 ЛБ Unleaded Gasoline Ull = 2,38м P = 2759,61 т V = 3583,91м³	Танк № 4 ЛБ Unleaded Gasoline Ull = 2,32м P = 2771,23 т V = 3599,00м³	Танк № 3 ЛБ Unleaded Gasoline Ull = 2,37м P = 2758,93 т V = 3583,03 м³	Танк № 2 ЛБ Unleaded Gasoline Ull = 3,59м P = 2309,71 т V = 3163,99 м³	Танк № 1 ЛБ Unleaded Gasoline Ull = 3,95м P = 1726,84 т V = 2242,65 м³
Танк № 6 ПБ Unleaded Gasoline Ull = 2,63м P = 2291,93 т V = 3139,63м³	Танк № 5 ПБ Unleaded Gasoline Ull = 2,37м P = 2759,13 т V = 3583,29м³	Танк № 4 ПБ Unleaded Gasoline Ull = 2,39м P = 2754,14 т V = 3576,81м³	Танк № 3 ПБ Unleaded Gasoline Ull = 2,40м P = 2753,10 т V = 3575,45м³	Танк № 2 ПБ Unleaded Gasoline Ull = 3,54м P = 2314,66 т V = 3170,77 м³	Танк № 1 ПБ Unleaded Gasoline Ull = 3,93м P = 1731,34 т V = 2248,49 м³

 $T_K = 9,45 \text{ м}$
 $T_H = 9,45 \text{ м}$

Рисунок 4.1 – Вантажний план судна

Продовження табл. 4.4

1	2	3	4	5	6
Вантаж	29207,26	12,138	9,129	354511,8	266643,2
В слоп танках	157,40	-47,282	4,007	-7442,2	630,7
Загалом водотоннажність	39594,66	5,00	9,600	197973,0	380096,2

Таблиця 4.5 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на прихід

Найменування статей наванження	На прихід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		х	z	M _x	M _z
Судно порожньому	8707	-9,57	11,32	-83326,0	98563,2
Постачання, екіпаж, прод. та ін.	160	-9,57	11,32	-1531,2	1811,2
Суднові запаси	1354,84	-47,445	6,981	-64280,0	9458,2
Вантаж	29207,26	12,138	9,129	354511,8	266643,2
В слоп танках	157,40	-47,282	4,007	-7442,2	630,7
Загалом водотоннажність	39586,50	5,00	9,526	197932,4	377106,5

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 – Розрахунок посадки судна на відхід і прихід

Найменування величин	Позначення та формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	39594,66	39586,5
Абсциса центра ваги судна, м	x _g	5,00	5,00
Водотоннажність об'ємна, м ³	V = D / ρ	38628,94	38620,98
Густина забортної води, т/м ³	ρ	1,000	1,000
Осадка судна, м	T	9,45	9,45
Момент диферентуючий на 1 см, тм/см	M _{см}	585,7	585,7
Абсциса центра величини судна, м	x _c	5,00	5,00

Продовження табл. 4.6

1	2	3	4
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	x_f	-1,923	-1,922
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	13,724	13,723
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,8046	0,8046
Диферент судна, м	$d = D(x_g - x_c) / (100M_{cm})$	0,00	0,00
Осадка судна носом, м	$T_H = T - (L/2 + x_f) d / L$	9,45	9,45
Осадка судна кормою, м	$T_K = T_H + d$	9,45	9,45

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

Таблиця 4.7 – Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h , тм
H.F.O. Storage Tank 1-S	500
H.F.O. Storage Tank 2-S	500
H.F.O. Storage Tank 3-P	542
H.F.O. Storage Tank 4-P	542
M.D.O. Settling Tank -P	23
M.D.O. Service Tank -S	23
Fresh Water Tk-P	85
Fresh Water Tk-S	56
Water Ballast Tank No.5-P	4385
Water Ballast Tank No.5-S	7954
Вантаж	27282
Сума: $\Sigma \Delta m_h$	41892

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний у табл.4.8.

Таблиця 4.8 – Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення та формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
Водотоннажність масова, т	D	39594,7	39586,5
Невиправлена апліката центра ваги судна, м	z_{g0}	9,600	9,526
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	13,724	13,723
Невиправлена метацентрична висота, м	$h_0 = z_m - z_{g0}$	4,12	4,20
Виправлення на вільні поверхні, м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / D$	1,06	1,06

Виправлена апліката центра ваги судна, м	$z_g = z_{g0} + \Delta h$	10,66	10,59
Виправлена метацентрична висота, м	$h = h_0 - \Delta h$	3,06	3,14

4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації

Перевірку остійності за матеріалами Інформації виконаємо по мінімальній допустимій метацентричній висоті

Таблиця 4.9 – Перевірка остійності по мінімальній допустимій метацентричній висоті

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	39594,7	39586,5
Виправлена метацентрична висота, м	h	3,06	3,14
Мінімально допустима метацентрична висота, м	$h_{\min}$	0,62	0,62

Так як $h > h_{\min}$, то остійність задовольняє всім вимогам.

4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності

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

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

Плечі остійності ваги необхідно розраховувати по формулі:

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

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

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

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

Таблиця 4.10 – Розрахунок плечей статичної остійності на відхід

Водотоннажність D, т							39594,66	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							9,60	
Апліката умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м							10,66	
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
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	2,400	0,174	1,855	0,545	4	2,180	3	1,635
20	4,844	0,342	3,646	1,198	2	2,396	3	3,594
30	7,301	0,500	5,330	1,971	4	7,884	1	1,971
40	9,093	0,643	6,854	2,239	1	2,239	$\sum_{30}$	7,200
50	10,065	0,766	8,166	1,899	$\sum_{40}$	14,699	$a_{0-30} = 3 \times 0,1745 \times 7,20 / 8 = 0,471$	
60	10,469	0,866	9,232	1,237	$a_{0-40} = 0,1745 \times 14,699 / 3 = 0,855$			
75	10,249	0,966	10,296	-0,047				
					$a_{30-40} = 0,855 - 0,471 = 0,384$			

Таблиця 4.11 – Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність D, т							39586,50	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							9,53	
Апліката умовного центра мас z_m , м (поліус – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м							10,59	
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плече форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \cdot \sin \theta^\circ$	Плече статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \theta^\circ$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	2,400	0,174	1,842	0,558	4	2,232	3	1,674
20	4,844	0,342	3,620	1,224	2	2,448	3	3,672
30	7,301	0,500	5,293	2,008	4	8,032	1	2,008
40	9,093	0,643	6,807	2,286	1	2,286	$\sum_{30}$	7,354
50	10,065	0,766	8,109	1,956	$\sum_{40}$	14,998	$a_{0-30} = 3 \times 0,1745 \times 7,354 / 8 = 0,481$	
60	10,469	0,866	9,167	1,302	$a_{0-40} = 0,1745 \times 14,998 / 3 = 0,872$			
75	10,249	0,966	10,225	0,024				
						$a_{30-40} = 0,872 - 0,481 = 0,391$		

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

4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності

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

Остійність судна вважається достатньою, якщо задовольняються загальні для всіх суден вимоги до критерія погоди, кута крену від дії постійного вітру й діаграми статичної остійності (ДСО).

Розрахунок нормованих параметрів остійності виконаний у табл. 4.12.

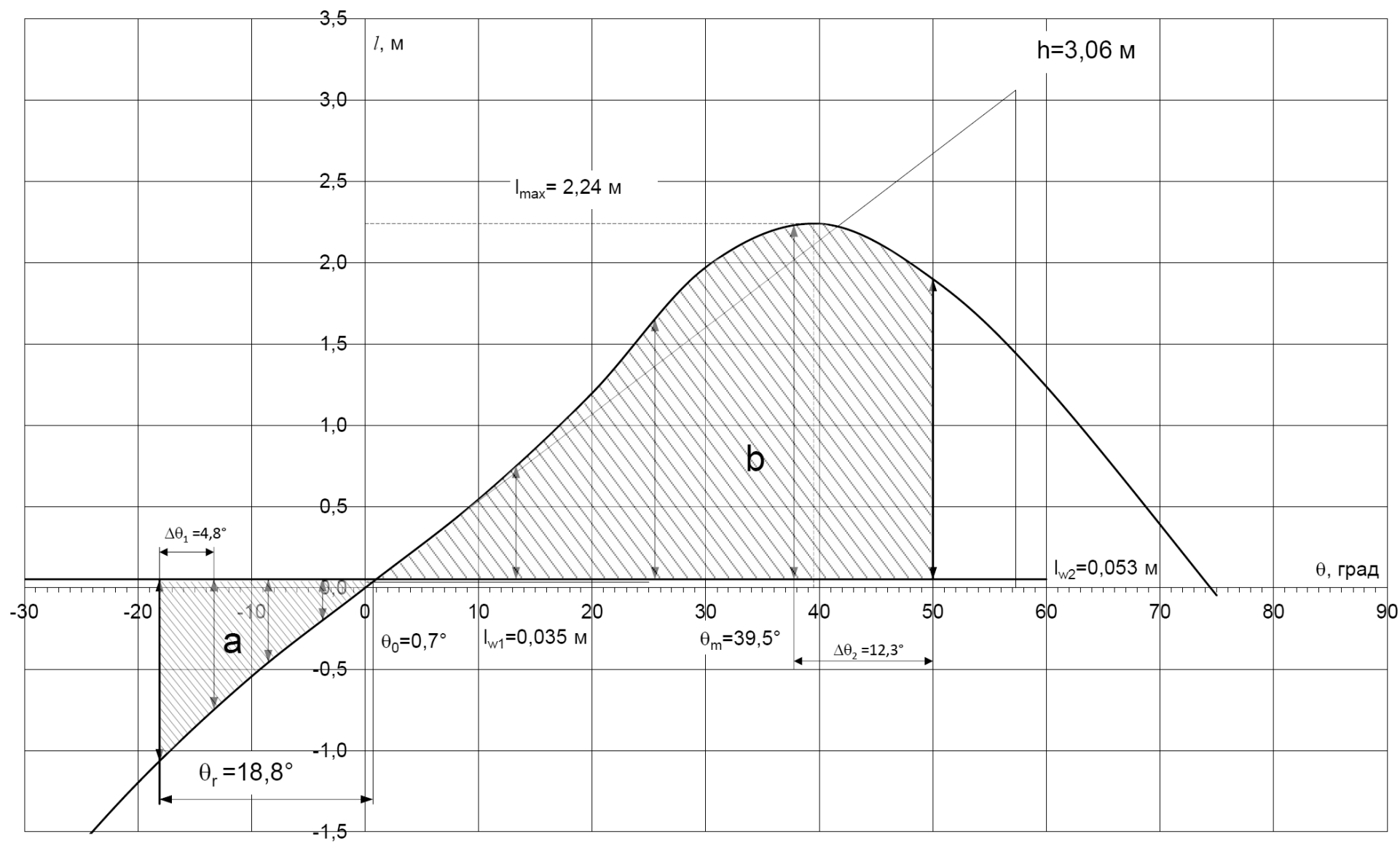


Рисунок 4.2 - Діаграма статичної остійності на відхід і визначення критерію погоди

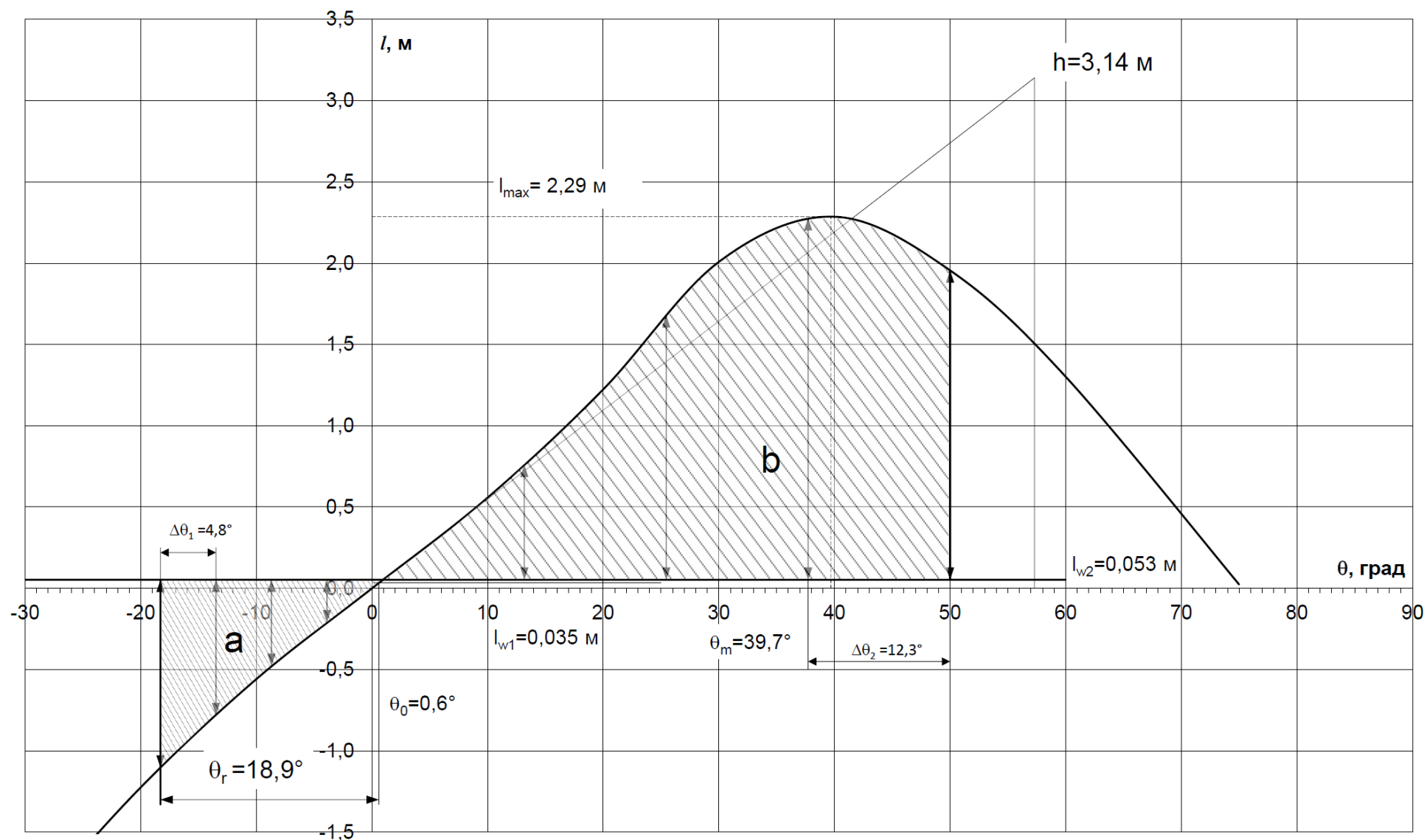


Рисунок 4.3 - Діаграма статичної остійності на прихід і визначення критерію погоди

Таблиця 4.12 - Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	39594,7	39586,5
Осадка судна, м	T	9,45	9,45
Виправлена метацентрична висота, м	h	3,06	3,14
Площа парусності, м ²	A _v	2255	2255
Апліката центра парусності (ЦП), м	z	7,35	7,35
Плече парусності при постійному вітрі, м	z _v = z + T/2	12,08	12,08
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	l _{w1} = 0,504 A _v z _v / (gD)	0,035	0,035
Кренувальне плече від пориву вітру, м	l _{w2} = 1,5 l _{w1}	0,053	0,053
Відносна площа скулових кілей, %	100 A _к / (L B)	1,46	
Коефіцієнт	k	0,952	
Відносна ширина	B/T	3,28	3,28
Безрозмірний множник	X ₁	0,844	0,844
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,805	0,805
Безрозмірний множник	X ₂	1,000	1,000
Інерційний коефіцієнт	c = 0,373 + 0,023B/T - 0,043L/100	0,376	0,376
Період хитавиці, с	T _θ = 2 c B / √h	13,3	13,2
Коефіцієнт	S	0,0572	0,0578
Коефіцієнт	r = 0,73 + 0,6 (z _g - T) / T	0,807	0,802
Амплітуда хитавиці, °	θ _r = 109 k X ₁ X ₂ √rS	18,8	18,9
Кут заливання, °	θ _f	>60	>60
Кут входу палуби у воду, °	θ _d = arctg(2(H - T) / B)	26,0	26,0
Кут крену від постійного вітру, °	θ ₀	0,7	0,6
Кут крену при хитавиці назустріч вітру, °	θ ₁ = θ _r - θ ₀	18,1	18,3
Границя площ. “b” діаграми праворуч, °	θ _b	50	50
Площа “a” діаграми, м-рад	a	0,177	0,184
Площа “b” діаграми, м-рад	b	1,180	1,205
Критерій погоди	K = b / a	6,67	6,55

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

Для розрахунку величини площ “a” і “b” використовуємо 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

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (18,1 + 1,5 \cdot 0,7)/4 = 4,8^\circ$		$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 4,8^\circ/57,3 = 0,0838 \text{ рад}$			
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 0,7)/4 = 12,25^\circ$		$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 12,25^\circ/57,3 = 0,2138 \text{ рад}$			
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 1,120$	1	1,120	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,800$	4	3,200	$b_2 = 0,697$	4	2,788

$a_3 = 0,510$	2	1,020	$b_3 = 1,600$	2	3,200
$a_4 = 0,253$	4	1,012	$b_4 = 2,180$	4	8,720
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 1,846$	1	1,846
		$\Sigma a = 6,352$			$\Sigma b = 16,554$
$a = \frac{1}{3} \Sigma a \cdot \Delta \theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 6,352 \times 0,0838 = 0,177$			$b = \frac{1}{3} \Sigma b \cdot \Delta \theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 16,554 \times 0,2138 = 1,18$		

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

$\Delta \theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (18,3 + 1,5 \cdot 0,6)/4 = 4,8^\circ$			$\Delta \theta_1^{\text{рад}} = 4,8^\circ / 57,3 = 0,0838$ рад		
$\Delta \theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 0,6)/4 = 12,28^\circ$			$\Delta \theta_2^{\text{рад}} = 12,28^\circ / 57,3 = 0,2142$ рад		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 1,156$	1	1,156	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,833$	4	3,332	$b_2 = 0,707$	4	2,828
$a_3 = 0,530$	2	1,060	$b_3 = 1,627$	2	3,254
$a_4 = 0,263$	4	1,052	$b_4 = 2,224$	4	8,896
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 1,903$	1	1,903
		$\Sigma a = 6,600$			$\Sigma b = 16,881$
$a = \frac{1}{3} \Sigma a \cdot \Delta \theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 6,60 \times 0,0838 = 0,184$			$b = \frac{1}{3} \Sigma b \cdot \Delta \theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 16,881 \times 0,2142 = 1,205$		

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	
Загальні критерії:					
Площа під ДСО до кута крену 30 ⁰ , м·рад	A ₃₀	≥ 0,055	0,471	0,481	YES
Площа під ДСО до кута крену 40 ⁰ , м·рад	A ₄₀	≥ 0,09	0,855	0,872	YES
Площа під ДСО між 30 ° і 40 °, м рад	A ₃₀₋₄₀	≥ 0,03	0,384	0,391	YES
Плече ДСО при куті крену 30° або більше, м	l ₃₀	≥ 0,20	1,971	2,008	YES
Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, °	θ _m	≥ 25	39,5	39,7	YES
Виправлена метацентрична висота, м	h	> 0,15	3,06	3,14	YES

Критерій погоди	K	≥ 1	6,67	6,55	YES
Кут крену від постійного вітру, °	θ_0	≤ 16	0,7	0,6	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.

Для контролю загальної міцності на судні використовується комп'ютерна програма "SAAB ROSEMOUNT Tank Radar STaR", затверджена Germanischer Lloyd.

Результати контролю цією програмою загальної міцності судна на відхід наведені в таблиці 4.16.

Таблиця 4.16 – Розрахунок і перевірка загальної міцності на відхід

№ шпанг.	Перерізуюча сила, т			Згинальний момент, т м			
	розрахунок	допуск. В рейсі	%	розрахунок	допуск. В рейсі		%
					перегин	прогин	
38	-518,209	2200	23,6	11825,1	42800	-38500	27,6
42	-1067,516	5300	20,1	9238,6	49700	-44700	18,6
44	-959,116	5300	18,1	3412,3	62300	-56000	5,5
52	-97,016	5600	1,7	-9050,6	88400	-79500	11,4
60	48,728	5800	0,8	-12401,7	88400	-79500	15,6
68	227,138	5800	3,9	-12562,9	88400	-79500	15,8
76	378,974	5200	7,3	-9798,3	85400	-76800	12,8
84	498,398	5200	9,6	-4443,2	40100	-36100	12,3
92	322,062	3500	9,2	848,8	6800	-6100	12,5

Виконана перевірка показує, що загальна міцність корпусу судна в рейсі буде забезпечена (прогин).

Епюри перерізуючих сил і згинальних моментів і їх допустимих значень для прогину і перегину представлені на рис 4.4.

Виконані розрахунки і перевірка отриманих результатів по посадці, остійності і міцності судна в рейсі дозволяють прийняти складений вантажний план до виконання.

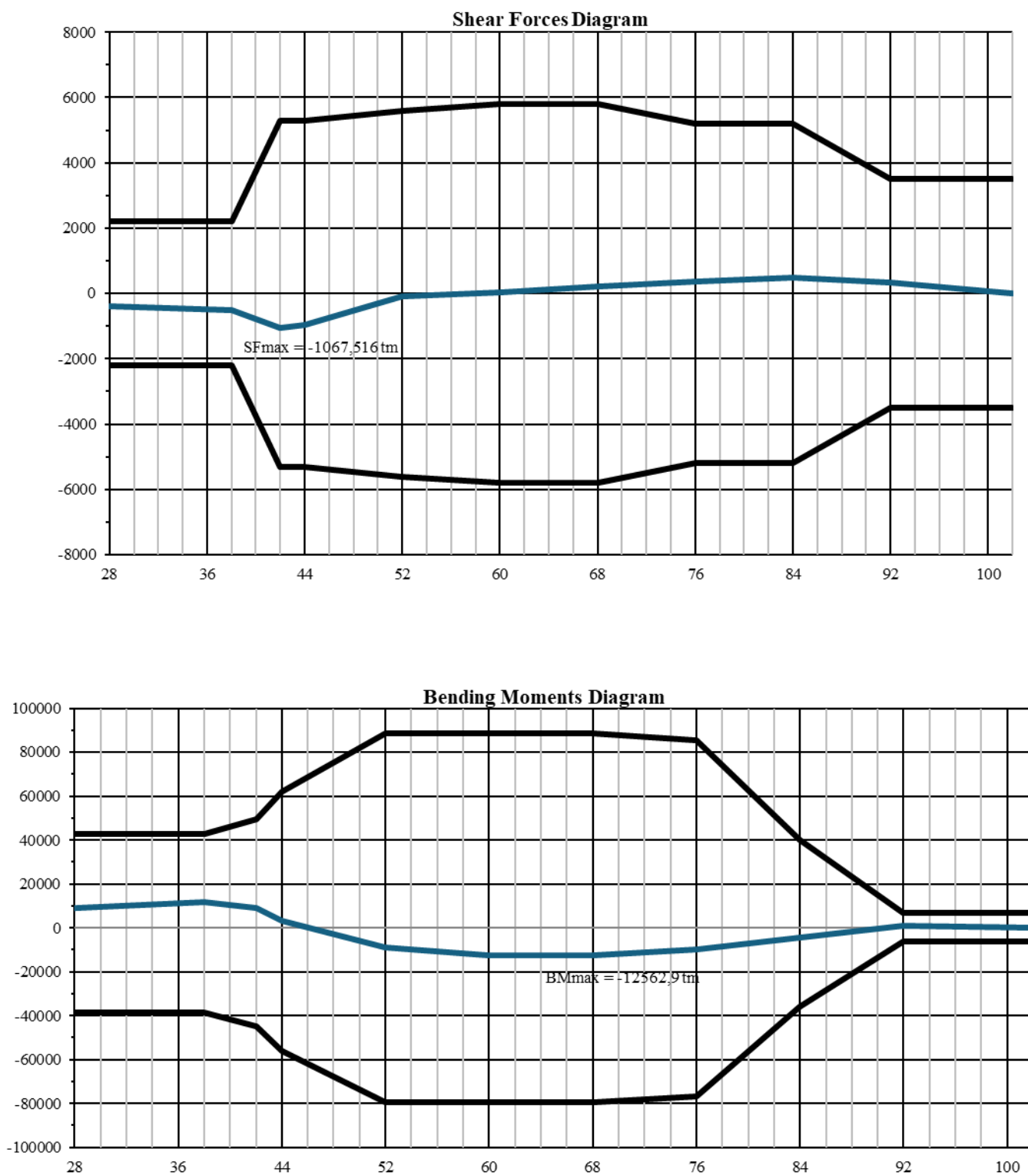


Рисунок 4.4 – Перевірка загальної міцності корпусу судна на відхід

РОЗДІЛ 6

ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ТА ВИКОРИСТАННЯ СУПУТНИКОВИХ КОМПАСІВ

Вступ

Безпека судноводіння є одним з головних умов успішної роботи водного транспорту. Для її забезпечення на судах є різні технічні засоби судноводіння, особливе місце серед яких займає компас.

Безвідмовність компаса як його найважливіша властивість знаходить відображення в ряді міжнародних нормативних документів (ІМО, ІСО), в яких встановлено, що компас є головним показчиком курсу на судні. Відповідно, жодне судно не може вийти в море, якщо не має на борту компаса.

Невід'ємним морським інструментом з часів середньовіччя є магнітний компас, магнітна стрілка якого, вільно обертається в горизонтальній площині, під впливом магнітного поля землі завжди показує на північ. Однак магнітне схилення і девіація в деяких випадках ускладнюють користування цього типу компаса. Причина магнітного відхилення полягає в тому, що північний і південний магнітні полюси не збігаються з географічними. Північний магнітний полюс розташований приблизно в 1600 км від географічного північного полюса.

Стрілка компаса в місці, що не містить заліза (що так само ускладнює отримання високої точності курсоуказання на сучасних судах), збігається з магнітним меридіаном і тому в залежності від місця зняття показань з компаса має більше чи менше відхилення. У високих широтах користування магнітним компасом для визначення напрямку стає неефективним. Оскільки магнітний полюс, хоча і дуже повільно, змінює своє положення, магнітне схилення має щорічно коригуватися

Безумовною перевагою магнітного компаса є його незалежність від наявності живлення. У зв'язку з цим, магнітний компас використовується в якості аварійного средства курсовказання.

Іншим типом суднового компаса є гірокомпас. Принцип його роботи заснований на використанні одного або декількох гіроскопів. Його відкриття і початок експлуатації датується 1908 ÷ 1911 роками минулого століття. Весь час гірокомпаси постійно вдосконалювалися. В даний час гірокомпас повсюдно використовується в системах навігації і управління великих морських суден. На відміну від магнітного компаса його показання пов'язані з напрямком на дійсний географічний (а не магнітний) північний полюс. Сучасні гірокомпаси значно удосконалені і відрізняються точністю і надійністю.

Але при маневруванні судна чи інших механічних збурень у гірокомпасі виникає інерційна похибка, яка має змінний (періодичний), повільно затухаючий характер. Величина цієї похибки може досягати декількох градусів. У зв'язку з вищесказаним, робота гірокомпас в високих широтах стає практично неможливою.

До того ж морський гірокомпас все ще досить важкий: в деяких конструкціях вага гіроскопічного ротора перевищує 25 кг. Для нормальної роботи гірокомпасу також необхідно стійку основу, що не відчуває прискорень і фіксоване щодо земної поверхні, причому швидкість його переміщення повинна бути дуже мала в порівнянні зі швидкістю добового обертання землі на даній широті.

З розвитком нових, в тому числі і супутникових навігаційних, технологій з'явилася можливість створення принципово нових датчиків курсу. Ці вироби отримали назву супутникових компасів. Цей тип компасів позбавлений практично всіх недоліків магнітних і гіроскопічних компасів.

Принцип його дії заснований на визначенні орієнтації осей системи координат, жорстко пов'язаної з судном, щодо осей геоцентричної системи координат на основі спеціалізованої обробки сигналів супутників ГНСС. Для вирішення цього завдання необхідно використовувати не одну а, як мінімум, дві рознесені прийомні антени ГНСС, професійні приймачі ГНСС, що формують вимірювання супутникових сигналів по фазі несучої, і реалізувати спеціальні алгоритми спільної обробки вимірювань двох (або більше)

приймачів і вироблення параметрів орієнтації судна з високою точністю. До появи супутникових компасів найбільш точним приладом для визначення справжнього курсу судна вважався гірокомпас, типова точність яких при невисокій динаміці судна становить близько $0,7^\circ$. Однак при маневруванні судна, особливо у високих (більше 60°) широтах і на великій швидкості, у гірокомпас з'являється інерційна похибка.

Супутниковий ж компас виробляє оцінку істинного курсу з точністю $0,2^\circ \div 0,3^\circ$. І ця точність справедлива при будь-яких маневрах судна, бортовий і кильовий хитами, в будь-якій точці земної кулі. Крім того, холодний старт супутникового компаса становить не більше 2 хвилин, тоді як холодний старт гірокомпас (приведення в меридіан) займає від 1 до 4 годин. Не варто забувати також і про те, що супутниковий компас істотно дешевше гіроскопического або магнітного компаса. А вартість експлуатації навігаційного компаса, на відміну від гірокомпас, взагалі мізерно мала.

У 2007 році був розроблений і схвалений російськими морським реєстром судноплавства і річковим реєстром «ФАРВАТЕР» РК-2306 перший в Росії навігаційний компас цивільного призначення. За міжнародною класифікацією РК-2306 є пристроєм дистанційного подання курсу.

Його основною відмінністю від продукції інших виробників - це його мультисистемність. Це означає, що «ФАРВАТЕР» РК-2306 може виробляти кути просторової орієнтації від сигналів різних ГНСС ГЛОНАСС і / або GPS . Така відмінність дає додаткову перевагу: велику захищеність від слабкого сигналу прийому супутникової системи, поганого умови прийому або наявності перешкод і знімає основний недолік супутникового компаса - залежність від одного супутникового угруповання.

Вбудований в компас процесор обробляє дані, одержувані від кожного навігаційного приймача, і здійснює розрахунок динамічного змінювання кутів просторової орієнтації судна.

5.1 Принцип дії супутникового компаса

Супутникові компаси є сучасними високоточними навігаційними приладами, що забезпечують визначення курсу судна шляхом приймання та обробки сигналів глобальних супутникових навігаційних систем (СНС), зокрема GPS та ГЛОНАСС. Принцип їх дії ґрунтується на фазових вимірюваннях сигналів від супутників та визначенні різниці фаз між антенами, розташованими на фіксованій базі.

На відміну від класичних гірокомпасів, супутникові компаси не містять механічних елементів, що значно підвищує їх надійність та знижує потребу в технічному обслуговуванні. Отримувані дані включають не лише істинний курс, але й дорожній кут, швидкість, а також кути бортової та кільової хитавиці, що дозволяє застосовувати прилад як багатоцільовий датчик кінематичного стану судна. Як зазначено в [24], «Супутниковий компас надає інформацію про координати судна, курсі, дорожньому вугіллі, шляховий швидкості, кути бортової і кільової хитавиці. По суті, він є датчиком параметрів кінематичного стану судна».

Оскільки в основі роботи супутникових компасів лежить прийом і обробка сигналів середньо орбітальної СНР, коротко розглянемо значення цих систем для сучасного судноводіння і надані ними можливості.

Своєю резолюцією А. 819(19) від 23.11.95 Асамблея ІМО затвердила систему GPS як частина Всесвітньої радіонавігаційної системи (ВРНС). У розвиток цього підходу, ІМО розробила нові стандарти для глобальних систем визначення місця судна (Резолюція ІМО А. 915(22), 2001 р.) [30]. Відповідно до цього документа у всіх районах плавання точність визначення місця судна заданими ВРНС повинна бути не нижче 10 м.

З діючих позиційних систем до стандартів ІМО по своїм характеристикам найбільш близькі системи GPS і ГЛОНАСС.

У 1996 р. за заявками урядів США і Росії ІМО схвалив системи GPS і ГЛОНАСС. Як точнісних характеристик цих систем були оголошені величини:

100 м для GPS і 45 м для ГЛОНАСС. Згідно з Главою 5 СОЛАС прийомоіндикатори СНР входять до складу обов'язкової судновий навігаційної апаратури.

У 2000 році уряд США скасував введення штучних похибок в загальнодоступний сигнал системи GPS. Внаслідок цього точність GPS цивільних користувачів підвищилася до 35-45 м.

Як зазначається в [24], в 2000-2002 роках були розроблені методи корекції невраховуваних раніше факторів, що впливають на точність GPS. Це дозволило підвищити точність сучасних прийомоіндикаторів GPS для цивільних судів до 10-15 м.

Таблиця 5.1 подає порівняльні характеристики супутникових систем GPS та ГЛОНАСС, які є базовими джерелами сигналів для роботи супутникових компасів.

Таблиця 6.1 – Основні характеристики GPS та ГЛОНАСС

Характеристика	GPS	ГЛОНАСС
Кількість супутників	24+3 резервних	24+3 резервних
Кількість площин орбіт	6	3
Нахил орбіти	55°	64,8°
Радіус орбіти	20 145 км	19 100 км
Точність позиціонування	10–15 м	8–10 м
Тип кодування	C/A, P	C/A, P
Системний час	UTC(USNO)	UTC(RF)
Опорна система координат	WGS-84	SGS-90

У таблиці 5.1 використані наступні скорочення:

SPS, PPS - два рівня обслуговування споживачів в GPS: стандартні визначення (SPS – Standard Positioning Service), точні визначення (PPS – Precise Positioning Service). PPS ґрунтується на точному P-кодi, а SPS – на загальнодоступному C/A-код. Рівень обслуговування PPS надається військовим

і федеральним службам США, а GPS – масового цивільного споживачеві. В ГЛОНАСС режим обслуговування спеціальних служб і масових споживачів єдиний, за рахунок цього надається цивільним споживачам точність визначень вище, ніж в GPS.

UTC (USNO), UTC (SU) – універсальний координований час військово-морської обсерваторії США і Російської Федерації (UTC – Coordinated Universal Time, USNO – US Naval Observatory, SU – Soviet Union або RF – Russian Federation).

WGS84, SGS90 (ПЗ-90) – всесвітні горизонтальні геодезичні дати (WGS84 - World Geodetic System of 1984; SGS90 – Soviet Geocentric Coordinate System of 1990).

Принцип визначення курсу супутниковим компасом.

Для отримання з допомогою середньо орбітальних СНР інформації про курс судна, необхідно використовувати двох - або трьох антенні системи. В принципі для отримання курсу необхідно тільки дві антени. Третя антена дозволяє разом з курсом судна визначити кути кільової та бортової хитавиці, а також поліпшити точність вимірювання курсу, зменшивши негативний вплив на неї качки і ристання.

У трьох антенній системі антени розташовані в одній горизонтальній площині і зміщені відносно один одного на 120° . Зовнішній вид трьох антенної системи буде наведено нижче. Діаметр окружності, що проходить через центри всіх трьох антен, приблизно дорівнює одному метру.

Принцип визначення курсу супутниковим компасом пояснюється на рисунку 5.1.

Припустимо, дві антени A_1 , A_2 супутникової системи GPS розташовані в діаметральній площині судна. Відстань між антенами b становить близько 85 див.

Передача сигналів навігаційними штучними супутниками Землі (НИСЗ) в системі GPS проводиться на двох частотах: $F_1=1575,42$ і $F_2=1227,60$ МГц. Режим випромінювання - безперервний з псевдошумової модуляцією.

Навігаційні сигнали представляють собою захищений P-код (precision code), яким модулюються частоти F_1 , F_2 , і загальнодоступний C/A-код (coarse and acquisition code), яких модулюється тільки частота F_1 .

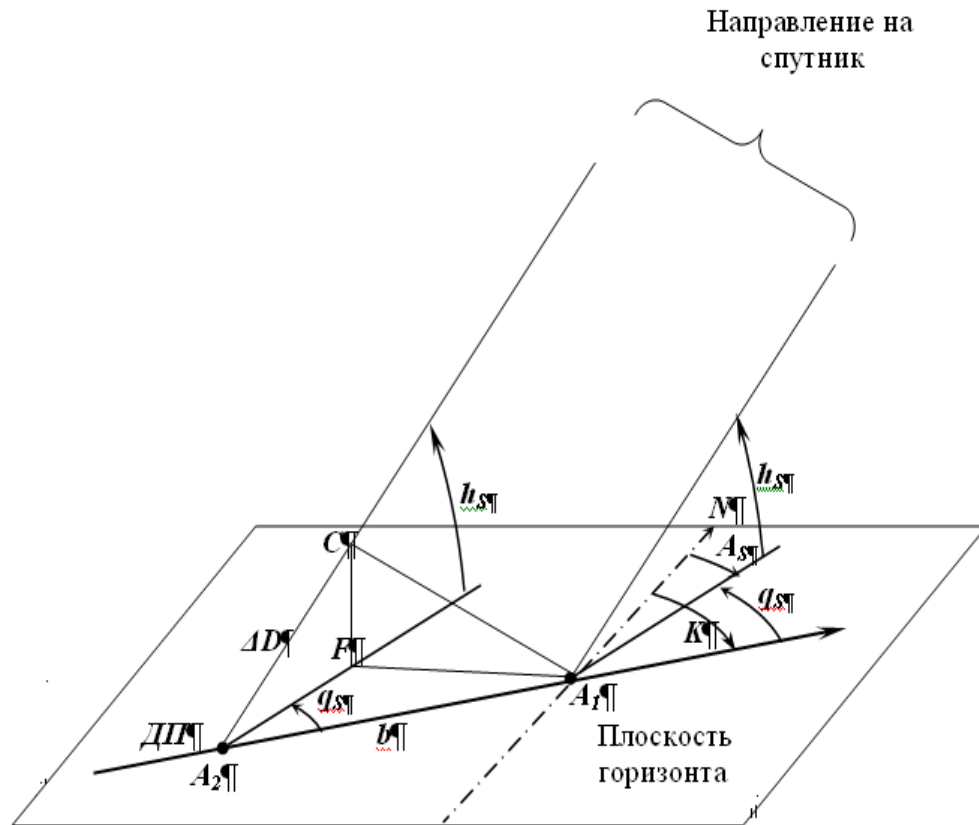


Рисунок 5.1 - Принцип визначення курсу супутниковим компасом

В бортовій апаратурі GPS для судів комерційного флоту використовується тільки загальнодоступний C/A-код на частоті F_1 . Довжина хвилі цієї несучої частоти становить приблизно 19 див.

При визначеннях положення, за координатами місця судна і за ефемеридами супутників завжди можуть бути розраховані горизонтальні координати НИСЗ: висота h_s і азимут A_s . На рис.5.1 ці координати показані для одного з супутників

Відстані, які проходить сигнал з певного супутника до антени A_1 , A_2 , відрізняються на величину ΔD .

Цю різницю відстаней можна знайти, вимірявши зміщення фаз $\Delta\Phi$ несучого сигналу, прийнятого антенами A_1 , A_2 :

$$\Delta\Phi = \Delta\psi + n, \quad (5.1)$$

де n – ціле число циклів, $\Delta\psi$ - дробна частина циклу.

Фазовим вимірам властива багатозначність, тому вимірюється тільки $\Delta\psi$, а n повинно бути визначено за додатковими даними.

За значенням $\Delta\Phi$ величина ΔD знаходиться за формулою:

$$\Delta D = \lambda \Delta\Phi, \quad (5.2)$$

де λ – довжина хвилі несучого сигналу.

Знаючи ΔD і висоту h_S супутника над істинним горизонтом, можна знайти курсової кут q_S супутника і істинний курс судна D_0 :

$$A_2 F = \Delta D \cos h_S; \quad q_S = \arccos \frac{A_2 F}{b}; \quad K = A_S - q_S. \quad (5.3)$$

Значення курсу визначається по всіх супутниках, що знаходяться над горизонтом, і усереднюють.

Для обчислення координат об'єкта за навігаційних сигналів супутників GPS в тривимірному просторі необхідно виміряти відстані не менше ніж до 4-х, а при двомірній навігації – не менше ніж до 3-х супутників. Для отримання додатково до координат справжнього курсу об'єкта, кількість супутників, до яких вимірюються відстані, повинен бути на один більше, так як кількість визначуваних параметрів збільшується на одиницю. Крім координат і постійної похибки відстані тут потрібно також знайти значення цілого числа циклів n .

Для випадків, коли сигнали супутників GPS можуть бути блоковані високими будівлями, або мостами, під якими проходить судно, супутниковий компас забезпечується вільним гіроскопом. За параметрами кутового положення осі забезпечується вироблення значень курсу в ті короткі проміжки часу, коли не надходять сигнали від супутників. Крім того, названий гіроскоп

застосовується для зменшення впливу качки і нищпорення на точність показань курсу.

Робота супутникового компаса ґрунтується на визначенні різниці фаз $\Delta\Phi$ між сигналами, що надходять до двох або трьох антен, що дозволяє обчислити різницю відстаней ΔD до супутника та визначити істинний курс судна.

5.2 Конструкція і технічні особливості компаса SC-50, SC-70, CH – 5708, PK-2306

сигналами, що надходять до двох або трьох антен, що дозволяє обчислити різницю відстаней ΔD до супутника та визначити істинний курс судна.

6.2 Конструкція та технічні особливості компасів SC-50, SC-70, CH–5708, PK-2306

Сучасні супутникові компаси представлені широким спектром моделей, серед яких Furuno SC-50, Furuno SC-70, CH–5708 та Фарватер PK-2306. Кожна модель має свої конструктивні та експлуатаційні особливості, проте базові принципи їх функціонування залишаються спільними.

Ключові переваги супутникових компасів:

- висока точність визначення курсу (до $0,4^\circ$ у SC-70);
- відсутність механічних частин та потреби у регулярному обслуговуванні;
- нечутливість до магнітних збурень;
- швидкий вихід на робочий режим (3 хв – SC-50, 90 с – SC-70);
- можливість підключення до різних навігаційних систем (РЛС, ЕКНІС, АІС).

Furuno SC-50 являє собою супутниковий компас, який використовує передові технології GPS. Завдяки цьому, компас гарантує високоточні дані напрямки для AIS, ECDIS, ARPA радарів і багато чого іншого. Супутниковий компас SC-50 може бути використаний для широкого спектру додатків на різних типах судах. Доступна індивідуальне налаштування вихідних

пропозицій і швидкість передачі даних в кожному порту для вільного взаємодії із зовнішнім обладнанням. Супутниковий компас SC-50 забезпечує високий рівень точності передачі інформації. Він визначає положення судна і передає ці дані РЛС, плоттера, АІС, ехолотів і іншим типам навігаційного обладнання. Система, що складається з трьох антен, знижує вплив кильової і бортовий качки.

Супутниковий компас SC-50 має чотири режими роботи дисплея: картушка компаса, управління судном, навігаційні дані, курс судна. Відсутність механічних частин, таких як карданний підвіс, позбавляє від необхідності технічного обслуговування компаса.

В комплект супутникового компаса входить:

- три антени, поміщені на жорсткій з високою точністю встановленої платформі;
- основний модуль;
- пристрій керування та відображення.

В основному модулі розташовуються приймач GPS, вільний гіроскоп, процесор та інші електронні вузли компаса.

Пристрій керування та відображення включає в себе малогабаритний дисплей на рідких кристалах і мінімальна кількість сенсорних кнопок, необхідних для управління приладом.

Конфігурація комплекту супутникового компаса моделі SC50 фірми Furuno представлена на рисунку 5.2.

Супутниковий компас складається з антени, дисплейного блоку і процесорного блоку. Трьох антенна система включає в себе три антенних/приймальних блоку й реалізується у вигляді низько профільної антени відкритого типу. Трьох антенна система допомагає зменшити вплив рухів судна (качки).

Основними достоїнствами супутникового компаса є:

- Зручність у використанні в якості датчика напрямку руху для РЛС/САРП, АІС, ЕКНІС, скануючого гідролокатора;

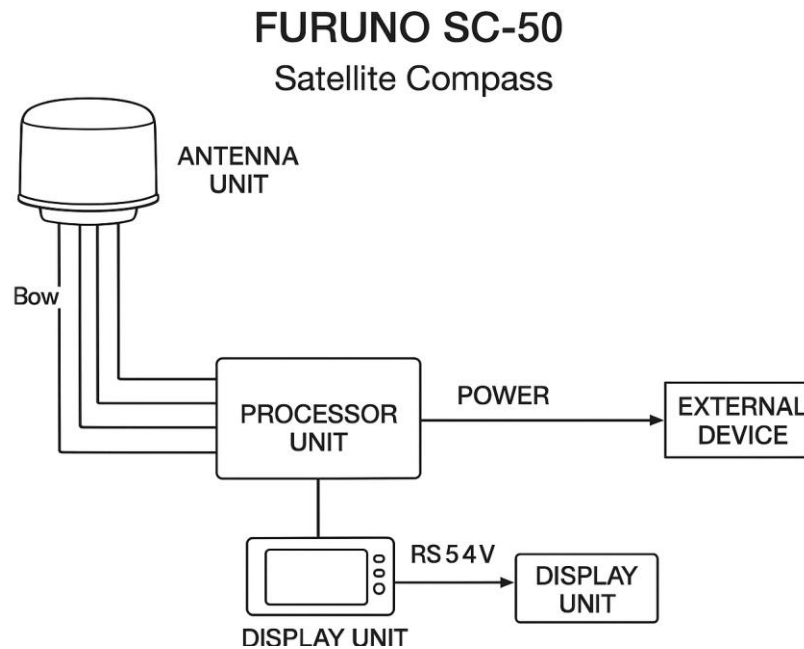


Рисунок 5.1 – Конфігурація спутникового компаса Furuno SC-50

- Відсутність механічних частин (гіромотори, карданів підвіс) звільняє компас від рутинного обслуговування;
- Відсутність впливу земного магнетизму, що дозволяє використовувати пристрій на будь-якому судні;
- Відсутня необхідність введення швидкісний корекції, як у гірокомпаса
- Невеликий час приходу в робочий стан – близько 3 хвилин;
- Відповідність всім міжнародним вимогам до суднових курсовказівників.

Недоліком супутникового компаса по відношенню до ЦК є не автономність

Основні технічні характеристики компаса SC-50 наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Технічні характеристики супутникового компаса SC-50

Параметр	Значення
Точність курсу	$\pm 1^\circ$
Роздільна здатність	$0,1^\circ$
Час виходу на робочий режим	3 хв
Точність визначення місця	10 м (5 м з DGPS)

Інтерфейси передачі даних	AD-10, IEC 61162
Живлення	12–24 В

Вимоги до встановлення супутникового компаса на судні.

При установці супутникового компаса на судні повинен бути дотриманий ряд вимог, більша частина яких належить до установки антени, конструкція якої зображена на рисунку 5.3.

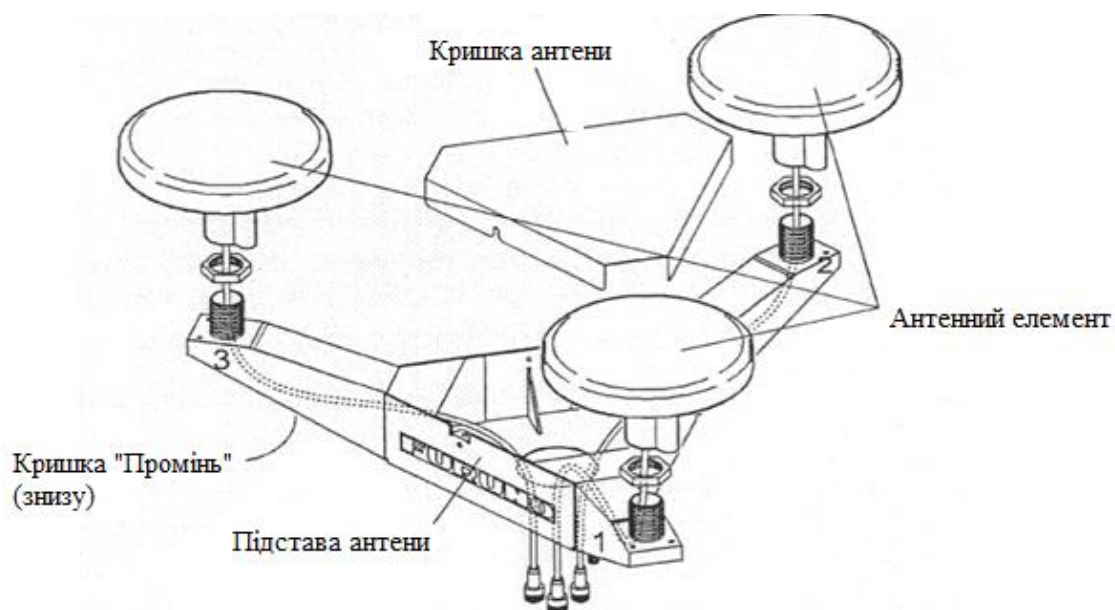


Рисунок 5.3 – Конструкція антенного блока SC-603

Антенна супутникового компаса повинна бути встановлена вище всіх інших споруд на судні для отримання не затіненого іншими об'єктами огляду супутників, незалежно від напрямку руху судна. Невиконання цієї вимоги призведе до проблем затінення і багаторазового перевідбиття сигналів супутників внаслідок чого точність компаса погіршиться. Приклад погіршення якості сигналів внаслідок невдалого місця установки антени показаний на рисунку 5.4.

Відстань по горизонталі між антеною та щоглами зазначено в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Допустима відстань між антеною та щоглами

Діаметр мачти	Величина розносу (мінімум)
10 см.	1,5 м.
30 см.	3 м.

Вимоги до встановлення дисплейного і процесорного блоків:

- Повинно бути вибрано місце з мінімальним рівнем вібрацій і ударів;
- Прилади не повинні забризгуватися дощовими і морськими бризками;
- Прилади повинні бути розташовані далеко від вентиляційних потоків
- Повітря;
- Прилади не повинні піддаватися впливу прямих променів сонця;
- Місце повинно добре провітрюватися;
- Навколо приладів повинно бути забезпечено достатньо вільного місця для їх обслуговування.

Установка процесорного блоку

Процесорний блок повинен бути встановлений паралельно поздовжній площині судна. Його можна встановити на столі, перебиранні або під столом. Прилад повинен бути встановлений з точністю $\pm 2,5^\circ$ відносно напрямку на ніс судна і таким чином, щоб було видно індикатор індикатор на верхній панелі приладу.

Процесорний блок поставляється із заводу готовим до установки на перебірці.

Після закріплення приладу з урахуванням викладених вище вимог, фактична орієнтація приладу відносно діаметральної площини судна вибирається через меню.

Установка дисплейного блоку

Конструкція дисплейного блоку передбачає можливість його кріплення до столу або до подволоку. Після закріплення на обраному місці, дисплейний блок повинен бути заземлений шляхом підключення жили заземлення до спеціального терміналу на блоці.

Зовнішній вид дисплейного блоку представлений на рисунку 5.4

SC-70 - нова модель супутникового компаса FURUNO с 2-мя GPS-антенами, що прийшла на заміну SC-50.

Завдяки можливості сполучення з РЛС, ЕКНІС, АІС, доплеровским гідролокатором і авторульовим, для підвищення точності їх роботи ці супутникові компаси набувають величезну цінність.



Рисунок 5.4 – Дисплейний блок супутникового компаса “Furuno SC-50 ”



Рисунок 5.5 – Дисплейний блок супутникового компаса “Furuno SC-70 ”

SC-70 - нова модель супутникового компаса FURUNO с 2-мя GPS-антенами, що прийшла на заміну SC-50.

Завдяки можливості сполучення з РЛС, ЕКНІС, АІС, доплеровским гідролокатором і авторульовим, для підвищення точності їх роботи ці супутникові компаси набувають величезну цінність.

SC-70 передає сигнали про курс на прилади, використовуючи найновіші технології ГНСС (глобальна навігаційна супутникова система). Для забезпечення максимальної точності сигнал базується на даних систем Галілео і ГЛОНАСС.

Основні особливості наведено у таблиці 5.4

Не потребує технічного обслуговування

Таблиця 5.4 – Основні характеристики компаса SC-70

Параметр	Значення
Точність курсу	0,4°
Час ініціалізації	90 с
Супутникові системи	GPS, Галілео, ГЛОНАСС
Швидкість супроводу	40°/с
Точність кутового положення	0,4°
Живлення	12–24 В

Точність курсу 0,4 °. Ідеально підходить для невеликих і середніх за розміром суден

Використання ГНСС Галілео і ГЛОНАСС для отримання максимальної точності. За рахунок прийому сигналів від супутників різного типу виключається проблема відсутності сигналу через недостатню кількість супутників

Надмалий час ініціалізації - 90 секунд

Зручне підключення до існуючої суднової мережі через Ethernet

Висока швидкість стеження $40^{\circ} / \text{с}$ (в два рази більше, ніж потрібно ІМО для високошвидкісних суден)

Високоточні дані про бортовий / кильової хитавиці в аналоговому і цифровому форматах для стабілізаторів качки, гідролокатором, і ін.

Контроль швидкості переміщення носа і корми судна для безпечного швартування

Проста модифікація за допомогою існуючого антенного кабелю для моделей SC-50/55/60/110/120 (потрібен додатковий набір LAN_CNV)

Основні характеристики:

Частота прийому: 1575,42 МГц (GPS/Галілео), 1602,5625 МГц (ГЛОНАСС)

Код захвату: C/A code (GPS), E1B (Галілео), 1OF (ГЛОНАСС)

Точність визначення швидкості судна (SOG): 0,02 уз. середньоквадр. (Відстеження не менше 5 супутників)

Точність визначення швидкості судна (VBW, SOG): 0,2% від швидкості судна або 0,02 вузла (відстеження не менше 5 супутників)

Точність курсу: SC-70 $0,4^{\circ}$ середньоквадр.

Швидкість супроводу: $40^{\circ} / \text{с}$

Час визначення місця розташування: 90 с

Точність кутового положення: бортова, кильова качка: $0,4^{\circ}$ середньоквадратич.

Дозвіл по кутовому положенню: стандартне значення $0,1^{\circ}$, $0,01^{\circ}$, $0,001^{\circ}$ (вибирається в меню)

Скорість повороту: стандартне значення $0,1^{\circ}$, $0,01^{\circ}$, $0,001^{\circ}/\text{хв}$ (вибирається в меню)

Джерело живлення: 12-24 В пост. струму: 2,1 А, - 1,1 А (включаючи антенний блок і блок дисплея)

Температура навколишнього середовища:

Антенний блок від -25 до $+55^{\circ}\text{C}$ (зберігання: до $+70^{\circ}\text{C}$)

Блок дисплея / розподільна коробка від -15 до $+55^{\circ}\text{C}$

Компас супутниковий двовісний СН-5708 (рис. 5.6)

Опис. Компас супутниковий двовісний СН-5708 призначений для автоматичного безперервного визначення за сигналами супутникових навігаційних систем ГЛОНАСС, GPS наступних параметрів рухомих об'єктів:

- азимута істинного;
- диференту;
- координат (широта, довгота, висота) в системі WGS-84;
- вектору швидкості.

Отримані навігаційні дані прив'язані до часу видаються споживачеві по послідовному інтерфейсу RS-232 і bluetooth в вигляді пропозицій в стандарті NMEA-0183.



Рисунок 5.6 - Компас супутниковий двовісний СН-5708

Таблиця 5.5 – Характеристики двовісного компаса СН-5708

Параметр	Значення
Тип систем	GPS/ГЛОН АСС
Визначення азимуту	Є
Визначення диференту та крену	Є
Інтерфейси	RS-232,

	Bluetooth
Формат даних	NMEA-0183

Крім того, апаратура формує шкалу часу UTC у вигляді імпульсів 1 PPS тривалістю 1 мс і оцифровки цих імпульсів. Передній фронт імпульсів 1 PPS прив'язаний до початку секунди UTC. Імпульси 1 PPS видаються споживачеві по інтерфейсу RS-422, оцифровка імпульсів за допомогою пропозиції PORZV по інтерфейсу RS-232 и bluetooth.

Виріб являє собою навігаційну апаратуру, що складається з двох антен, блоку кутомірного і антени bluetooth. До складу блоку кутомірного входять два ГЛОНАСС / GPS приймача і обчислювальний пристрій.

Антени розміщуються на відкритій частині об'єкта для забезпечення найкращого огляду верхньої півсфери неба.

ФАРВАТЕР РК-2306 (рис. 5.8)

супутниковий компас на базі ГЛОНАСС / GPS

Випускається навігаційні компаси з 2-х і 3-х антеною приймальні системою з фіксованою базою. При наявності 2-х антеною версії, можна отримати тільки кут курсу.

3-х антенна версія РК-2306, крім того, дозволяє виробляти більшу кількість параметрів:

- курс (кут між площиною дійсного меридіана і діаметральної площиною корабля),
- крен (кут нахилу палуби до площини, перпендикулярної діаметральній площині),
- диферент (кут нахилу палуби до діаметральної площині).

Стандартно навігаційні антени компаса рознесені між собою на відстань близько 60 см, що дозволяє отримувати точність визначення кутів не гірше 0.4 °, що істотно вище за точністю багатьох інших судових кутомірних виробів.

При збільшенні відстані між антенами до 10м можна збільшити точність визначення кута до сотих часток градуса.

Оскільки РК-2306 поряд з рішенням типового завдання визначення місцезнаходження (координати, висоту, час, дату, швидкість і шляховий кут) видає і кутові дані судновим системам, це дозволяє вирішувати ряд технологічних завдань, таких, як:

Подача дані про курс на основні суднові навігаційні системи: АІС, РЛС, ЕКНІС і т.п.

Стеження за курсом руху судна, розрахунок кутової швидкості циркуляції.

Вироблення поправки для будь-якого судового компаса (магнітного або інерціального), прведення корекції лагов.

Заміна або дублювання штатного клінометра, оскільки у супутникового компаса істотно менша інерційність і більший межа вимірювання кутів качки. До того ж супутниковий компас може подавати сигнали аварії.

Стеження за остійчивістю судна в частині визначення кутів качки для визначення найбільш безпечного курсу при сильному хвилюванні.

Контроль рівномірності завантаження трюмів і танків і надійності кріплення вантажу.



Рисунок 5.7 - Судновий компас РК-2306

Таблиця 5.6 – Характеристики супутникового компаса РК-2306

Параметр	Значення
Кількість антен	2 або 3
Точність визначення курсу	до 0,4°
Додаткові параметри	крен, диферент
Супутникові системи	GPS, ГЛОНАСС, (GALILEO – після оновлення)
Канали приймача	24

Судновий компас РК-2306 має в своєму складі приймачі з 24 універсальними каналами, які дозволяють обробляти сигнали супутникових навігаційних систем ГЛОНАСС (Росія) і GPS (США). Після введення в експлуатацію європейської системи GALILEO, РК-2306 зможе обробляти сигнали і цієї ГНСС, здійснивши лише заміну внутрішнього програмного забезпечення навігаційних приймачів.

призначення

Пристрій дистанційної подачі курсу (УДПК) ГНСС ГЛОНАСС / GPS "ФАРВАТЕР» РК-2306 призначений для використання на морських і річкових суднах для цілодобового всепогодного визначення навігаційних параметрів руху за відкритими для споживачів радіосигналах супутникових навігаційних систем ГЛОНАСС і GPS.

5.3. Навігаційне використання супутникового компаса

Навігаційна експлуатація супутникових компасів передбачає коректне налаштування, контроль стану супутників, правильну орієнтацію процесорного блоку та перевірку роботи індикаційних дисплеїв.

Основні режими відображення:

1. Дисплей напрямку руху – курс, швидкість, дата, час, статус визначення місця.
2. Навігаційний дисплей – координати (широта, довгота), курс, швидкість.
3. Компаса картушка – графічне відображення курсу, бортова та кильова хитавиця.
4. ROT-дисплей – кутова швидкість повороту.
5. Дисплей швидкості – Set/Drift або Distance. Вихідні установки

Попереднє зауваження: Невірні установки меню можуть призвести до припинення виводу даних і появи повідомлення «ERROR RATE»

Перевірка стану супутників

Натиснути клавішу [SAT STATUS]

На екран виводиться дисплей стану відслідковуються супутників, представлений на рис. 5.8.

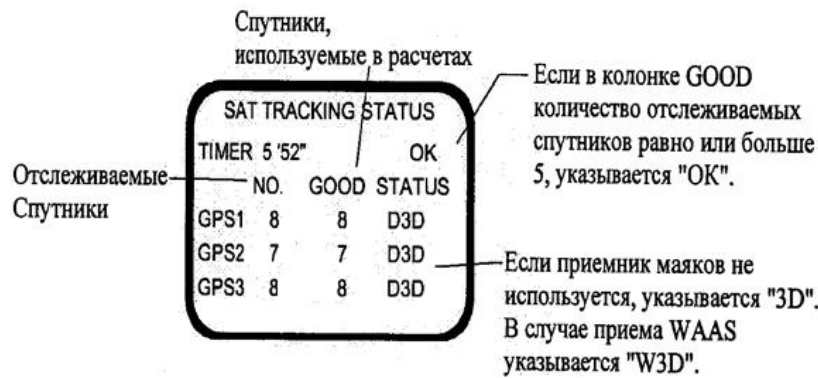


Рисунок 5.8 – Дисплей стану відслідковуються супутників

Якщо обладнання включається вперше, воно знаходиться в стані «холодного старту, яке означає, що в ньому відсутні дані про супутники (дані альманаху). У цьому стані обладнання перебуває приблизно 12 хвилин, поки не визначить напрямок. Коли напрямок руху буде визначено, на дисплеї з'явиться повідомлення «ОК». Таймер у лівому верхньому куті показує час, що минув з моменту включення. Якщо повідомлення «ОК» не з'являється протягом 30 хвилин, можливо, місце установки антени не прийнятно для роботи. Можливо, з-за блокування сигналу в полі зору антени знаходиться менше п'яти супутників. (Якщо використовується антена відкритого типу, необхідно віддати гайку у центрі антенного блоку, щоб відрегулювати орієнтацію антени.) Необхідно усунути цю проблему і знову перевірити готовність до роботи, по дисплею стану супутників.

Якщо помилка визначення напрямку руху становить від 5 до 10 градусів, необхідно відрегулювати орієнтацію антенного блоку, спостерігаючи за показаннями напрямку руху на дисплеї

Введення способу встановлення процесорного блоку

Для нормальної роботи супутникового компаса в керує його роботою програму повинна бути введена інформація про спосіб установки процесорного блоку (його орієнтація щодо діаметральної площини судна). Ця процедура виконується наступним чином:

а) включити процесорний блок, і натиснути клавішу [MENU]. На дисплеї з'являється головне меню, зображене на рис.5.9

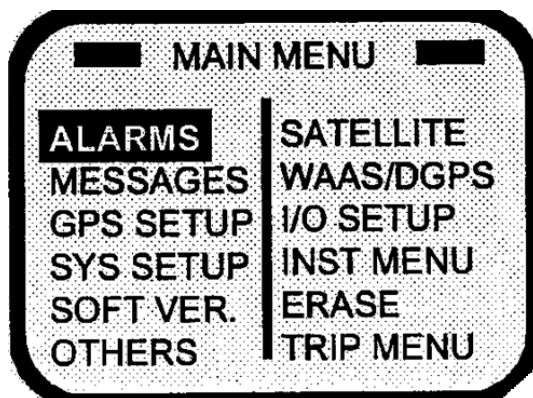


Рисунок 5.9 – Головне меню супутникового компаса

б) за допомогою блоку керування курсором вибрати пункт «INST.MENU» і натиснути клавішу [ENT]. З'являється меню інсталяції, зображене на малюнку 5.10.

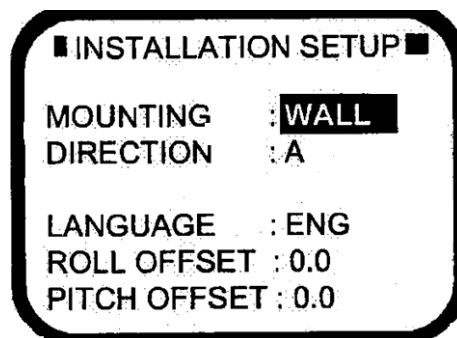


Рисунок 5.10 – Меню інсталяції

Тут в пункті «MOUNTING» необхідно вибрати спосіб встановлення процесорного блоку, відповідний тому, який застосований на судні, тобто

FLOOR – блок встановлений горизонтально на верхній площині стола

WALL - блок встановлений вертикально на перебиранні

INVERT - блок встановлений горизонтально на нижній площині стола

Підтвердити вибір натисканням клавіші «ENTER»

Після цього в пункті «DIRECTION» необхідно вибрати один з 4 видів орієнтації процесорного блоку, який застосовано при установці блоку. Можливі варіанти:

A - подовжня вісь процесорного блоку спрямована в ніс судна;

B - подовжня вісь процесорного блоку спрямована на правий борт;

Z - вісь процесорного блоку спрямована в корму;

D - вісь процесорного блоку спрямована на лівий борт.

Зроблений вибір необхідно підтвердити натисканням клавіші «ENTER»

Опис дисплеїв

На екрані блоку управління супутникового компаса може відображатися один з шести дисплеїв, які відрізняються вмістом виведеної на екран інформації. Розглянемо їх по порядку:

А) Дисплей напрямку руху. Цей дисплей вказує напрямок руху судна, курс, швидкість, дату, час і стан визначення місця знаходження. Мітка стану напрямки змінюється в наведеній нижче послідовності. Після того, як дані про напрямок руху стануть достовірними, мітка «закінчення розрахунків» зникає, що відбувається приблизно через 90 с після появи цієї мітки.

Дисплей напрямку руху зображено на рис.5.11

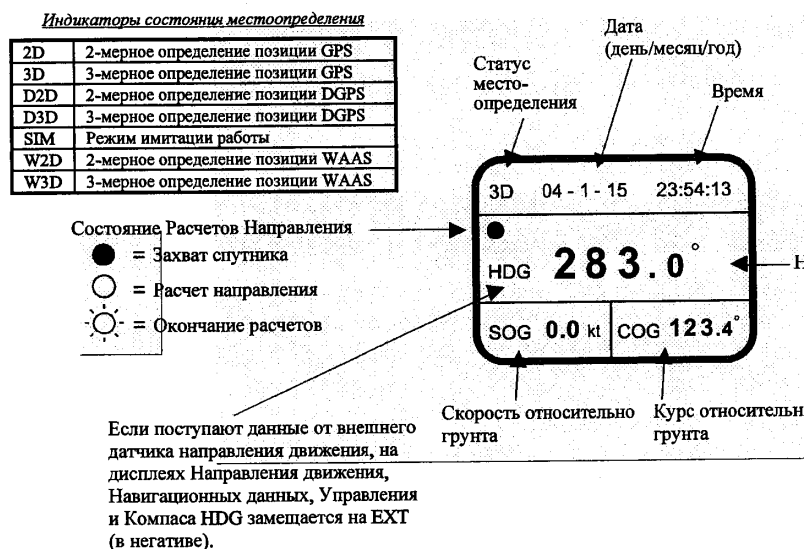


Рисунок 5.11 – Дисплей напрямку руху

Таблиця 5.7 – Основні режими індикації супутникового компаса

Режим	Інформація
Напрямок руху	Курс, SOG, час, дата
Навігаційні дані	Координати, курс, швидкість
Компас	Графічний курс, крен, диферент
ROT	Кутова швидкість
Швидкість	Течія або пройдений шлях

Дисплей навігаційних даних вказує позицію по широті і довготі, швидкість, напрям руху, дату, час і стан визначення місця знаходження. Вид цього дисплея представлений на рисунку 5.12.

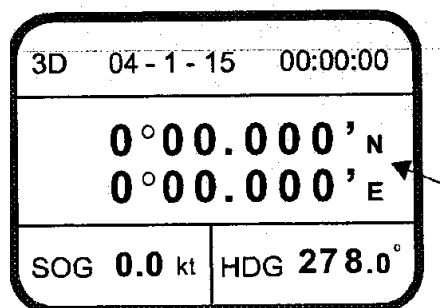


Рисунок 5.12 – Дисплей навігаційних даних



Рисунок 5.13 – Дисплей керування

Дисплей компаса вказує напрямок у вигляді компаса. Також він вказує бортову і кильову качку. Зображення картушки компаса обертається у відповідності з направленим руху. Дисплей компаса представлений на рисунку 5.14.

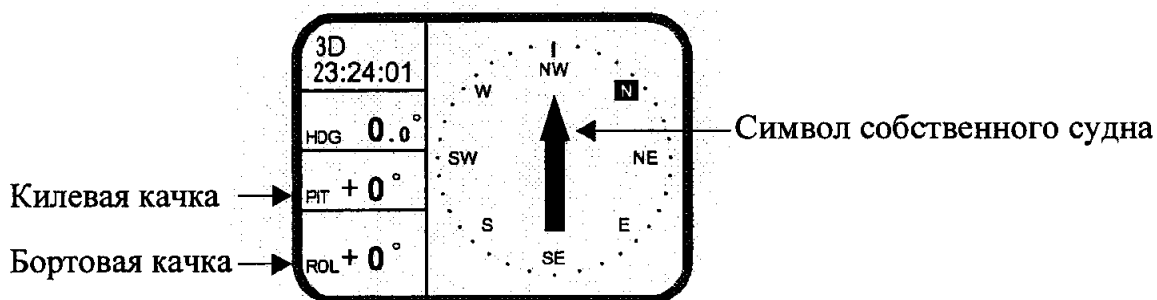


Рисунок 5.14 – Дисплей компаса

Дисплей кутової швидкості (ROT) показує кутову швидкість повороту судна в цифровій та аналоговій формі. Вид цього дисплея представлений на рисунку 5.15.

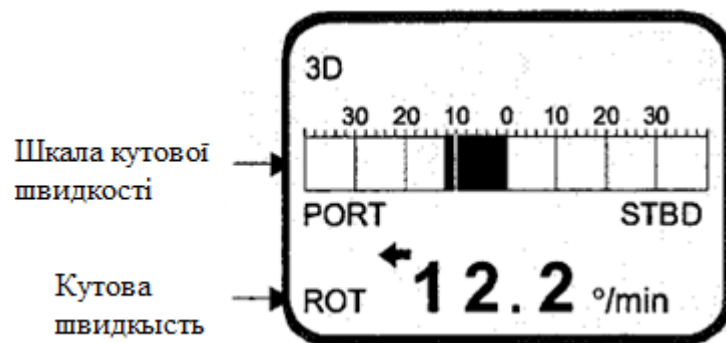


Рисунок 5.15 – Дисплей кутової швидкості

Ще одним видом відображення інформації є дисплей швидкості. У залежності від установки DISTANCE DISP. у меню TRIP, в цьому дисплеї виводиться Set and Drift (швидкість і напрям течії) або Distance Run (пройдена відстань). Дисплей даних про перебіг вимагає підключення доплерівського лага. Вигляд дисплея швидкості представлений на малюнку 5.16.

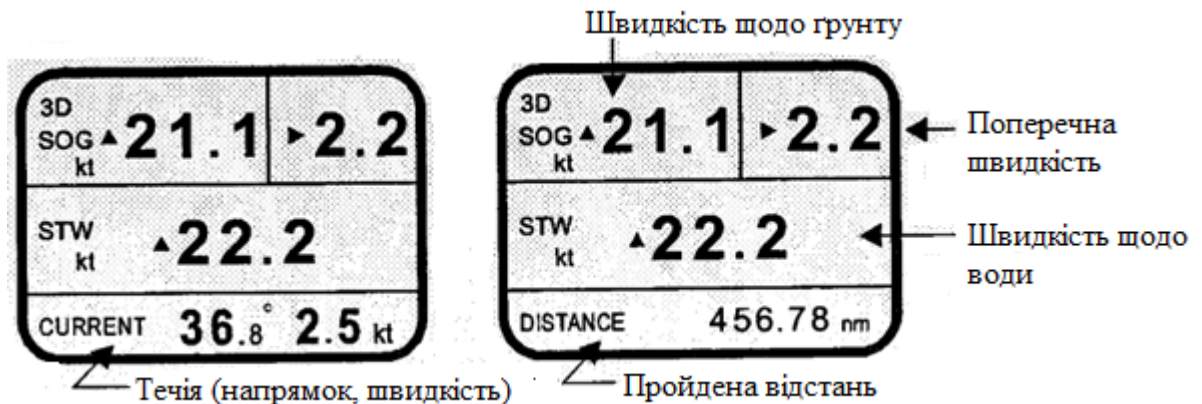


Рисунок 5.16 – Дисплей швидкості

Висновок

Супутникові компаси є важливим елементом сучасної навігаційної інфраструктури судна, забезпечуючи високу точність та стійкість вимірювань у різноманітних умовах плавання. Їх застосування значно підвищує безпеку судноводіння та ефективність роботи навігаційних систем.

РОЗДІЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙС

6.1 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі

Розрахунок виконаний на підставі завдання і даних, отриманих у попередніх розділах цієї дипломної роботи, взятих із суднової документації при роботі на переддипломної практиці, з довідкових матеріалів кафедри М і ЕМТ НУ«ОМА», прейскурантів, тарифів та ін. Вихідні дані рейсу т/х «Varuna» з порту Гамбург в порт Монреаль зведені в табл. 6.1.

Таблиця 6.1 - Початкові дані для розрахунку рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Дедвейт т/х «Varuna»	D_w	Тон	39999
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	1261
3	Відстань між портами	L	милі	3626,8
4	Кількість навантаженого вантажу: Unleaded Gasoline	ΣQ_m	т	29179,5
5	Фрахтова ставка за 1т вантажу	f	\$/т	30
6	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	т/ год.	1000
7	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	т/ год.	1150
8	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	12,5
9	Швидкість в каналах, вузостях	v	кан. вуз.	10

Продовження табл.6.1

1	2	3	4	5
10	Добова витрата палива на ходу: важке / легке На стоянці: важке / легке	q_x^6 $q_{ст}^6$	тон/доб тон/доб	36,0 / 8,0 8,5 / 8,0
11	Ціна 1 тони палива: важке легке	C_v C_l	\$/т \$/т	480 600
12	Балансова вартість судна	$C_{бал}$	\$	6999800
13	Річна норма амортизації	Ha	%	10
14	Позаексплуатаційний час	$T_{зе}$	діб.	15
15	Чисельність екіпажу	$Ч_{ек}$	чол.	19
16	Час затримки в дорозі	$t_{зат}$	год.	4
17	Додатковий час в портах стоянки	$t_{доод}$	год.	4
18	Заробітна платня	$R_{зн}$	\$/доб	2700
19	Витрати на технічне постачання	$R_{т.пос}$	\$/доб	350
20	Навігаційні витрати	$R_{нав}$	\$/доб	285
21	Портові збори	$R_{порт}$	\$	24500
22	Агентство суден	$R_{аг}$	\$/доб	250
23	Витрати на страхування судна	$R_{стр}$	\$/доб	300
24	Витрати на ремонт	$C_{рем}$	\$/мр.п.	350000
25	Вартість одного доковання	$C_{док}$	\$	40000

При розрахунку кількісних показників роботи судна в рейсі використовуємо дані рейсового завдання [43, 45].

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

$$D_q = D_w - G_{зан}, \quad (6.1)$$

$$D_q = 39999 - 1261 = 38738 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

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

де T_k - календарний період, приймаємо 365 діб;

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

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

$$t_x = 3626,8 / (12,5 \times 24) + 4/24 = 12,3 \text{ діб}$$

- стоянковий час:

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

$$t_{cm} = 29179,5 / (1000 \times 24) + 29179,5 / (1150 \times 24) + 4/24 = 2,4 \text{ діб.}$$

- час рейсу складе:

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

$$t_p = 12,3 + 2,4 = 14,7 \text{ діб}$$

4. Розрахуємо провізну спроможність судна:

- зроблено тонно-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 29179,5 \times 3626,8 = 105828211 \text{ тонно-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_{\text{ч}} L = 39999 \times 3626,8 = 145068373 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

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

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = 29179,5 \times 30 = 875385 \text{ $/рейс}$$

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

Постійні експлуатаційні витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

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

- витрати на заробітну плату (R_{zn}) 2700 \$/добу;
- витрати на харчування екіпажу ($R_{хар}$) розраховуємо за формулою:

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

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

$$R_{хар} = 19 \times 12 = 228 \text{ $/добу};$$

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

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

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

t_{mn} – міжремонтний період 5 років.

$$R_{рем} = ((40000 + 350000) / 5) / 350 = 222 \text{ $/добу}$$

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

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

$$R_{ам} = (6999800 \times 0,1) / 350 = 1999 \text{ $/добу};$$

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

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

де $H_{сн}$ - норма постачання;

$$R_{сн} = (6999800 \times 0,02) / 350 = 399 \text{ $/добу};$$

- витрати на технічне постачання ($R_{т.пос.}$) 350 \$/добу;
- навігаційні витрати, \$/добу ($R_{нав}$) 285 \$/добу;
- портові збори ($R_{порт}$) 24500 \$/рейс;
- витрати з агентування ($R_{аг}$) 250 \$/добу;

- витрати на страхування ($R_{\text{стр}}$) 300 \$/добу.

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

$$R_{\text{екс}} = 2700 + 228 + 222 + 1999 + 399 + 350 + 285 + 24500 / 14,7 + \\ + 250 + 300 = 8399 \text{ $/ добу}$$

7. Розраховуємо непрямі (адміністративно-управлінські)

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

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

$$R_{\text{кос.}} = 8399 \times 0,02 = 168 \text{ $/добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{\text{заг}} = 8399 + 168 = 8567 \text{ $/добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{\text{заг.екс}} = 8567 \times 14,7 = 125935 \text{ $/рейс}$$

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

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

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

$$R_{\text{ст}}^l = k_{\text{см}} \cdot q_{\text{ст}} \cdot \text{Ц}_l \quad (6.16)$$

де $k_{\text{см}}$ – коефіцієнт, що враховує витрати на мастильні, обтиральні матеріали, в залежності від двигуна = 4,25 - 1,15.

$$R_x^m = 1,1 \times 36,0 \times 480 = 19008 \text{ $/ добу}$$

$$R_{\text{ст}}^l = 1,1 \times 8,0 \times 600 = 5280 \text{ $/ добу}$$

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

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

$$R_x^m = 1,1 \times 8,5 \times 480 = 4488 \text{ \$ / добу}$$

$$R_{cm}^l = 1,1 \times 8,0 \times 600 = 5280 \text{ \$ / добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

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

$$\Sigma R_{nep} = (19008 + 5280) \times 12,3 + (4488 + 5280) \times 2,4 = 322185 \text{ \$ / рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{рейс} = 125935 + 322185 = 448120 \text{ \$ / рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

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

$$\Sigma \Pi_{рейс} = 875385 - 448120 = 427265 \text{ \$ / рейс}$$

Прибуток судна т/х «Vaguna» з порту Гамбург в порт Монреаль з вантажем Unleaded Gasoline за рейс склав 427265 \$/рейс.

Якісні показники роботи судна в рейсі розраховуємо за методикою [45]:

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

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

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

2. Коефіцієнт завантаження судна:

$$\alpha_3 = \frac{\Sigma Q}{\Sigma D_u}, \quad (6.22)$$

$$\alpha_3 = 29179,5 / 38738 = 0,753$$

3. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

$$V_{cp.} = \frac{L}{t_x}, \quad (6.23)$$

$$V_{cp.} = 3626,8 / 14,7 = 247$$

4. Коефіцієнт ходового часу:

$$\varepsilon_x = \frac{t_x}{t_p}; \quad (6.24)$$

$$\varepsilon_x = 12,3 / 14,7 = 0,837$$

5. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

$$\mu_e = \alpha_3 \cdot V_{cp.} \cdot \varepsilon_x, \quad (6.25)$$

$$\mu_e = 0,753 \times 247 \times 0,837 = 155,67$$

6. Валова прибутковість одних судно-днів:

$$\mu = \Sigma F_{рейс} / t_p, \quad (6.26)$$

$$\mu = 875385 / 14,7 = 59550 \text{ \$/доба}$$

7. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

$$S_m = \Sigma R_{рейс.} / \Sigma Q, \quad (6.27)$$

$$S_m = 448120 / 29179,5 = 15,36 \text{ \$/т}$$

8. Собівартість 1 тонно-милі в рейсі:

$$S_{m-m} = \Sigma R_{рейс.} / \Sigma Ql, \quad (6.28)$$

$$S_{m-m} = 448120 / 105828211 = 0,0042344 \text{ \$/т-м}$$

9. Собівартість утримання судна в добу експлуатації:

$$S_{c-c} = \Sigma R_{рейс.} / t_p \quad (6.29)$$

$$S_{c-c} = 448120 / 14,7 = 30484 \text{ \$/доб.екс}$$

10. Рівень прибутковості являє відношення доходів до витрат:

$$PF = \Sigma F_{\text{рейс}} / \Sigma R_{\text{рейс}} \quad (6.30)$$

$$PF = 875385 / 448120 = 1,95$$

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.

6.2 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 [45]:

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$Ч_p = T_{\text{екс}} / t_p \quad (6.31)$$

$$Ч_p = 350 / 14,7 = 23,80$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

$$\Sigma Q_{\text{екс}} = \Sigma Q Ч_p \quad (6.32)$$

$$\Sigma Q_{\text{екс}} = 29179,5 \times 23,80 = 1300337 \text{ т / рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

$$\Sigma Ql_{\text{екс}} = \Sigma Ql Ч_p \quad (6.33)$$

$$\Sigma Ql_{\text{екс}} = 105828211 \times 23,80 = 2518711422 \text{ т-миль / рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

$$\Sigma F_{\text{екс}} = \Sigma F_{\text{рейс}} Ч_p \quad (6.34)$$

$$\Sigma F_{\text{екс}} = 875385 \times 23,80 = 20834163 \text{ \$ / рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma R_{екс} = R_{рейс} \cdot Ч_p \quad (6.35)$$

$$\Sigma R_{екс} = 448120 \times 23,80 = 10665256 \$ / \text{рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma П = П_p \cdot Ч_p \quad (6.36)$$

$$\Sigma П = 427265 \times 23,80 = 10168907 \$ / \text{рік}$$

7. Рівень прибутковості роботи судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma PF = \Sigma F_{екс} / \Sigma R_{екс} \quad (6.37)$$

$$PF = 20834163 / 10665256 = 1,95$$

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

Таблиця 6.2 - Кількісні і якісні показники виконаного рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Валовий дохід	F	\$	875385
2	Затрати загальні	R	\$	448120
3	Прибуток	$П$	\$	427265
4	Коефіцієнт ходового часу	ϵ_x		0,837
5	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	милі/доб	247
6	Дохідність судна	μ	\$/ доб	59550
7	Рівень дохідності	PF		1,95
8	Собівартість перевезення 1 т вантажу	S_T	\$/т	15,36

9	Собівартість 1 т-милі	S_{T-M}	\$/т-м	0,0042344
10	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	S_{C-C}	\$/доб.	30484

В результаті проведених розрахунків, наведених у таблиці 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень прибутковості 1,95, прибуток 427265 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 10168907 \$. Судно «Varuna» доцільно використовувати на даній лінії.

ВИСНОВОК

Даний дипломний проект виконаний для економічного і безпечного переходу з порту Гамбург до порту Монреаль.

За каталогом карт, книг і посібників по маршрутах зроблено підбір всієї необхідної літератури і карт. Розраховано природна освітленість за маршрутом переходу.

Вироблено розміщення вантажу, виконані розрахунок і перевірка статичної та динамічної остійності за вимогами ІМО.

Проведена перевірка поздовжньої міцності судна.

У дослідницькому розділі розглянуто питання особливостей конструкції та використання супутникових компасів.

Супутникові компаси, як сучасні високоточні навігаційні прилади, забезпечують значно вищий рівень точності та надійності у порівнянні з традиційними гіроскопічними та магнітними системами. Їх конструктивна простота, відсутність механічних елементів та висока стійкість до зовнішніх збурень визначають перспективність широкого впровадження на морському та річковому флоті. Проведений аналіз технічних характеристик SC-50, SC-70, CH 5708 та РК 2306 засвідчив, що вони повністю відповідають міжнародним вимогам ІМО щодо точності, швидкодії та надійності навігаційних приладів. Висока інтеграція з системами РЛС, ЕКНІС, АІС, автоматичними кермовими системами та гідролокаторами забезпечує мультимодальний характер використання цих компасів у практичному судноводінні. З огляду на тенденції розвитку глобальних навігаційних супутникових систем (GPS, ГЛОНАСС, Galileo), супутникові компаси залишаються невід'ємним елементом сучасної суднової навігаційної інфраструктури.

Розраховані кількісні та якісні економічні показники роботи судна в рейсі.

У розділі «Охоронні заходи і цивільна оборона» прогнозуються наслідки надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту.

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