

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

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра УС

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА

Спеціальність 271 Річковий та морський транспорт
Спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

Львов Георгій Юрійович

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи: Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «GRACEFUL LEADER» за маршрутом Токіо – Лос Анджелес

Підпис магістранта _____

Завідуючий кафедрою _____

Керівник _____ д.т.н., проф. Ворохобін І.І.

Рецензент _____

Нормоконтроль _____

м. Одеса
2025 рік

Магістерська робота містить 146 с., 25 рис., 48 таб., 61 використаних джерел.

Магістерська робота присвячена дослідженню умов розбіжності судна з тайфуном і маневрування в штормовій зоні.

АНОТАЦІЯ

В роботі розроблена математична модель, що відображає зв'язок похибок вимірювання глибин з позиційними похибками судна, яка дозволяє одержати щільність розподілу похибки вимірювання глибини залежно від двовимірної щільності розподілу похибки визначення місця судна.

При цьому розглядалися закони розподілу похибок вимірювань, що найчастіше зустрічаються: закон Гаусу і два типи змішаних розподілів.

Одержана процедура оцінки довірчих інтервалів похибок вимірювання глибини при різних законах розподілу. Для цього були одержані формули, що описують функції розподілу обох змішаних законів, які з'явилися результатом інтеграції відповідної щільності.

Одержані аналітичні вирази функцій розподілу забезпечили складання рівнянь для пошуку довірчих інтервалів похибок вимірювання глибин, причому вдалося виразити нелінійні рівняння у вигляді, зручному для пошуку рішення методом простих ітерацій.

В роботі розглянуто метод оптимальної інтерполяції гідрологічних параметрів моря, який був розроблений і випробуваний на практиці. Перевірка результатів прогнозування здійснювалася розрахунком кліматичних полів по ряду раніше відомих гідрологічних параметрів, одержаних в результаті сезонних систематичних досліджень.

Приведені результати експерименту по прогнозуванню гідрологічних параметрів, розрахунку швидкості звуку у воді запропонованим в роботі методом, а також фактичне визначення цих величин було виконане в Чорному морі в травні-липні 2007 року в районі острова Зміїний.

Первинне прогнозування температури і солоності здійснювалося з використанням бази океанографічних даних і Океанографічного атласу Чорних і

Азовських морів. Прогноз виконувався на термін від 3 до 48 годин (при періоді згладжування 6 годин).

The master's thesis contains 146 pages, 25 figures, 48 tables, 60 used sources.

The master's thesis is devoted to the study of the conditions of divergence of the ship with typhoon and maneuvering in the storm zone.

In work there is the developed mathematical model representing communication of errors of measuring of depths with the position errors of ship, which allows to get the closeness of distributing of error of bathymetry depending on the closeness of distributing of error of location ship.

The laws of distributing of errors of measuring which more frequent than all meet were thus examined: law to Gauss and two types of the mixed distributing. Got procedure of estimation of confidence intervals of errors of bathymetry at different laws of distributing. Formulas, describing the functions of distributing of both mixed laws which were the result of integration of the proper closeness, were got for this purpose.

The got analytical expressions of functions of distributing provided drafting of equalizations for the search of confidence intervals of errors of measuring of depths, it was thus succeeded to express nonlinear equalizations in a kind comfortable for the search of decision by the method of simple iteration.

The method of optimum interpolation of hydrological parameters of sea, which was developed and tested in practice, is considered in work. Verification of results of prognostication was carried out by the calculation of the climatic fields on a row before the known hydrological parameters got as a result of seasonal systematic researches.

Resulted results of experiment after prognostication of hydrological parameters, calculation of speed of sound in water by the method offered in work, and also actual determination of these sizes was executed in the Black sea in May-July, 2007 in the district of island Serpentine.

ВСТУП

Актуальність теми. Підвищення безаварійності судноводіння є основною проблемою безпеки мореплавання, рішення якої сприяє покращенню охорони людського життя на морі та зниженню шкоди навколишньому середовищу.

У практиці керування судном (Ship handling) завжди використовувалися методи прогнозування маневрування, щоб краще зрозуміти та передбачити розвиток руху судна. Історія навігації свідчить про еволюцію цих методів: від простих технологій, що базуються лише на вимірюванні поточних рухів, до високотехнологічних інноваційних систем. Сучасні технології використовують складні моделі суден для прогнозування їхньої реакції на кермо, двигун чи підрулюючий пристрій, а також на зовнішні ефекти, такі як вітер і мілководдя.

Метою даного розділу є порівняння вже відомих технологій прогнозування маневрування (вектор швидкості, передбачення шляху, динамічне прогнозування) з потенційними новими методами. Особлива увага приділяється динамічному передбаченню, яке показує реальний шлях згідно з командами керування, наданими імітаційною моделлю. Впровадження технологій прогнозування, як-от Fast Time Simulation, забезпечує більш точне та надійне планування маневру, що є значною перевагою не лише для простих змін курсу, а й для дуже складного маневрування.

Цифровізація та сучасні інформаційні технології є головними передумовами для вдосконалення цих прогнозів, підвищуючи рівень підтримки прийняття рішень вахтовим офіцером.

Як описано в роботі, передбачення руху судна може значно сприяти розумінню ситуацій зіткнень і потенційних контрзаходів у навчанні. Крім того, воно має великий потенціал для подальшого вдосконалення систем запобігання зіткненням. На основі FTS ці системи можуть використовуватися на борту суден і з берега, у ситуаціях зіткнення з автономними судами. Також воно має потенціал для оцінки ризиків при проходженні вітрових електростанцій.

До того ж, оцінка ситуації та прийняття рішень для маневрування з метою уникнення зіткнень можуть підтримуватися набагато повніше та легше, ніж просто 5 або 10 років тому. Можна надати залежні від ситуації граничні значення для точного запуску попереджень про зіткнення – враховуючи поведінку маневрування для визначення останнього моменту вжиття заходів.

Розробки та технічні впровадження, зосереджені на підтримці вахтового офіцера на судновому навігаційному містку, є дуже корисними для цілей навчання морської освіти та навчання штурманів. Таким чином, передбачення маневрування покращують тренування моделювання та мають бути відповідно інтегровані.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

1.	Назва судна	GRACEFUL LEADER
2.	Тип судна	Cargo ship
3.	Позивний сигнал судна	C6VT7
4.	IMO	9357303
5.	MMSI	309253000
6.	Рік і місце побудови	2007, STOCZNIA GDYNIA SA – ГДИНЯ, ПОЛЬЩА
7.	Клас Регістру	DET NORSKE VERITAS
8.	Порт приписки	НАССАУ
9.	Судновласник	RAY CAR CARRIERS - ДУГЛАС (ОСТРІВ МЕН), ВЕЛИКОБРИТАНІЯ
10.	Менеджмент	STAMCO SHIPMANAGEMENT - АФІНИ, ГРЕЦІЯ
11.	Довжина найбільша L (м)	169,55 м
12.	Довжина між перпендикулярами L _П	158,00 м
13.	Ширина найбільша B (м)	28,00 м
14.	Висота борту до верхньої палуби H (м)	30,56 м
15.	Найбільша осідання T (м)	T/S/W 8.898 / 8.717 / 8.536
16.	Осадка T (м) в повному вантажу и порожньому	9.053
17.	Водотоннажність (т) в повному вантажу Δ порожньому Δ_0	T/S/W 23714 / 23037 / 22368 8302
18.	Повна вантажопідйомність Δ_w (т)	T/S/W 12038 / 11361 / 10692
19.	Головний двигун: тип: потужність: частота обертання:	HYUNDAI-MAN B&W 7S50MC-C8, MCR: 11620 kw x 127 RPM

Продовження табл. 1.1

20.	Режим роботи головного двигуна	Full ahead 85.0
-----	--------------------------------	-----------------

		Half ahead 70.0 Slow ahead 55.0 Dead slow ahead/ astern 43.0
21.	Швидкість судна	вантажу 19,3 в баласті 20,4
22.	Гребний гвинт: Кількість лопастей: Діаметр та крок гвинта (м) Дискове відношення: Напрямок обертання:	5 4200/3.9316 1,59 правий
23.	Тип руля і площа його пера (м ²)	полубалансирований, підвісний, 27.920.
24.	Тип стернової машини: Підрулюючий пристрій:	електрогідравлічна, 2 x 441 кН.м носові - 2 x 900 kw; кормові – 1 x 700 kw
25.	Суднова радіостанція: Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району А1, А2, А3, А4 та включає в себе:	УКВ установка JRC JHS-32A ПВ/КВ радіустановка JSS-800 INMARSAT A JUE-45A INMARSAT C JUE-75A
26.	Валова реєстрова місткість (GRT)	36825
27.	Чиста реєстрова місткість (NRT)	11048
28.	Добова витрата палива: На ходу: важке паливо (HFO) На стоянці: дизельне паливо (DO)	важке паливо (HFO) – 40.5 дизельне паливо (DO) – 3.5 дизельне паливо (DO) – 3.5
29.	Координати центру мас порожнього судна	X = -8.04 Z = 15.76

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики

Схематичне креслення бічного виду судна з розташуванням приміщень для вантажів і запасів наведено на рис.1.1.

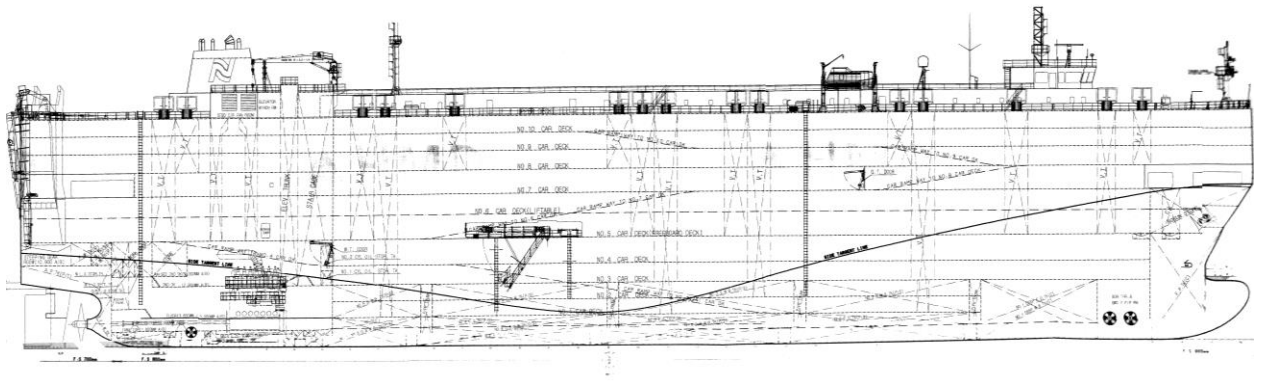


Рисунок 1.1 - Схематичне креслення бічного виду судна

План верхньої палуби наведено на рис 1.2.

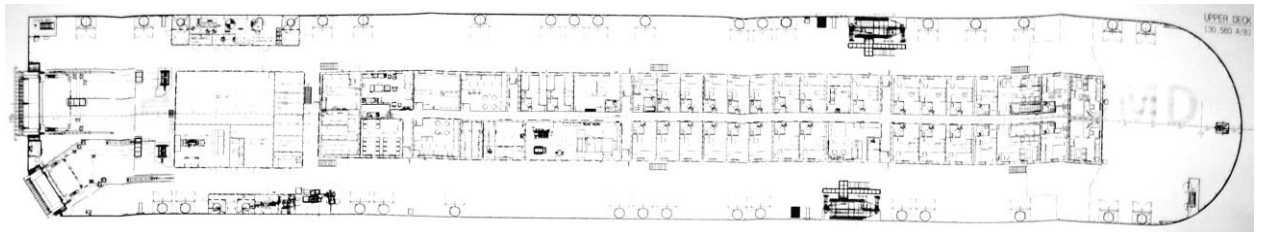


Рисунок 1.2 - План верхньої палуби

Кількість тон вантажу на 1 см осадки в солоній і прісній воді для судна у вантажу, у баласті та при середній осаді наведено на вантажній шкалі, поданій на рис. 1.3.

‘ Де: MTC(Moment to change trim one centimeter in metric ton-meter), LCB (longitudinal center of buoyancy from mishap in meter), LCF(longitudinal center of floatation from mishap in meter), KMT(Transverse metacentric height above base line in meter).

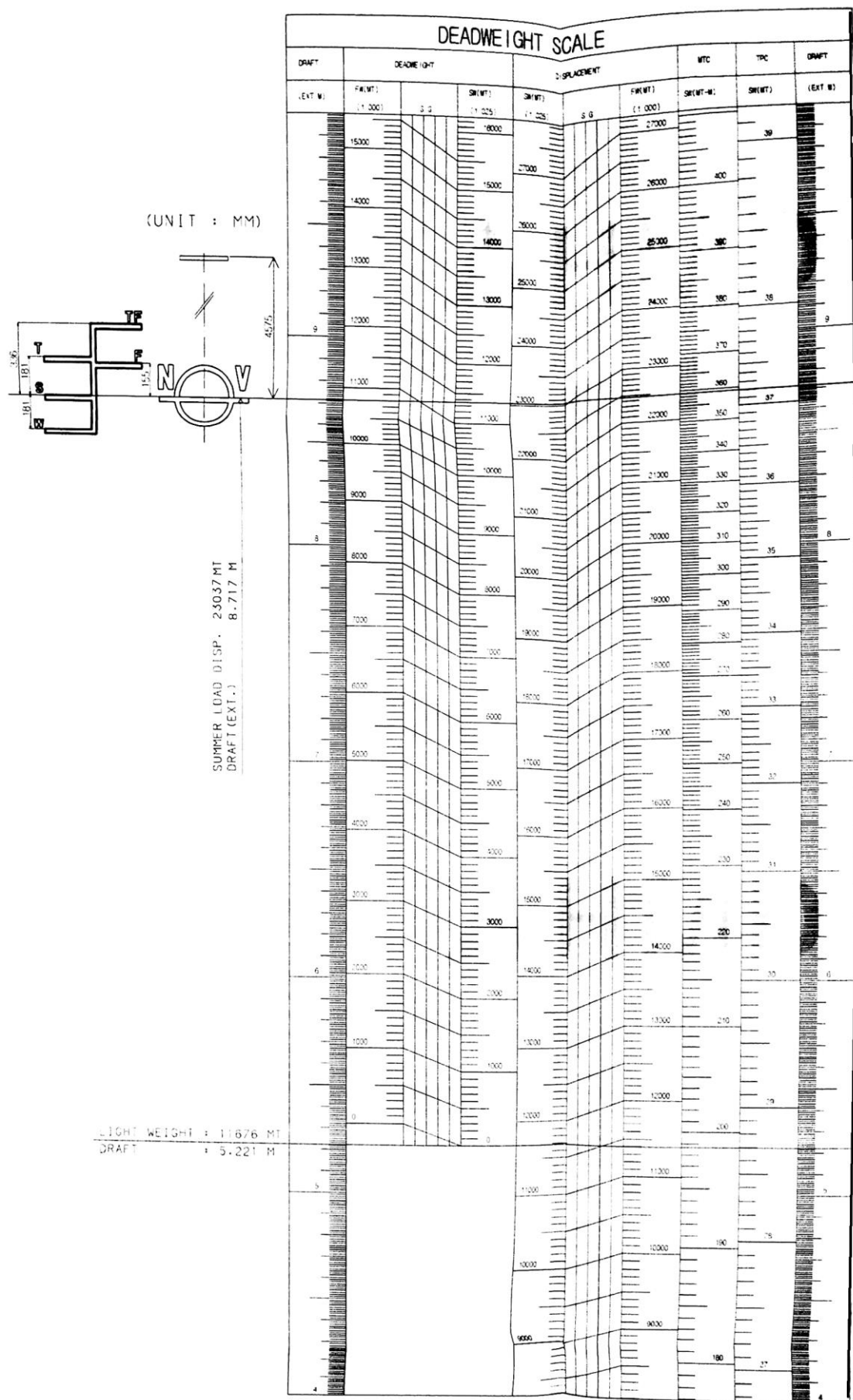


Рисунок 1.3 – Вантажна шкала

1.3 Маневрені характеристики

Якірний пристрій:

Брашпиль електрогідравлічний, швидкість підйому якоря (м/хв), тягове зусилля – $19.5 \times 9 \text{ m/min}$; якоря Холла $3 \times 5175 \text{ кг}$; діаметр ланцюга (мм) – 64, довжина - правий якорь 302.5 м, лівий якорь 302.5 м.

Рульовий пристрій:

Рульова машина - електрогідравлічна, крутний момент 441 кНм, привід електричний.

Дані про маневрені характеристики представлені на рис 1.4.

1.4 Навігаційне обладнання

Дані про всі технічні засоби навігації (ТЗН) судна (електрорадіонавігаційні прилади та системи) наведені в таблиці 1.2.

Виконана в масштабі схема розташування ТЗН і пультів на ходовому містку (вид зверху) представлена на рис 1.6.

- 1) Гірокомпас і Авторульовий
- 2) КОРП
- 3) УКВ станція
- 4) Репітер гірокомпаса
- 5) Управління машиною
- 6) Телеграф
- 7) Управління судновими тифонами
- 8) Управління пожежними насосами
- 9) Загальносуднову зв'язок
- 10) Кнопки тривоги
- 11) РЛС

WHEEL HOUSE POSTER

Ship's name : GRACEFUL LEADER
Call sign : C6V77
IMO No. : 9357303

L.B.P. 158.00 m
B.(mid) 28.00 m
D.(mid) 30.56 m
d.(mid) scantling 8.70 m

WARNING

The response of the _____ may be different from that shown below if any of the loading conditions, upon which the manoeuvring information is based, are varied :

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

Prepared by Hyundai Mipo Dockyard Co.,LTD.

Date _____

DRAUGHTS AT WHICH THE MANOEUVRING DATA WERE OBTAINED (mld.)

	Normal Loaded		Ballast	
	Estimate	Trial	Estimate	Trial
Forward	7.80 m	6.76 m	7.80 m	6.76 m
Aft	7.80 m	7.40 m	7.80 m	7.40 m

SHIP'S PARTICULARS

Gross tonnage	36825
Net tonnage	11048
Displacement, maximum	23037 MT
Deadweight, maximum	11361 MT
Block coefficient at scantl. draught	0.582

DRAUGHT INCREASE(LOADED)

Estimated squat effect		
Under keel clearance	Ship speed (kts)	Draught increase(m)
1.74 m	2.0	0.014
	6.0	0.125
	10.0	0.348
4.35 m	2.0	0.011
	6.0	0.100
	10.0	0.278

PROPULSION PARTICULARS

Type of engine :		Hyundai-B&W 7S50MC-C8					
		11620 kw (15799 BHP)					
Type of propeller :		CPP					
Engine order		RPM / PITCH (70%)	Speed(kts)		Engine order		RPM / PITCH (70%)
			Load	Ball			
ahead	Max.	127.27	21.2	21.8	Max.	120.17	
	Nav. Full	83/26.2	14.3	14.4	E. Full	110-16	
	Full	83/21.1	12.3	12.4	Full	100-15	
	Half	83/14.2	9.2	9.3	Half	83-10	
	Slow	83/8.3	6.1	6.1	Slow	83-8	
	Dead slow	83/3.9	3.1	3.1	Dead slow	83-5	
Critical revolutions							37-48 RPM
Minimum revolution(Pitch ahead full 27.2°)							30.8 RPM
Emergency full ahead to stop							301 sec
Maximum number of consecutive starts							8

STEERING PARTICULARS

Type of rudder(s)	Semi-balanced spade type
Maximum rudder angle	35 °
Time hard-over to hard-over with one power unit	25 °
Time hard-over to hard-over with two power unit	13 °
Rudder angle for neutral effect	0 ° PORT/STBD

BOW THRUSTER EFFECT

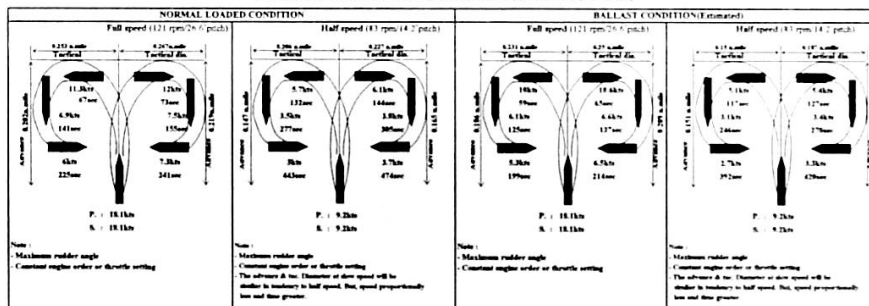
POWER (kw)	Time delay for full thrust (sec.)	Turning rate at zero speed (deg./min)	Time delay to reverse thrust (sec.)	Not effective above speed (kts)
450	10	12	22	4
450	10	12	22	4

ANCHOR CHAIN

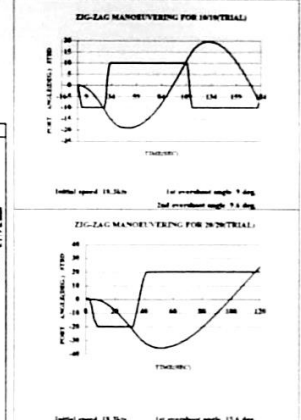
	Number of shots	Max. rate of heaving
PORT	11	2'37"
STARBOARD	12	2'37"

1 shot = 27.5m

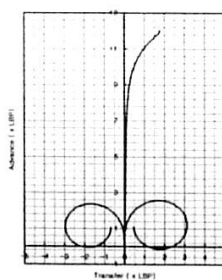
TURNING CIRCLES AT MAXIMUM RUDDER ANGLE



ZIG ZAG DIAGRAMS(Normal loaded Condition)

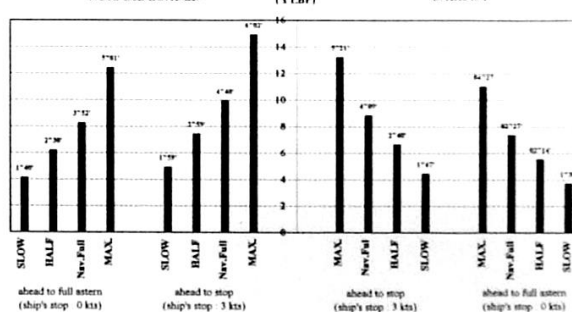


EMERGENCY MANOEUVERING (Normal Loaded, Trial-1st Ship)



STOPPING CHARACTERISTICS (Estimated)

NORMAL LOADED BALLAST



EMERGENCY MANOEUVERING (Ballast condition, Estimated-1st Ship)

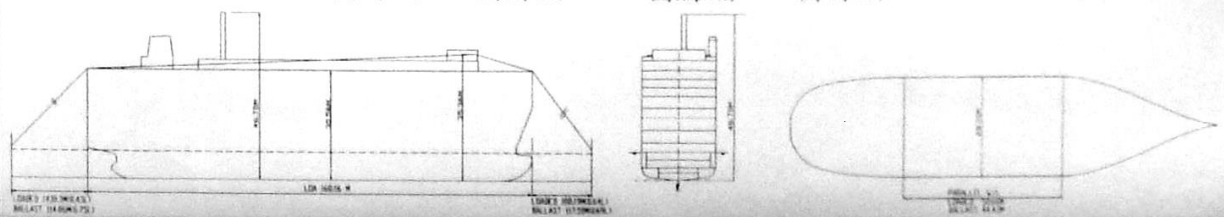
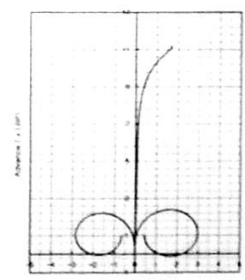


Рисунок 1.4 – Маневрені характеристики

Лоцманська картка наведена на рис. 1.5.

Pilot Card

VESSEL DETAILS:

Ship's Name: GRACEFUL LEADER Date: _____
 Call Sign: C6VT7 Year Built : keel _____
 Deadweight: 11361MT Displacement: 23037MT Lightship: 11676 MT Gross : 36825 Net : 11048
 Draft Forward: _____ m/ _____ ft _____ in Draft Aft _____ m/ _____ ft _____ in

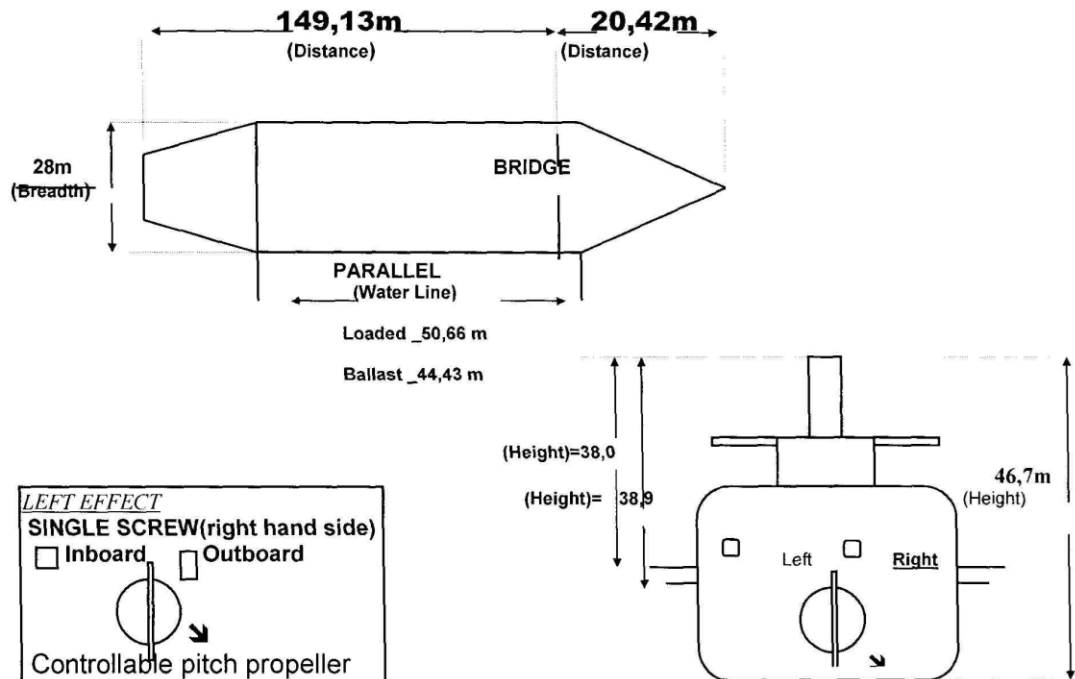
SHIP'S PARTICULARS:

Length Overall: 169,55 m Breadth: 28.0 m
 Anchor Chain : Port: 12 shackles Starboard: 11 shackles
 Stern: NIL shackles (1 shackle = 27.5 m/ _____ fathoms)
 Bulbous Bow ? ☒ Yes ☐ No

STEERING CHARACTERISTICS:

Type of rudder: One Semi-Balanced Spade type Turning Circle:Tactical Diameter:Max=494m
 Maximum Angle: 35 degrees Advance:Stbd 405,459m/Port 373,516 m
 Rudder Angle for neutral effect: 0 degrees Transfer: Stbd 266,162m/Port 265,587 m
 Hard over to hard over: 13(2umps)25(1pump)- seconds Radius: Stbd 211,048m/Port 180,163 m

KEY DISTANCES:

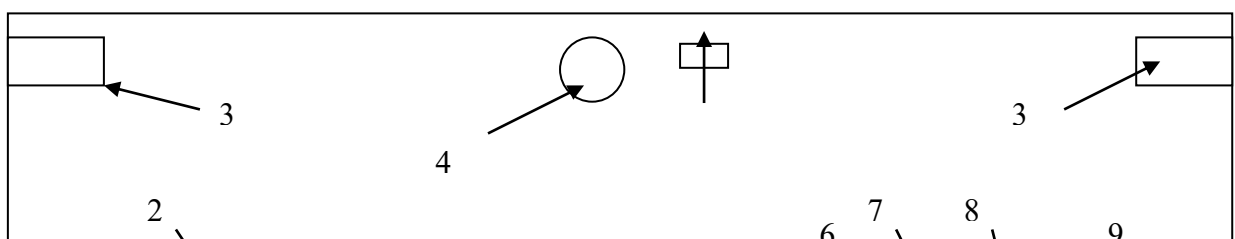


THE MASTER Capt. N.Petridis

PILOT _____

Рисунок 1.5 – Лоцманська картка

На рис. 1.6. показана схема розташування ТЗН і пультів на ходовому містку



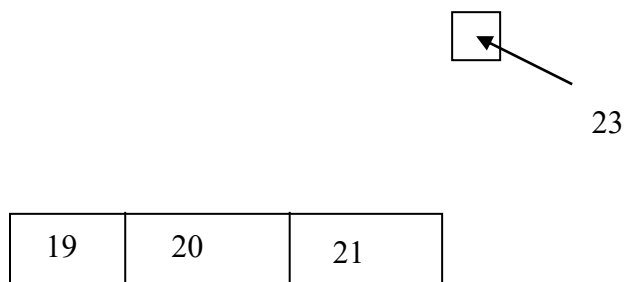


Рисунок 1.6 - Схема розташування ТЗН і пультів на ходовому містку.

- 12) G P S Shipmate
- 13) Курсограф
- 14) Анеометр
- 15) Самописець ехолота
- 16) NAVTEX
- 17) Стійка ГМЗЛБ
- 18) Приймач факсимільних карт погоди
- 19) Комутатор вогнів
- 20) Станція пожежної сигналізації
- 21) Transmitter / Receiver unit NTG-3030
- 22) GPS Furuno
- 23) Барограф

Точнісні характеристики наявних на судні ТЗН представлені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Точнісні характеристики технічних засобів навігації

Тип, марка ТЗН	Умови	Вимірювані навігаційні параметри	СКП одного вимірювання	Модуль градієнта параметра
ГКУ	судно, що рухається	курс, пеленг	0,8°	57,3° /D
РЛС	єл. візир	пеленг	1,0°	57,3° /D
	шкала 0,5	відстань	15м	1
	шкала 2,5-5,0	відстань	1,5%	1
	шкала 15,0-50,0	відстань	0,6%	1
Ехолот	глибина 0-20	глибина	0,1м	—
	глибина 20-2000		1-1,5%	

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

Вимоги та рекомендації щодо планування переходу в переліку 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.

Обов'язкове планування кожного майбутнього рейсу, шляхом попереднього ретельного його опрацювання. на основі глибокого аналізу усієї зібраної навігаційної інформації.

Для забезпечення безпеки плавання та уникнення небезпечних ситуацій у плані рейсу має бути зазначений маршрут, який:

- враховує всі системи встановлення шляхів руху суден, що відносяться до нього;
- забезпечує достатній морський простір для безпечного проходу судна під час рейсу;
- прогнозує всі відомі навігаційні небезпеки та несприятливі метеорологічні умови;
- враховує застосовані заходи щодо захисту морського середовища та, наскільки це можливо, уникає дій та діяльності, які можуть завдати шкоди морському середовищу.

Існують чотири стадії планування безпечного переходу:

I. Appraisal (Оцінка).

II. Planning (Планування).

III. Execution (Виконання).

IV. Monitoring (Контроль).

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

При плануванні плавання по ділянках лоцманської проводки необхідно враховувати маневрені елементи свого судна, співвідношення осідання та глибин під кілем, збільшення осадку від швидкості та від нахилу на повороті, зміна швидкості, необхідна для встановлення часу проходу, коли можуть виникнути обмеження при підході вночі або залежно від висоти припливу.

- Під час виконання переходу головним завданням є контроль за безпечним плаванням судна за маршрутом, заданим попереднім прокладанням шляхом безперервного ведення виконавчої прокладки.

- Виконавча прокладка полягає у веденні обчислення колії судна на картах, визначенні місця судна, періодичною корекцією обсерваціями обчислення колії, нанесенні на карту обчислюваних та обсервованих місць судна.

- Управління переходом покладається на капітана судна, який є координуючою ланкою при оцінці переходу, його плануванні та виконанні.

2.2 Оцінка запланованого переходу

На етапі «Passage plan Appraisal» має бути вивчена вся інформація, що стосується передбачуваного рейсу або переходу. При цьому необхідно враховувати такі питання:

1.) становище та стан судна, його стійкість та його обладнання; будь-які експлуатаційні обмеження; його допустима осадка у морі, на фарватерах і портах;

дані його маневреності, включаючи будь-які обмеження;

2.) будь-які особливі характеристики вантажу (особливо якщо вантаж є небезпечним) та його

розміщення, укладання та кріплення на судні;

3.) наявність компетентного екіпажу, що добре відпочив, з метою здійснення рейсу

чи переходу;

4.) оновлені свідоцтва та документи, що стосуються судна, його обладнання, екіпажу, пасажирів або вантажу, які мають бути на судні;

5.) точні та відкориговані карти належного масштабу, які будуть використовуватися в майбутньому рейсі або переході, та будь-які постійні або тимчасові сповіщення мореплавцям, що стосуються рейсу або переходу, та діючі радіонавігаційні попередження;

6.) точні та відкориговані лоції, описи вогнів та радіотехнічних засобів навігаційного огороження;

На основі вищезгаданої інформації необхідно дати загальну оцінку майбутнього рейсу чи переходу. Ця оцінка має чітко вказати усі небезпечні райони; райони, плавання в яких можна здійснювати безпечно, включаючи будь-які встановлені шляхи руху або системи суднових повідомлень та служби руху суден; та будь-які райони, де мають братися до уваги аспекти захисту морського середовища. Для цього проводиться підбір навігаційних карт, посібників та публікацій на заданий перехід по Каталогі Адміралтейських карт та публікацій (Catalogue of Admiralty Charts and Publications), що щорічно видається Гідрографією ВМС Британії.

Відомості про підібрані карти та книги зведені в таблицях 2.1 та 2.2

Таблиця 2.1 – Перелік карт на перехід

Тип карти	Cell No.	Назва карти	Дата випуску
1	2	3	4
Генеральні	4008	A Planning Chart for The North Pacific Ocean	10. 2023

	4053	North Pacific Ocean Northwestern Part	08. 2021
	4050	North Pacific Ocean Northeastern Part	10. 2022
	4510	Eastern Portion of Japan	09. 2023
	4511	Northern Portion of Japan	11. 2023
	4522	Mys Lopatka to the Chinook Through	04. 2023
	4813	Bering Sea Southern Part	07. 2021
	4810	Dixon Entrance to Unimak Pass	09. 2022
	4806	San Francisco and Vancouver Island to Mendocino Fracture Zone	12. 2023
Путьові, приватні карти і плани	JP1065	Tokyo	04. 2023
	JP1062	Middle Part of Tokyo Wan	06. 2022
	JP1081	Uraga Suido	07. 2021
	JP90	Tokyo Wan	10. 2023
	JP87	South and East Coasts, Tokyo Wan to Inubo Saki	06. 2021
	2530	San Diego Bay to Cape Mendocino	05. 2020
	899	San Diego Bay to Point Arguello	03. 2023
	1063	San Pedro Channel	08. 2022
	1082	San Pedro Bay	06. 2020
	1081	Los Angeles and Long Beach Harbors	06. 2020
Допоміжні карти	D.6083	The Word – Load Line Regulations – Zones, Areas and Seasonal Periods	2009
	5006	The World – Time Zone Chart	2021
	5310	The World – General Surface Current Distribution	2013
	5302	World Climatic Chart	2016
	5000	Azimuth Diagram – modified Weir (Lat. 0° to 65°)	2015

Таблиця 2.2 – Перелік публікацій на перехід

NP No	TITLE
1	2
SAILING DIRECTIONS	
NP 41	Japan Pilot Vol.1
NP 62	Pacific Islands Pilot Vol.3
NP 8	Pacific coasts of central America and United States Pilot

ADMIRALTY LIST OF LIGHTS AND FOG SIGNALS	
85	Western Side of North Pacific Ocean, East China and Yellow Seas
80	Western Side of South Atlantic Ocean and Pacific Ocean
ADMIRALTY LIST OF RADIO SIGNALS	
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(2)	Part 2, Maritime Safety Information Services: The Americas, Far East and Oceania
284	Meteorological Observation Stations
285	Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS)
286(5)	Part 5, Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations: Americas and Antarctica
286(6)	Part 4, Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations: North East Asia
288	Satellite Navigation Systems
ADMIRALTY TIDE TABLES	
204	Pacific Ocean (including Tidal Stream Tables)
ADMIRALTY DISTANCE TABLES	
350(3)	Admiralty Distance Tables, Pacific Ocean
ASTRONOMICAL PUBLICATIONS	
314	The Nautical Almanac
303	Sight Reduction Forms
323	Star Finder and Identifier

Продовження табл. 2.2

MISCELLANEOUS PUBLICATIONS	
100	The Mariners Handbook
136	Ocean Passages for the World
131	Catalogue of Admiralty Charts and Publication
294	How to Correct your charts the Admiralty Way
735	IALA Maritime Buoyage System, Edition 5 1994

5011	Symbols and Abbreviations used on Admiralty Charts, Edition 2 1998
Guide to Port Entry	
Fairplay	

2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

На даний час всі завдання отримання, передачі інформації на судах вирішуються штурманським складом у процедурах та з використанням апаратних засобів ДМССБ. Однією з функцій ДМССБ є передача на судна у морі інформації з безпеки мореплавання (ІБМ). Збором, координацією та передачею ІБМ займається служба безпеки SafetyNET, яка є складовою ГМССБ. Структура SafetyNET та завдання, що вирішуються службою, викладені у посібнику ІМО International SafetyNET Manual.

Інформація з безпеки на морі (ІБМ, Maritime Safety Information – MSI) включає навігаційні та метеорологічні попередження, метеорологічні прогнози та інші термінові повідомлення щодо безпеки. Ця інформація є життєво важливою для всіх суден, тому вона є обов'язковою для прийому на всіх судах незалежно від району плавання.

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

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

Таблиця 2.3 - Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

N п/п	Радіо / станція	Позначення і кордони карти	Зміст передачі	Час передачі
1	Tokyo (JMH)	38°N 65°E 38°N 145°W 1°S 112°E 1°S 167°E	24 hour Surface Analysis Tropical Cyclone forecast	1930(12) 0750(06) 1950(18) 1140(00)

			Ocean wave prognosis	
2	Camspac, Point Reyes (US)	1. 20°N - 70°N 115°W - 135°E 2. 20°N - 70°N 115°W - 175°W 5. 5°N - 55°N 110°E - 180°W 8. 25°N - 60°N 90°E - 155°W 10. 0°N - 40°N 80°W - 180°W	1. 500hPa Analysis Sea State Analysis 48 hour Surface Prognosis 96 hour Wind/Wave Forecast 2. Surface Analysis 5. Pacific GOES infra-red satellite image 8. Sea State Analysis 24 hour Wind/Wave Forecast 10. Tropical cyclone danger area	0245(00) 1445(12) 0255(00) 1445(12) 0838(00) 2003(12) 2053(12) 0305(00) 0919(06) 0154(00) 1414(12) 0255(00) 1445(12) 0818(00) 1943(12) 0357(03) 1557(15)

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

№	Ділянка переходу	Район NAVAREA	Станції NAVTEX	Координатор NAVAREA
1	Japan	XI	Moji [H] Naha [G] Yokohama [I] Kushiro [K]	Japan
2	Pacific Ocean	XII	Honolulu (O)	USA
3	United States of America (Pacific Coast)	XII	CAMSPAC, Point Reyes (San Francisco) [C]	USA

			Long Beach [Q]	
--	--	--	----------------	--

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

Таблиця 2.5 – Зв'язок на переході

№	Станція	Спосіб зв'язку	Канали, частоти	Примітка
1	Tokyo Pilots&Port	VHF	16; 14; 22	Call sign, name of ship, IMO number, Last/Next Port of Call, Cargo
2	Los Angeles Pilots&Port	VHF	6; 16; 18	Reporting Point, Call sign, name of ship, IMO number, Next port of Call, TSS

Таблиця 2.6 – СУРС по маршруту переходу

№	Traffic separation scheme	Station	VHF	Reporting point description
1	Traffic Advisory Service (TAS)	Tokyo TAS	14, 22	Reporting system area, Radar Service Area
2	Vessel Traffic Service	Los Angeles VTS	13, 09	Reporting system area

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

2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

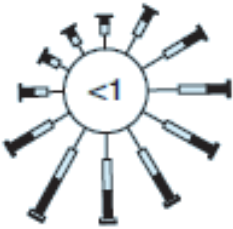
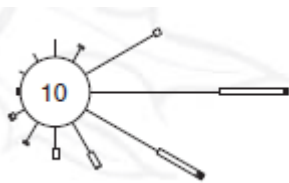
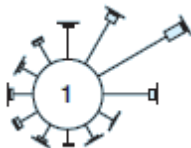
Аналіз гідрометеорологічних умов по маршруту плавання виконується за період (місяць) переходу, що проробляється. Для цього використовуються середні багаторічні дані, які наведені в Атласах океанів, кліматологічних, гідрографічних і океанографічних посібниках, Pilot Chart (Інтернет-сайт www.passageweather.com).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

Вивчення, аналіз та короткий опис гідрометеорологічних за маршрутом на період (місяць) плавання включають такі елементи:

- загальна характеристика,
- атмосферний тиск та вітри,
- тропічні циклони,
- хмарність та опади,
- тумани та видимість,
- температура та вологість.

Необхідні данні вносимо в таблиці 2.7, 2.8.

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

Характеристики за ділянками	Японське узбережжя	Тихий океан	Узбережжя США
1	2	3	4
Атмосферний тиск, гПа	1010	1014	1015
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	13	-	-	5	-	-	1	-	-
NE	48	2	1	32	-	-	-	-	-
E	5	-	-	41	3	1	0	-	-
SE	12	1	-	7	-	-	1	-	-
S	11	-	-	4	-	-	4	-	-
SW	6	2	-	7	-	-	10	-	-
W	4	2	-	2	-	-	48	2	-
NW	1	1	-	2	-	-	34	2	-
Результуючий вітер	напрявлення, у румбах		NE	напрявлення, у румбах		ENE	напрявлення, у румбах		NE
	швидкість, м/с		5	швидкість, м/с		4	швидкість, м/с		7
Максимальна швидкість вітру, м/с	спостереження		8	спостереження		6	спостережена		9
	розрахункова		9	розрахункова		9	розрахункова		14
Повторюваність штилів, %	50			60			70		

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

Характеристики за ділянками		Японське узбережжя	Тихий океан	Узбережжя США
1		2	3	4
Температура повітря, °C		22	24	22
Температура води, °C		20	22	20
Відносна вологість, %		70	72	71
Повторюваність туманів, %		5	1	-
Видимість менше 2 міль		1	-	-
Хмарність, бали		5	4	6
Солоність води, ‰		63	57	64
Щільність води, г/см ³ (або кг/м ³)		1.025	1.025	1,025
	назва	Japan	Pacific	California

Постійні течії	термодинамічна характеристика	тепле	тепле	тепле
	направлення	NE	E	SSE
	швидкість, вузл.	1	1	1-2
	стійкість	50-75	50	50
Швидкість припливних течій, вузл.		1	0,5	0,5
Висота хвиль, м	середня	2	3	3
	максимальна	4	4	5
Період хвиль, с		7	9	8

2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні

Порт Токіо

Розташування: Токіо розташований на західному узбережжі острова Хонсю.

Загальний огляд: Токіо є столицею Японії та головним економічним і культурним центром. Вантажі складаються переважно з імпортованих продуктів харчування, товарів загального призначення та будівельних матеріалів для міської території. Таким чином, порт відіграє безпосередню роль у забезпеченні життя та комерційної діяльності 40 000 000 осіб у Токійському столичному регіоні.

Показники трафіку: приблизно 33 500 суден, що прибувають, 82 060 000 тонн вантажу, що обробляються щорічно.

Зона вантажної марки: літо. Максимальний розмір: максимум 60 000 дедвейт.

Очікуваний час прибуття: як правило, очікуваний час прибуття слід надсилати відповідно до відповідної чартерної угоди. Зазвичай, за фіксованим чартером, очікуваний час прибуття надсилається під час відправлення з останнього порту, а потім за 10, 4, 2 та 1 день до прибуття. Повідомлення слід направляти фрахтувальникам або агентам власника. Іноді їх можуть надсилати безпосередньо одержувачу, якщо потрібно, з копіями безпосередньо власникам та фрахтувальникам.

Фіксованого формату немає, але зазвичай включаються такі пункти:

1. Назва судна
2. Позивний
3. Очікуваний час прибуття до пункту призначення.

Додатково, коли судно завантажене:

4. Назва порту завантаження
5. Дата відправлення з порту завантаження
6. Опис та об'єм вантажу (дані коносаменту)
7. Ім'я одержувача, якщо потрібно.

Зв'язок: Inmarsat: стає все більш популярним для прямого зв'язку між судном та агентом. Усі офіси агентів оснащені телексом.

УКХ: "Радіо порту Токіо", розділи 16, 11, 12, 13, 14, 18, 20, 22.

Санітарні норми: Радіозв'язок застосовується лише за наявності дійсного сертифіката про звільнення від дератизації. Сертифікат японської санітарної інспекції не обов'язковий.

Морські буї, фарватери та канали: Обмеження осадки в каналі становить 12 м.

Західний фарватер Токіо (канал № 1): Вхід за 1,5 морської милі на північний захід від Токійського маяка, веде до внутрішньої гавані між Західним та Середнім молем, мінімальна глибина якого становить 13 м. Потім канал веде на 1 морську милю на північ, мінімальна глибина якого становить 10 м, до позиції поблизу північно-західного регіону Дайроку Дайба, старого форту. Фарватер позначений світловими буями; світлова вежа стоїть на вершині кожного молу. Підводний трубопровід перетинає фарватер за 1,3 морської милі на північний захід від Токійського маяка, а підводний газопровід перетинає фарватер за 1,0 морську милю на південь від Дайроку Дайба.

Східний фарватер Токіо (канал № 3): Вхід на 1,75 морську милю на північний схід від Токійського маяка, веде між Середнім та Східним молем. Світлова вежа стоїть на вершині кожного молу. Фарватер позначений світловими буями та поглиблений до 12 м, за винятком невеликої ділянки біля входу, де мінімальна глибина становить 9,8 м.

Фарватер №2, поглиблений до 10 м та позначений світловими буями, з'єднує Східний фарватер Токіо з Західним фарватером Токіо та надає доступ до причалів на меліорованих землях.

Лоцман: Обов'язково. Лоцмани піднімаються на борт судна в позиції 1,0 морської милі на південний захід від Токійського маяка. Судна повинні надсилати ETA/ETD до Асоціації лоцманів Токіо через судноплавну компанію або агента до 12:00 попереднього дня. Лоцман піднімається на борт у позиції 35° 33,2' N 139°50,6' E.

Якірні стоянки: Карантинна якірна стоянка розташована на 0,8 морську милю на північний захід від вежі Токійського маяка; місце очікування хороше. Якірна стоянка заборонена в районі, що прилягає до південно-західного боку карантинної якірної стоянки. Діапазон припливів та течій: Діапазон, макс. 2,11 м; мін. 0,05 м.

Припливні течії: Припливні течії всередині гавані спрямовані в напрямку каналу. У Токійському фарватері, за 0,3 морських миль на південний захід від Дайроку Дайба, максимальна швидкість припливної течії становить приблизно 1,2 вузла, а відпливної – 2,2 вузла; приблизно на 1,2 морських миль далі на північ максимальні швидкості становлять 1 вузол та 1,5 вузла відповідно.

Щільність доків: 1025.

Погода: Переважні вітри: північний (зима), південний (літо).

Основні навігаційні засоби: Токійський вогонь вивішується з білої круглої вежі на платформі, що стоїть на палях, розташованої за 3 морські милі на північний схід від Ханедано Хана; червоні постійні вогні вивішені на кожному куті платформи. З вежі передає радіостанція Rasop.

Схеми руху: У Токійському Ван працює TAS (див. відповідні ALRS для точок звітності та процедур).

Між двома центральними зонами заборони в'їзду встановлено TSS. Центральна лінія між смугами руху позначена світловими буями № 1, № 2 та № 3 (усі смуги руху безпечні для води). Кожна смуга має ширину 0,8 морських миль, а бігові смуги мають кути 040°/220°.

Обмеження: Тунель побудовано з південно-східної частини рекультивованих земель на південному в'їзді до Тама-Кава, Кавасакі, через Токіо Ван у південно-східному напрямку приблизно на 5,0 морських миль до позиції 35°27,7' N 139°52,6' E, де міст продовжується ще на 2,5 морських миль до позиції 35°26,2' N 139°55,1' E. Міст позначено вогнями та сигнальними маячками. Його вертикальний просвіт 26 м.

Вхід заборонено до чотирьох зон у північно-західній, центральній та південно-східній частинах тунелю та мосту. Ці зони позначені світловими маячками (спеціальні знаки). Між зонами прокладено підводні кабелі.

Буксири: В наявності 9 буксирів потужністю 2400-3000 к.с. та 5 буксирів потужністю 3200 к.с.

Інформація щодо швартування: 50 вантажників.

Споруди: Вертолітний майданчик площею 147 153 м², 31 контейнерний кран.

Зберігання: Транзитні депо площею 233 265 м², відкрите сховище площею 717 114 м² та дерев'яний басейн.

Необхідні документи на прихід/відхід:

General Declaration CF 1301 – 3 од.

Cargo Declaration CF1302 – 3 од.

Ships Stores Declaration CF 1303 – 3 од.

Crews Effects Declaration CF 1304 – 3 од.

Crew List 1-418 – 3 од.

Clearance from last port

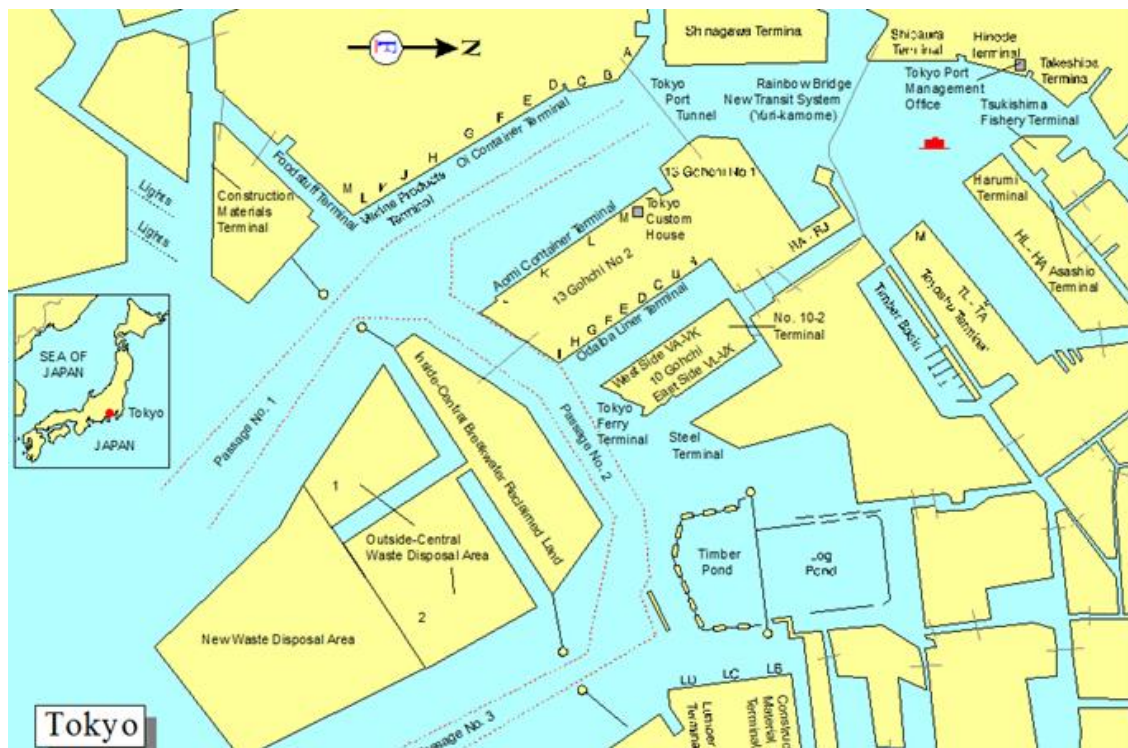


Рисунок 2.1 – План порту Токуо

Порт Лос-Анджелес

Розташування: Лос-Анджелес розташований на західному узбережжі США, навпроти протоки Сан-Педро.

Загальний огляд: Порт Лос-Анджелеса займає приблизно 3035 га суходолу та водної території, охоплює 56 км берегової лінії та є однією з найбільших штучних гаваней у світі. Доступні різноманітні потужності для обробки будь-яких видів вантажів. Окрім сучасних контейнерних терміналів, порт має потужності для обробки насипних, розсипних вантажів, складські приміщення та автомобілів, а також сучасний Всесвітній круїзний центр.

Програма капітального розвитку порту вартістю 500 000 000 доларів США включає фінансування будівництва нових об'єктів та реконструкції інших, що забезпечує його здатність залучати та підтримувати міжнародні судноплавні лінії. Показники перевезень: щорічно обробляється приблизно 123 400 000 тонн вантажів, включаючи 5 600 000 TEU та 1 090 000 пасажирів.

Зона вантажної марки: Північна частина Тихого океану, сезонна тропічна зона, тропічна з 1 березня по 30 червня та з 1 листопада по 30 листопада, літня з 1 липня по 31 жовтня та з 1 грудня по 28/29 лютого.

Максимальний розмір: Максимальний розмір судна, що обробляється: "Svend Maersk", 91 560 брутто-тонна водотоннажність, загальна довжина 347 м, осадка 14,5 м.

Морські буї, фарватери та канали: Гавань Лос-Анджелеса утворена вигнутим хвилерізом, що створює закриту гавань. Довжина хвилерізу становить 3399 м. Його північно-східне продовження створює отвір довжиною 609,5 м. Головний канал має довжину 1,5 морських миль, ширину 305 м та глибину 13,7 м. Поворотний басейн, розташований на північ від мосту Вінсента Томаса, має діаметр 488 м та глибину 13,7 м. Канал Східного басейну має ширину 198 м на південному кінці та 228 м при наближенні до Східного басейну. Західний басейн простягається на захід від поворотного басейну та має окружність 3587 м вантажної землі.

Головний канал Лос-Анджелеса веде на північний захід від входу в гавань приблизно на 0,7 морських миль; там він розділяється на канал Супертанкер, що веде на захід-південний захід до поворотного басейну біля входу до Східного каналу, та Головний канал, що веде на північ до поворотного басейну Внутрішньої гавані, потім через канал Східного басейну та канал Серрітос, який з'єднується з гаванню Лонг-Біч.

Лоцман: Запити на лоцмана слід надсилати через агента. Капітана берегової охорони порту слід повідомити про очікуваний час прибуття судна за 24 години та встановити зв'язок УКХ не менш ніж за 1 годину до прибуття. Судна не повинні заходити до лоцманської зони Лос-Анджелеса, якщо вони не прямують до Головного каналу або з нього. Усі іноземні судна та всі судна понад 300 брутто-тоннажністю підлягають лоцманському проведенню. Запитуйте лоцмана щонайменше за дві години заздалегідь по телефону або УКХ-радіо, розділ 14. Лоцмани базуються біля причалу № 68 та здійснюють цілодобове лоцманське проведення.

Лоцманська зона Лос-Анджелеса обмежена наступним:

1. Маяк Лос-Анджелеса 33°42.5'N 118°15.1'W
2. Вхідний маяк 2 головного каналу Лос-Анджелеса 33°42.7'N 118°14.7'W
3. 33°41.6'N 118°13.8'W

4. 33°41.2'N 118°14.9'W

Лоцманські точки в таких позиціях:

1. Судна з малою осадкою та судна з великою осадкою 2.4 морські милі на південний схід від маяка Лос-Анджелеса 33°42.5'N 118°15.0'W

2. Інші судна (поблизу світлового буя № 3) 33°41.3'N 118°14.4'W

Судна з малою осадкою та інші судна з великою осадкою, що очікують лоцмана в зоні 3 морські милі на південний схід від маяка Лос-Анджелеса, повинні триматися подалі від перешкод, з мінімальною глибиною 18 м над ним, 0,2 морських милі на захід-південний захід від місця посадки лоцмана. Зона додатково обмежена визначеним рибним гаваном, центр якого знаходиться за 2 морські милі на південний схід від входу.

Радіолокаційна інформація надається з радара лоцманської станції лише за наявності лоцмана на борту.

Судна, що прибувають із заходу, можуть мати поганий прийом УКХ-діапазону між Пойнт-Вісенте та Пойнт-Фермін.

Якірні стоянки: Правила Берегової охорони США щодо якірних стоянок вимагають, щоб капітан кожного судна повідомляв капітана Берегової охорони порту по УКХ-радіочастоті, Розділ 16, наступну інформацію:

Під час якірної стоянки:

1. Назва судна
2. Номер якірної стоянки
3. Час якірної стоянки

Під час відходу з якірної стоянки:

1. Назва судна
2. Номер якірної стоянки
3. Час у русі
4. Пункт призначення (наприклад, для номера причалу або напрямку в море)

Діапазон припливів та течій: Діапазон 2,7 м.

Щільність доку: 1025.

Погода: Переважні вітри: Зх.

Схеми руху: Служба інформації про рух суден (VTIS)

Ремонт: Southwest Marine Inc керує ремонтним центром на причалах № 240-241 на острові Термінал. Southwest Marine має чотири робочі пірси загальною довжиною 1077 м. Глибина води вздовж берега становить 11 м, що дозволяє Southwest Marine працювати на великих суднах, включаючи танкери.

Крім того, є чотири інші суднобудівні/судноремонтні підприємства з різною спеціалізацією та можливостями обробки суден, починаючи від прогулянкових, комерційних та військово-морських суден довжиною до 76 м.

Послуги водолазів доступні в Coast Diving Services Inc, тел.: +1 310 547 0955.

Докові споруди: Головний сухий док має довжину 170 м та ширину 34 м і може вмістити судна водотоннажністю до 22 000 тонн.

Крім того, два менші сухі доки можуть обробляти океанські судна водотоннажністю до 2800 тонн і 2000 тонн. Сухі доки та пірси на об'єкті Southwest Marine обслуговуються сімома 65-тонними кранами Whirley з вильотом 40 м.

Бункерування/вода/запаси: Прісна вода: Доступна.

Бункерування: Нафтові термінали експлуатують 14 компаній. Усі вони обладнані для бункерування суден, а чотири – для барж.

Медичні установи: Лікарня півострова Сан-Педро.

Транспорт: Найближчий аеропорт: Аеропорт Лонг-Біч, 24 км. Міжнародний аеропорт Лос-Анджелеса, 32 км.

Найближча залізниця: Лос-Анджелес: Southern Pacific Transportation Co, Atchinson, Topeka & Santa Fe Railway Co та Union Pacific Railroad Co

Документи, необхідні для входу/відходу судна:

Порти заходу та вантажний лист – 2 од.

Звіт екіпажу – 2 од.

Екіпаж – 2 од.

Пасажирський звіт за наявності пасажирів на борту – 2 од.

Список пасажирів за наявності пасажирів на борту – 2 од.

Звіт судових запасів – 2 од.



Рисунок 2.2 – План порту Los Angeles

Таблиця 2.9 – Засоби навігаційного обладнання

Name	Position		Range	Characteristics
	$\phi(N;S)$	$\lambda(W;E)$		
Tokyo	35°34,0'N	139°49,7'E	10	Fl.8s
Daini Kaiho	35°18,7'N	139°44,5'E	18	Fl.5s
Doisan Kaiho	35°17,3'N	139°44,3'E	11	Fl.(2)10s
Futtso Ko	35°18,0'N	139°49,5'E	12	Iso.4s
Kannon Saki	35°15,4'N	139°44,7'E	20	Fl.(2)15s
Ashika Shima	35°12,7'N	139°44,1'E	13	Fl.3s
Suno Saki	34°58,5'N	139°45,4'E	18	Fl.30s
Nojima Saki	34°54,1'N	139°53,4'E	20	Fl.(2)15s
Point Vicente	33°44,5'N	118°24,7'W	30	LFl.
Point Fermin	33°42,2'N	188°17,6'W	15	LFl. 13s

2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1 Розрахунок ортодромії

Коли шлях майбутнього плавання включає в себе океанський перехід, вплив погоди і стан моря набувають особливо важливе і нерідко основне значення при виборі найвигіднішого шляху судна.

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

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

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

Однак незалежно від того який шлях буде обґрунтовано обраний необхідно виконати розрахунки плавання по ортодромії.

Провівши розрахунок ортодромії, робиться висновок про доцільність плавання по ортодромії

Даний рейс містить трансокеанський перехід через Північну частину Тихого океану. Виконаємо розрахунок локсодромії і ортодромії і різниці між ними. Задаємося відповідними координатами:

$$\begin{aligned}\varphi_H &= 34^{\circ}48,0'N; & \varphi_K &= 35^{\circ}00,0'N \\ \lambda_H &= 140^{\circ}00,0'E; & \lambda_K &= 130^{\circ}00,0'W\end{aligned}$$

Розраховую локсодромічний курс:

$$\operatorname{tg} k_n = \frac{PД}{PМЧ}$$

Обчислюють довжину локсодромії:

$$S_n = PШ \times \sec k_n .$$

Таблиця 2.10 - Розрахунок локсодромії

φ_K	35°00,0'N	λ_K	130°00,0'W	РМЧ	15
φ_H	34°48,0'N	λ_H	140°00,0'E	К	89°
РШ	12	РД	5400	S	4429

Визначити довжину ортодромії:

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

$$D = 4254 \text{ мили}$$

Доцільність плавання по ортодромії дорівнює:

$$\Delta S = S_{\lambda} - D = 4429 - 4154 = 275 \text{ милі чи при } V_c=20 \text{ вуз} \Rightarrow \Delta t=13.7 \text{ годин.}$$

Плавання по ортодромії вигідно, чому також сприяють супутні поверхневі течії вод Тихого океану.

Виконаємо розрахунок плавання по ортодромії:

Знаходимо λ_0 :

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

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

Таблиця 2.11 - Курси і відстані при плаванні по ортодромії

N	Широта	Довгота	Курс	Відстань
1	38° 52. 0N	150° 00.0 E	63	539
2	41° 45.0 N	160° 00.0 E	69	489
3	43° 35.0 N	170° 00.0 E	76	455
4	42° 52.0 N	155° 00.0 W	92	1431
5	41° 51.0 N	150° 00.0 W	105	230
6	39° 01.0 N	140° 00.0 W	110	487
7	35° 00.0 N	130° 00.0 W	117	536
8	31° 54.0 N	121° 35.0 W	122	492

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 в таблиці 2.12.

Маршрутний лист приведено у додатку А

Таблиця 2.12 –Попередня прокладка

№	ПУ	S, милі	V, вуз	Час плав. час	Поворотні точки и їх положення відносно приметних орієнтирів									Назва орієнтира
					Час Дата	φ (N)			λ (E;W)			III	D, милі	
						deg.	min	N/ S	deg.	min	E/W			
0	36	0,4	3	00:08	12:00 14.06	35°	26,26	N	139°	40,97	E	128	2,7	Tokyo
1	129	0,9	5	00:11	12:08 14.06	35°	26,90	N	139°	41,24	E	307	2,0	Tokyo
2	178	6,3	8	00:47	12:19 14.06	35°	26,30	N	139°	42,14	E	291	2,2	Yokohama Seaberth
3	145	5,6	8	00:42	13:06 14.06	35°	20,00	N	139°	42,40	E	128	2,1	Daini Kaiho
4	180	2,7	8	00:20	13:48 14.06	35°	15,38	N	139°	46,35	E	270	1,35	Kannon Saki
5	202	13,7	14	00:59	14:08 14.06	35°	12,72	N	139°	46,35	E	270	1,82	Ashika Shima
6	180	4,3	20	00:12	15:07 14.06	35°	00,00	N	139°	40,00	E	110	4,6	Suno Saki
7	136	10,7	20	00:29	15:19 14.06	34°	55,75	N	139°	40,00	E	58	5,3	Suno Saki
8	90	9,0	20	00:24	15:48 14.06	34°	48,00	N	139°	49,00	E	31	7,0	Nojima Saki
9	63	538,5	20	25:29	17:12 14.28	34°	48,00	N	140°	00,00	E	317	8,1	Nojima Saki
10	69	489,1	20	23:14	18:41 15.06	38°	52,00	N	150°	00,00	E	-	-	GPS
11	76	454,6	20	21:40	23:55 16.06	41°	45,00	N	160°	00,00	E	-	-	GPS
12	92	1431	20	75:35	20:35 17.06	43°	35,00	N	170°	00,00	E	-	-	GPS
13	105	230,0	20	12:28	21:10 19.06	42°	51,00	N	155°	00,00	W	-	-	GPS
14	110	487,3	20	24:09	09:38 20.06	41°	50,00	N	150°	00,00	W	-	-	GPS
15	117	536,3	20	24:22	08:47 21.06	39°	00,00	N	140°	00,00	W	-	-	GPS
16	95	469,4	20	21:20	23:49 22.06	34°	59,00	N	130°	00,00	W	-	-	GPS
17	105	62,4	20	02:51	21:09 23.06	34°	18,56	N	120°	31,52	W	-	-	GPS
18	119	49,2	20	02:14	00:20 24.06	34°	02,17	N	119°	18,76	W	245	2,7	Anacapa I
19	89	9,3	18	00:31	02:34 24.06	33°	38,02	N	118°	27,17	W	018	6,7	Point Vicente
20	22	4,4	10	00:26	03:05 24.06	33°	38,13	N	118°	16,02	W	342	4,3	Point Fermin
21	299	1,8	5	00:22	04:31	33°	42,18	N	118°	14,07	W	290	0,9	Los Angeles

					24.06									
22	-	0,0	0	-	04:53 24.06	33°	43,07	N	118°	15,99	W	125	0,9	Los Angeles

$S = 4816,9$ милі

$T = 10$ діб 9 годин 53 хвилини.

2.3.3 Графічний план переходу

Результати навігаційного планування переходу оформляють у вигляді графічного плану переходу приведено у додатку А. На графічному плані 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 $\tan A$ розрахуємо азимути Сонця (Z) при сході і заході, які також внесемо до таблиці 2.12.

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

Місцевий час явища переводять у Грінвічний:

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

Грінвічний час явища переводять в судновий:

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

У таблиці 2.13 приведено елементи освітленості на початок, середину та кінець рейсу.

Таблиця 2.13 – Елементи освітленості

Date	Twilight	SUN				Twilight	MOON		
		Sunrise ZT	Z	Sunset ZT	Z		Moonrise ZT	Age	Moonset ZT
14.06	03.34	04.39	62	18.54	298	19.59	01.02	23	12.34
18.06	02.49	04.09	56	19.24	303	20.49	02.35	26	16.22
21.06	02.39	04.07	55	19.16	305	20.37	04.39	0	20.25
24.06	03.39	04.49	60	19.32	300	20.43	08.19	4	23.08

2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

Таблиці припливів містять відомості про час настання і висотах повних і малих вод. Таким чином вибираємо з таблиць припливів для порту Токіо та Лос Анжелес часи настання і висоти вод. Для складання таблиці використовувалася програма TideCalc. Ці дані представлені в таблиці 2.13. А також представлені графіки припливів на рисунку 2.5-2.6.

Таблиця 2.13 - Припливи в портах Токіо та Лос Анджелес

Порт Токіо	14/06 HW		14/06 LW		Порт Лос Анжелес	24/06 HW		24/06 LW	
	T	h	T	h		T	h	T	H
	04:25	1,6	09:24	1,2		02:20	1,5	09:25	0,4
	14:32	1,7	21:50	0,0		14:56	0,9	20:10	0,5

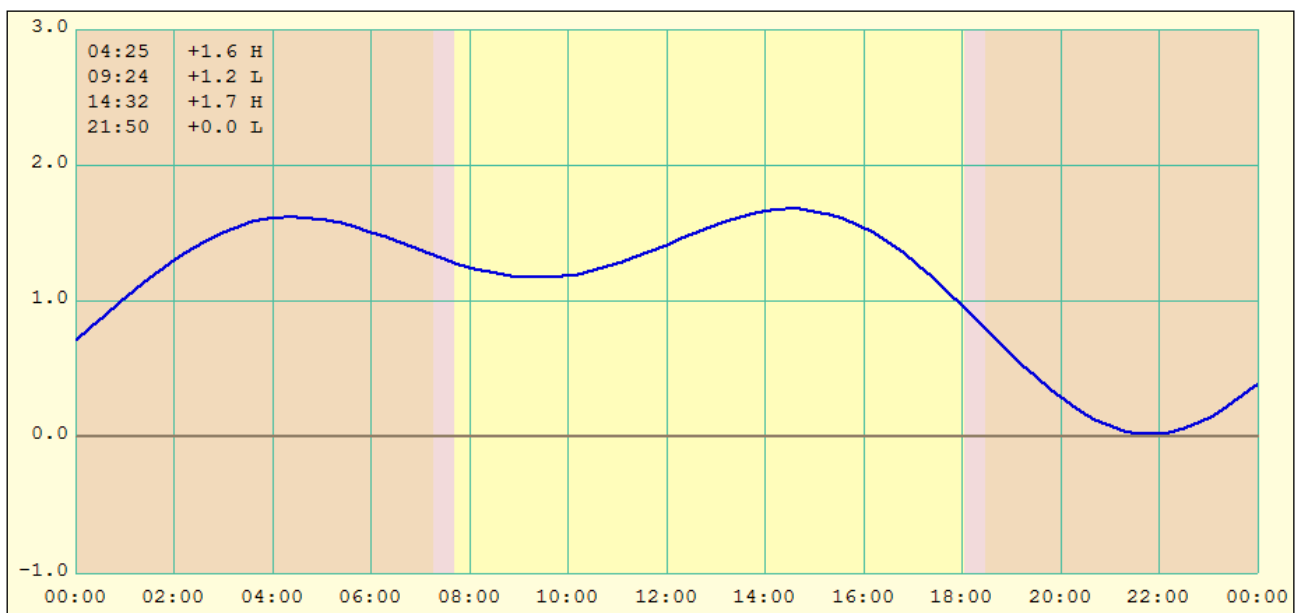


Рисунок 2.5 – Графік припливів в порту Токіо

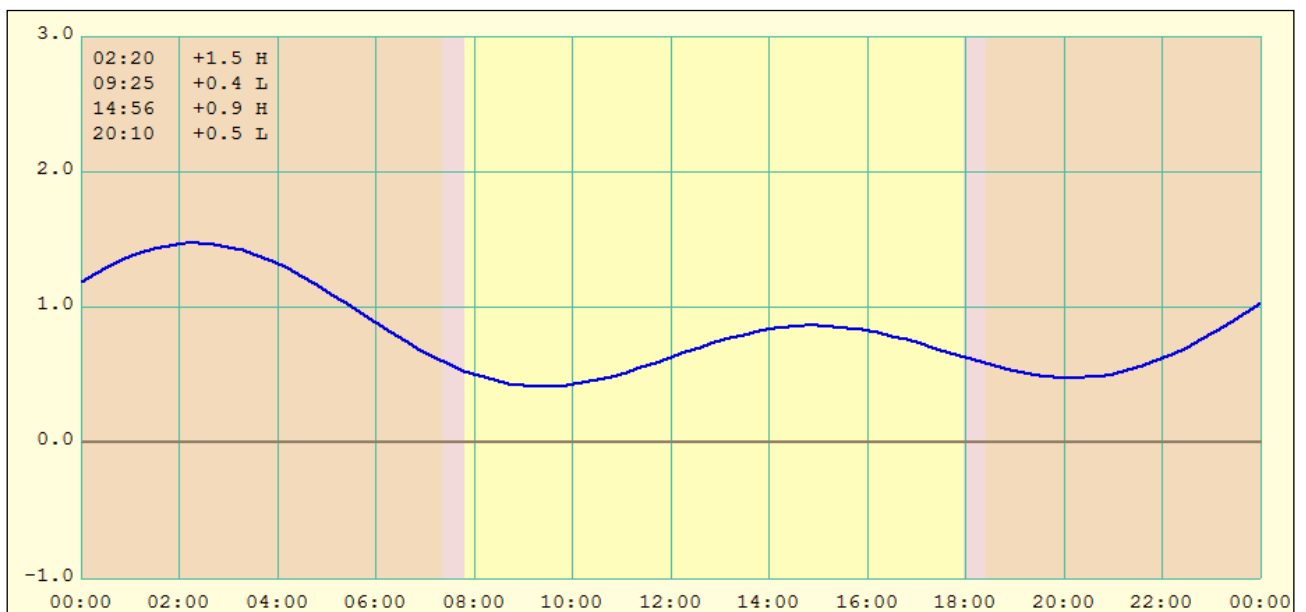


Рисунок 2.6 – Графік припливів в порту Лос Анджелес

2.4 Висновки

Перехід з порту Токіо в порт Лос Анджелес проходить уздовж східного узбережжя Японії далі по ДБК через північну частину Тихого океану потім уздовж західного узбережжя США.

У процесі опрацювання навігаційного переходу були обрані безпечні курси плавання відповідно до пори року. Загальна протяжність переходу склала

4816,9 милі; час виходу з порту Токіо 14/06/25 о 12:00 за місцевим часом; час приходу в порт Лос Анджелес 24/06/25 в 4:53. Тривалість переходу 10 днів 09 годин 53 хвилини.

При плаванні поблизу берегів найбільш точними способами визначення місця судна є визначення за допомогою РЛС, візуально, а так само комбінованим способом. Резервний спосіб обсервації - GPS і астрономічний.

Запропонований шлях судна є економічним і безпечним з точки зору навігації маршрутом для даного переходу.

РОЗДІЛ 3

ОРОБКА І РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖУ

3.1 Транспортні характеристики вантажів

Вивчення транспортних характеристик і властивостей вантажів є важливим етапом підготовки до розрахунку вантажного плану, правильне врахування яких сприяє забезпеченню безпеки плавання суден, також своєчасній і бережливій їх доставці.

До перевезення приймаються легкові автомобілі.

Автомобілі - генеральний вантаж, перевозитися в самохідному стані або на спеціальних платформах. На спеціальних суднах (автовозах, поромах) при горизонтальному способі навантаження - перевозяться в самохідному стані, при вертикальному способі навантаження на інших суднах (перевезення на кришках трюмів) - перевозяться на спеціальних платформах, або без них, але вантажаться і розвантажуються краном. Оскільки в баках автомобілів знаходиться пальне, то після навантаження виконується відключення акумуляторної батареї автомобілів від їхньої бортової мережі . До перевезення допускаються тільки стандартні автомобілі (заводські моделі). З метою запобігання появи подряпин на лакофарбовому покритті, капот, багажник і дах автомобілів покривають захисною плівкою. Інформацію про кожен автомобіль (VIN-номер і т.д.) розміщають на наклейках на стеклі автомобіля. Як правило автоскладальні заводи виконують 99% зборку автомобілів, інші компоненти знаходяться усередині автомобіля вигляді частин (дзеркала, ковпаки, антени і т.д.).

Основні транспортні характеристики вантажів наведено в табличній формі.

При навантаженні виконувалися умови згідно Cargo Securing Manual по максимальних навантаженнях на палуби, рампи навантаження на кріпильний матеріал.

Кріплення автомобілів здійснювалося береговими робітниками. Згідно з попередньо погодженим планом навантаження кріпильний матеріал був рознесений по палубах членами екіпажу.

Вантаж на судні повинен бути розміщений виходячи з наступних умов: забезпечення необхідної остійності протягом усього рейсу; розподіл маси вантажу повинен задовольняти вимогам інформації про остійність, а також загальної й місцевої міцності судна, незміщуваності вантажу під впливом хитавиці й вібрації. Враховувати сумісність вантажу немає необхідності.

Таблиця 3.1 – Транспортні характеристики вантажів

№ п/п	Найменування вантажу	Кількість, шт	Маса 1 місця вантажу, т	IMDG Code					Норми вантажних робіт, шт/годину	
				Номер ООН	Клас	Знак маркування	Категорія розміщення і	Аварійні дії	Вантаження	Вивантаження
1	Toyota ACA 38L–ANMXK	1355	1536	1203	3		Category E	F-E, S-E	60	60
2	Mitsubishi Outlander	885	1626							
3	GM GSUL	126	1740							

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

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

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

До заходу судна в порт навантаження, всі вантажні палуби повинні бути перевірені на наявність сторонніх предметів, які будуть заважати в ході навантажувальних робіт. Всі кріпильні ремені, повинні бути не ушкодженими, вирівняними й бути розвішеними уздовж перегородок на відповідних місцях. Всі додаткові пристосування, такі як, гальмові колодки, дорожні конуси й знаки напрямку руху й зупинки, повинні бути на своїх місцях. Після проведення збирально-очисних робіт, варто зібрати всю воду з палуби, для проведення безпечного навантаження. Так як це судно є чистим автомобілевозом, то варто приділяти особливу увагу протипожежній системі, включаючи систему CO₂. Щомісяця всі вогнегасники, гідранти, шланги, що знаходяться на вантажних палубах, повинні ретельним образом перевірятися. Електромеханіком перевіряються димові й теплові сенсори системи пожежогасіння, так само він перевіряє все палубне освітлення. Перед заходом судна в порт навантаження, вантажні палуби повинні бути провентильовані, для запобігання появи конденсату на вантажних палубах.

До початку вантажних операцій факт готовності вантажних приміщень оформляють актом.

Перевізник відповідає за повну схоронність вантажу з моменту його прийому до перевезення й до видачі вантажоодержувачеві. Забезпечення правильної організації прийому-здачі вантажу і його схоронності в процесі морського перевезення є однією з найважливіших задач капітана, його помічників і всього екіпажу судна.

Перевізник відповідає за правильне розміщення, кріплення й сепарацію вантажів на судні, навіть у тих випадках, коли стивідорні операції організуються й оплачуються фрахтувальником або коли відповідно до коносаменту перевізник не відповідає за кількість і масу вантажу. Вантажі повинні розміщатися на судні в повній відповідності з каргопланом, погодженим з капітаном судна, будь-які відступи від нього допускаються тільки з дозволу судової адміністрації.

Навантаження повинне здійснюватися коносаментно, для того щоб не допустити змішання окремих партій.

Прийом і перевезення вантажів судном оформляється документами, які виконують певні функції протягом усього транспортного процесу або на окремих його етапах. Дані у вантажних документах необхідні для правильного складання каргоплану, своєчасної й схоронної доставки вантажів по призначенню. Крім того вони фіксують кількість і стан вантажів, прийнятих перевізником на свою відповідальність, а дати підписання цих документів визначають момент прийняття вантажів на борт судна й момент видачі вантажу одержувачеві.

Ордер на вантаж (shipping order) є найважливішим внутрішньотранспортним документом під час перевезення вантажів морем. Номер ордера на вантаж є чисельником знака транспортної марки (у знаменнику проставляється кількість місць у даній партії).

Ордер на вантаж складається портом у декількох екземплярах (для портів відправлення, одержання й судна).

Після того, як помічник капітана розписується на екземплярі ордера, що залишається в порту навантаження, підтверджуючи, що вантаж прийнятий на судно, цей екземпляр ордера на вантаж називається штурманською розпискою (mates receipt).

Коносамент є одним з найбільш важливих документів і є доказом прийняття перевізником позначеного в ньому вантажу. Він може замінити договір перевезення і є товаророзпорядчим документом.

Коносаменти бувають чистими, тобто без яких-небудь застережень, що ганьблять вантаж, про недоліки його зовнішнього вигляду й стану й дефектні, тобто які мають застереження.

Варто досить обережно підходити до рішення про видачу чистого коносаменту замість дефектного під гарантійний лист, тому що важко передбачати ускладнення, які можуть виникнути в порту призначення при здачі дефектного вантажу. Якщо фрахтувальники протестують проти дефектного

коносамент, капітан може відгородити себе, зробивши застереження: "signed under protest". Іноді доцільно вручити фрахтувальникові офіційний протест.

Коносамент виписується на кожну окрему партію вантажу, прийнятого на судно по одному дорученню.

Коносаменти представляються на підпис капітанові фрахтувальником. Необхідно простежити, щоб не було протиріч між чартером і коносаментом.

Фрахтувальники не вправі затримати подання коносаментів на підпис капітанові щоб уникнути простою судна.

Разом з вантажем ідуть товарні документи: сертифікати, якісні посвідчення, сортові свідоцтва, аналізи й т.д.

Приймально-здавальна відомість (маніфест) являє собою опис коносаментів або накладних.

Маніфест необхідний митниці для огляду вантажів. Він також служить документом, по якому в порту призначення вантажні документи передаються агентові або порту. У деяких випадках у маніфесті розписуються про прийом вантажів.

Маніфест складається із чотирьох розділів, розташованих з ліва на право в наступній послідовності.

- I. Загальні дані: номери коносаментів, номери ордерів на вантаж, найменування вантажу.
- II. Значиться по документах: кількість місць і вага.
- III. Виявилось при навантаженні: кількість місць і вага.
- IV. У дійсності виявилася: кількість місць і вага.

Маніфест складається в чотирьох екземплярах, які підписуються двічі: у порту відправлення по розділу III представником порту відправлення й вантажним помічником капітана судна; у порту призначення по розділу IV тими ж посадовими особами.

Маніфест у порту відправлення складається окремо на кожний порт призначення, для якого призначена хоча б одна партія вантажу.

Класичним способом остаточного документального підтвердження видачі судном вантажу одержувачеві є розписка останнього на оригіналі коносаменту

або хоча б на капітанській копії коносамента. Або видається капітанові особливий документ - Autturn report, або сертифікат. Ця розписка незалежно від найменування й форми повинна констатувати результати здачі вантажу судном роздільно по кожній коносаментній партії.

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

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

Повна розрахункова водотоннажність судна Δ_p , що служить вихідною величиною при визначенні його чистої вантажопідйомності $\Delta_{\text{ч}}$ на рейс, залежить від вантажних марок у портах навантаження і вивантаження і вантажних марок і обмежень осадки на трасі переходу.

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

Перехід Токіо – Лос Анджелес починається в зоні дії літньої вантажної марки і закінчується в зоні дії тропічної вантажної марки без обмежень по осадці. За розрахункову водотоннажність приймаємо, встановлену для зони дії літньої вантажної марки.

Повна водотоннажність для літньої вантажної марки (з ТЕХ судна):

$$\Delta_p = 23037 \text{ т.}$$

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

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

де Δ_0 - водотоннажність судна порожнього, т.

$$\Delta_w = 23037 - 11676 = 11361 \text{ т}$$

Ходовий час визначається за формулою:

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

де V_s - швидкість судна;

S - довжина траси переходу, милі;

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

$$t_x = 4816.9 / (20,0 \cdot 24) + 0,2 = 10,6 \text{ діб.}$$

Нормативна тривалість стояночного часу розраховується за формулою:

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

де Q_i - маса вантажу одного найменування (кількість автомобілів), шт;

M - валова норма вантажних робіт, шт/год;

$t_{доп}$ - час на допоміжні операції в порту.

Норма вантажно-розвантажувальних робіт складає - 60 автомобілів на годину.

Час стоянки розраховується за формулою:

$$t_{ст} = \frac{Q_i}{24M}$$

$$t_{ст} = 2366 / (24 \cdot 60) + 0,15 = 1,8 \text{ доби}$$

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

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

Кількість ходових запасів складає суму:

$$P_{зап}^x = P_T^x + P_B^x + P_{см}^x;$$

де P^x_T , P^x_B , P^x_{CM} - відповідно кількість палива, води і мастила необхідна на перехід від порту навантаження до порту вивантаження з урахуванням коефіцієнта штормового запасу $k_{шт}$ (за даними судновласника 10%).

$$P^x_T = q^x_T \cdot t_x \cdot k_{шт};$$

$$P^x_B = q^x_B \cdot t_x \cdot k_{шт};$$

$$P^x_{CM} = q^x_M \cdot t_x \cdot k_{шт};$$

де q^x_T , q^x_B , q^x_{CM} - добова норма витрати палива, води і мастила на ходу судна відповідно, т/добу.

$$P^x_T = (40,5 + 3,5) \cdot 10,6 \cdot 1,1 = 513,0 \text{ т}$$

$$P^x_B = 5 \cdot 10,6 \cdot 1,1 = 58,3 \text{ т}$$

$$P^x_{CM} = 0,3 \cdot 10,6 \cdot 1,1 = 3,5 \text{ т}$$

$$P^x_{зап} = 513,0 + 58,3 + 3,5 = 574,8 \text{ т}$$

Аналогічно знаходять кількість стояночних запасів:

$$P^{ст}_{зап} = P^{ст}_T + P^{ст}_B + P^{ст}_{CM};$$

$$P^{ст}_T = q^{ст}_T \cdot t_{ст};$$

$$P^{ст}_B = q^{ст}_B \cdot t_{ст};$$

$$P^{ст}_{CM} = q^{ст}_M \cdot t_{ст};$$

де $q^{ст}_T$, $q^{ст}_B$, $q^{ст}_{CM}$ - добова норма витрати палива, води і мастила на стоянці судна відповідно, т/добу.

$$P^{ст}_T = 3,5 \cdot 1,8 = 6,3 \text{ т}$$

$$P^{ст}_B = 5 \cdot 1,8 = 9,0 \text{ т}$$

$$P^{ст}_{CM} = 0,05 \cdot 1,8 = 0,1 \text{ т}$$

$$P^{ст}_{зап} = 6,3 + 9,0 + 0,1 = 15,4 \text{ т}$$

$$P_{зап} = 331,1 + 15,4 = 346,5 \text{ т}$$

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

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

На відхід на судні було: важкого палива 809,8 т; дизельного палива 93,1 т; води 160 т; мастила 39,1 т; інших запасів 32,7 т.

Усього $P_{\text{зап}} = 1134,7$ т

Із загальної дистанції шляху 230 миль судно знаходиться у зоні дії SECA, отже, головний двигун буде працювати на легкому палеві $230/(19 \cdot 24) = 0,5$ доби. Тоді за рейс буде витрачено моторного палива 409,0 т, дизельного палива 57,4 т, мастила 3,2 т, води 53 т.

Розрахувавши загальну кількість рейсових запасів, приступають до визначення чистої вантажопідйомності судна (Δ_q) на рейс:

$$\Delta_q = \Delta_w - (P_{\text{зап}} + \text{const});$$

де const – екіпаж, постачання та ін.

$$\Delta_q = 11361 - (1134,7 + 181) = 10045,3 \text{ т}$$

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

Оскільки для перевезення вантажу сепарація не потрібні, то розрахунок маси сепарації не виконується.

Для обов'язкових вантажів підраховується сумарна маса. Одержані дані для порту вантаження представляються в табличній формі (табл. 3.2).

Таблиця 3.2-Відомості про маси завантажених партій вантажу

Найменування вантажу	Кількість, шт	Маса вантажу Q_i , т
Toyota ACA 38L-ANMXK	1355	2081,28
Mitsubishi Outlander	885	1439,01
GM GSUL	126	219,24
Всього	2366	3739,53

3.4 Складання вантажного плану

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

При перевезенні різнорідних вантажів в практиці використовується принцип розподілу вагового навантаження по довжині судна пропорційно кубатурі вантажних приміщень (для суден ро-ро площі палуб або довжині проїздів) за допомогою коефіцієнта порівняння вантажомісткості кожного вантажного приміщення

Комплектація вантажів по суднових приміщеннях супроводжується багатоваріантністю рішень і враховує всі фактори раціонального завантаження, збереження вантажу, безпеки судна з урахуванням виконання різних факторів.

Розміщення вантажу представлено в табл.3.3.

Таблиця 3.3- Розміщення вантажів на судні

Найменування вантажних палуб	Вантаж	Кількість	Маса, т
1	GM GSUL	126	219,24
2	Mitsubishi Outlander	138	224,388
3	Mitsubishi Outlander	217	352,842
4	Mitsubishi Outlander	228	370,728
5	Mitsubishi Outlander	302	491,052
6	Toyota ACA 38L–ANMXK	280	430,08
7	Toyota ACA 38L–ANMXK	264	405,504
8	Toyota ACA 38L–ANMXK	364	559,104
9	Toyota ACA 38L–ANMXK	290	445,44

10	Toyota ACA 38L– ANMXXK	157	241,152
ВСЬОГО		2366	3739,53

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

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

Гідрометеорологічні умови плавання і характеристика портів заходу в частині яка відноситься до вантажних операцій представлені в главі 2.

Порт відходу: Токіо (Японія). Густина води $\rho = 1,021 \text{ т/м}^3$.

В порту Токіо діє літня вантажна марка.

Різнорічні верфі та майстерні доступні для інженерних робіт та всіх видів ремонту.

Прісну воду можна отримати на багатьох причалах також на рейді.

Бункерівка: Усі типи бункерів можуть поставлятися за допомогою барж.

Державні свята: 1 січня, другий понеділок січня, 11 лютого, 21 березня, 29 квітня, 3-5 травня, 20 липня, 15 вересня та 23 вересня, 2 понеділок жовтня, 3 та 23 листопада, 23 грудня. Порт відкритий протягом 24 годин 364 дні.

Час роботи: як правило, 08.30-21.30 годин. Залежно від обставин можлива робота після 21.30 години.

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

В порту Лос Анджелес діє тропічна вантажна марка.

Ремонт: Доступний.

Прісна вода: Є в наявності.

Бункерівка: Усі сорти паливно-мастильних матеріалів доступні у багатьох нафтових компаній.

Державні свята: 1 січня, День інавгурації 20 січня, День Мартіна Лютера Кінга-молодшого 3 пн в січні, День президентів / Вашингтон День народження 3 пн в лютому, день пам'яті Останній пн у травні, День прапора 14 червня, День Незалежності 4 липня, День праці 1-й понеділок вересня, День Колумба 2 пн в

жовтні, День Ветеранів 11 листопада, День подяки Четвертий четвер в листопаді, Різдво 25 грудня.

Робочий час: Протягом 24 годин у 3 зміни.

Відстань між портами: $S = 4816,9$ милі.

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	Місткість, т	Маса т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M_x	M_z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо (0,990 т/м ³)						
NO.1 DEEP F.O.TK.(C)	372,8	80,0	53,316	4,950	4265	396
NO.2 F.O.TK.(P)	177,3	120,0	34,154	2,748	4098	330
NO.2 F.O.TK.(S)	177,3	120,0	34,154	2,748	4098	330
NO.4 F.O.TK.(P)	273,6	200,0	-15,390	2,750	-3078	550
NO.4 F.O.TK.(S)	273,6	200,0	-15,390	2,750	-3078	550
NO.1 H. F.O. SETT. TK.(P)	23,9	23,5	-42,600	10,450	-1001	246
NO.2 H. F.O. SETT. TK.(P)	23,9	23,5	-42,600	10,450	-1001	246
NO.1 H. F.O. SERV. TK.(P)	21,9	21,4	-42,667	10,643	-913	228
NO.2 H. F.O. SERV. TK.(P)	21,9	21,4	-42,667	10,643	-913	228
Всього моторного палива		809,8			2477	3104
Дизельне паливо (0,900 т/м ³)						
M.D.O. TK.(P)	32,2	30	-46,311	1,110	-1389	33

M.D.O. TK.(S)	48,6	45,0	-46,021	1,123	-2071	51
M.D.O. SERV. TK.(P)	18,3	18,1	-42,598	10,468	-771	189
Всього дизельного палива		93,1			-4231	273
Мастило (0,900 т/м ³)						
MAIN L.O.SUMP. TK.	15,0	6,5	-52,229	0,999	-339	6

Продовження табл.4.1

1	2	3	4	5	6	7
G.E. L.O. SETT. TK.(S)	3,9	1,7	-67,000	11,15	-114	19
G.E. L.O. STOR. TK.(S)	3,9	1,8	-67,000	11,15	-121	20
M.L.O. SETT.TK.(S)	15,4	7,2	-68,200	11,15	-491	80
M.L.O. STOR.TK.(S)	15,4	5,4	-69,800	11,15	-377	60
S/T L.O. SUMP. TK.	1,3	0,6	-62,577	1,431	-38	1
NO.1 CYL.O.STOR. TK.(S)	10,4	6,8	-41,000	8,900	-279	61
NO.2 CYL.O.STOR. TK.(S)	16,6	9,1	-41,000	10,55	-373	96
Всього мастила		39,1			-2132	343
Прісна вода (1,000 т/м ³)						
F.W.TK.(P)	104,2	70,0	-73,828	12,456	-5168	872
F.W.TK.(S)	68,2	60,0	-72,000	12,453	-4320	747
DRINK.W.TK. (P)	32,1	30,0	-72,000	12,450	-2160	374
Всього води		160,0			-11648	1993
Інші танки						
F.O.JVER.TK.(P)	16,4	7,9	-41,345	1,112	-327	9
B.H.TK.	33,1	17,8	-64,671	0,972	-1151	17
OILY BILGE TK.	6,5	3,1	-54,553	1,223	-169	4
SLUDGE TK.(P)	8,3	3,9	-48,600	7,500	-190	29
Всього		32,7			-1837	59
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:		1134,7	-15,31	5,09	-17371	5772

Таблиця 4.2.- Розподіл запасів на прихід

Найменування цистерн	Місткість, т	Маса т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо (0,990 т/м ³)						
NO.2 F.O.TK.(P)	177,3	70,0	34,154	2,748	2391	192
NO.2 F.O.TK.(S)	177,3	70,0	34,154	2,748	2391	192
NO.4 F.O.TK.(P)	273,6	85,5	-15,390	2,750	-1316	235
NO.4 F.O.TK.(S)	273,6	85,5	-15,390	2,750	-1316	235
NO.1 H. F.O. SETT. TK.(P)	23,9	23,5	-42,600	10,450	-1001	246
NO.2 H. F.O. SETT. TK.(P)	23,9	23,5	-42,600	10,450	-1001	246
NO.1 H. F.O. SERV. TK.(P)	21,9	21,4	-42,667	10,643	-913	228

Продовження табл.4.2

1	2	3	4	5	6	7
NO.2 H. F.O. SERV. TK.(P)	21,9	21,4	-42,667	10,643	-913	228
Всього моторного палива		400,8			-1678	1802
Дизельне паливо (0,900 т/м³)						
M.D.O. TK.(P)	32,2	10	-46,311	1,110	-463	11
M.D.O. TK.(S)	48,6	7,6	-46,021	1,123	-350	9
M.D.O. SERV. TK.(P)	18,3	18,1	-42,598	10,468	-771	189
Всього дизельного палива		35,7			-1584	209
Мастило (0,900 т/м³)						
MAIN L.O.SUMP. TK.	15,0	6,3	-52,229	0,999	-329	6
G.E. L.O. SETT. TK.(S)	3,9	1,7	-67,000	11,15	-114	19
G.E. L.O. STOR. TK.(S)	3,9	1,8	-67,000	11,15	-121	20
M.L.O. SETT.TK.(S)	15,4	6,5	-68,200	11,15	-443	72
M.L.O. STOR.TK.(S)	15,4	5,4	-69,800	11,15	-377	60
S/T L.O. SUMP. TK.	1,3	0,6	-62,577	1,431	-38	1
NO.1 CYL.O.STOR. TK.(S)	10,4	5,5	-41,000	8,900	-226	49
NO.2 CYL.O.STOR. TK.(S)	16,6	8,1	-41,000	10,55	-332	85
Всього мастила		35,9			-2069	329
Прісна вода (1,000 т/м³)						
F.W.TK.(P)	104,2	45,0	-73,828	12,456	-3322	561
F.W.TK.(S)	68,2	42,0	-72,000	12,453	-3024	523
DRINK.W.TK. (P)	32,1	20,0	-72,000	12,450	-1440	249
Всього води		107,0			-7786	1333
Інші танки						
F.O.JVER.TK.(P)	16,4	7,9	-41,345	1,112	-327	9
B.H.TK.	33,1	17,8	-64,671	0,972	-1151	17
OILY BILGE TK.	6,5	3,1	-54,553	1,223	-169	4
SLUDGE TK.(P)	8,3	3,9	-48,600	7,500	-190	29
Всього		32,7			-1837	59
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:		612,1	-24,29	6,07	-14865	3715

Для забезпечення остійності, необхідно прийняти баласт, приведемо таблицю його розміщення.

Таблиця 4.3.– Розподіл баласту

Найменування цистерн	Місткі-	Маса,	Плечі, м	Моменти, тм
----------------------	---------	-------	----------	-------------

	СТЬ, Т	Т	Х	З	М _х	М _z
NO.2 D.B.W.B. TK.(P)	356,3	356,3	34,305	1,613	12223	575
NO.2 D.B.W.B. TK.(S)	356,3	356,3	34,305	1,613	12223	575
NO.2 S.W.B. TK.(P)	321,8	321,8	35,606	6,013	11458	1935
NO.2 S.W.B. TK.(S)	311,1	311,1	35,434	5,992	11024	1864
NO.3 INN.D.B.W.B. TK.(P)	341,9	341,9	10,026	1,095	3428	374
NO.3 INN.D.B.W.B. TK.(S)	341,9	341,9	10,026	1,095	3428	374
NO.3 S.W.B. TK.(P)	241,7	241,7	11,543	5,819	2790	1406
NO.3 S.W.B. TK.(S)	243,3	241,3	11,978	5,83	2890	1407
NO.3 OUT.D.B.W.B. TK.(P)	294,6	294,6	9,533	2,265	2808	667
NO.3 OUT.D.B.W.B. TK.(S)	303,9	303,9	9,533	2,265	2897	688
NO.4 INN.D.B.W.B. TK.(P)	347,2	347,2	-15,387	1,097	-5342	381
NO.4 INN.D.B.W.B. TK.(S)	347,2	347,2	-15,387	1,097	-5342	381
NO.4 S.W.B. TK.(P)	222,0	222,0	-14,942	5,718	-3317	1269
NO.4 S.W.B. TK.(S)	229,7	229,7	-15,118	5,737	-3473	1318
NO.4 OUT.D.B.W.B. TK.(P)	350,5	350,5	-13,771	2,219	-4827	778
NO.4 OUT.D.B.W.B. TK.(S)	350,5	350,5	-13,771	2,219	-4827	778
NO.5 D.B.W.B. TK.(P)	248,3	248,3	-33,943	1,736	-8428	431
NO.5 D.B.W.B. TK.(S)	248,3	248,3	-33,943	1,736	-8428	431
NO.5 S.W.B. TK.(P)	204,7	84	-34,734	5,971	-2918	502
ВСЬОГО БАЛЛАСТА:		5540,5	3,30	2,91	18291	16145

Розподіл вантажів представлений у табл.4.4.

Таблиця 4.4 – Розподіл вантажів

Найменування приміщення	Площа прим.,м ²	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			х	z	М _х	М _z
1	2	3	4	5	6	7
Палуба 1	1715	219,24	-7,66	4,10	-1679	899
Палуба 2	1661	224,388	-4,52	6,30	-1014	1414
Палуба 3	2258	352,842	9,65	8,50	3405	2999
Палуба 4	2490	370,728	15,85	11,10	5876	4115
Палуба 5	3564	491,052	-2,70	14,60	-1326	7169

Продовження табл.4.4

1	2	3	4	5	6	7
Палуба 6	3710	430,08	-1,85	17,65	-796	7591
Палуба 7	3659	405,504	2,75	20,66	1115	8378
Палуба 8	4199	559,104	3,40	23,86	1901	13340
Палуба 9	4196	445,44	2,56	26,47	1140	11791
Палуба 10	4208	241,152	2,40	28,87	579	6962
ВСЬОГО ВАНТАЖУ:		3739,53	2,46	17,29	9201	64658

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

Таблиця 4.5 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на відхід

Найменування статей навантаження	На відхід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		х	z	М _х	М _z
Судно порожнє	11676	-8,04	15,76	-93875	184014
Константа	181	-26,15	10,50	-4733	1901
Суднові запаси	1134,7	-15,31	5,09	-17371	5772
Вантаж	3739,53	2,46	17,29	9201	64658
Баласт	5540,5	3,30	2,91	18291	16145
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНІСТЬ:	22271,7	-3,97	12,23	-88487	272490

Таблиця 4.6 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на прихід

Найменування статей навантаження	На прихід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		х	z	М _х	М _z
Судно порожнє	11676	-8,04	15,76	-93875	184014
Константа	181	-26,15	10,50	-4733	1901
Суднові запаси	612,1	-24,29	6,07	-14865	3715
Вантаж	3739,53	2,46	17,29	9201	64658
Баласт	5540,5	3,30	2,91	18291	16145
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНІСТЬ:	22126,8	-4,05	12,28	-89699	271687

Схематично вантажний план представлений на рис.4.1.

4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності

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

Таблиця 4.7 – Розрахунки посадки судна на відхід і на прихід

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	22271,7	21749,1
Абсциса центра ваги судна, м	x_g	-3,97	-3,95
Водотоннажність об'ємна, м ³	$V = D / \rho$	21814	21219
Густина заборотної води, т/м ³	ρ	1,021	1,025
Осадка судна, м	T	8,53	8,37
Момент диферентуючий на 1 см, тм/см	M_{cm}	347,3	335,6
Абсциса центра величини судна, м	x_c	-3,45	-3,24
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	x_f	-11,74	-11,25
Апліката поперечного метacentра, м	z_m	14,00	14,00
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,577	0,573
Диферент судна, м	$d = D(x_g - x_c) / (100M_{cm})$	-0,33	-0,46
Осадка судна носом, м	$T_H = T + (L/2 - x_f) d / L$	8,34	8,11
Осадка судна кормою, м	$T_K = T_H - d$	8,67	8,57

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

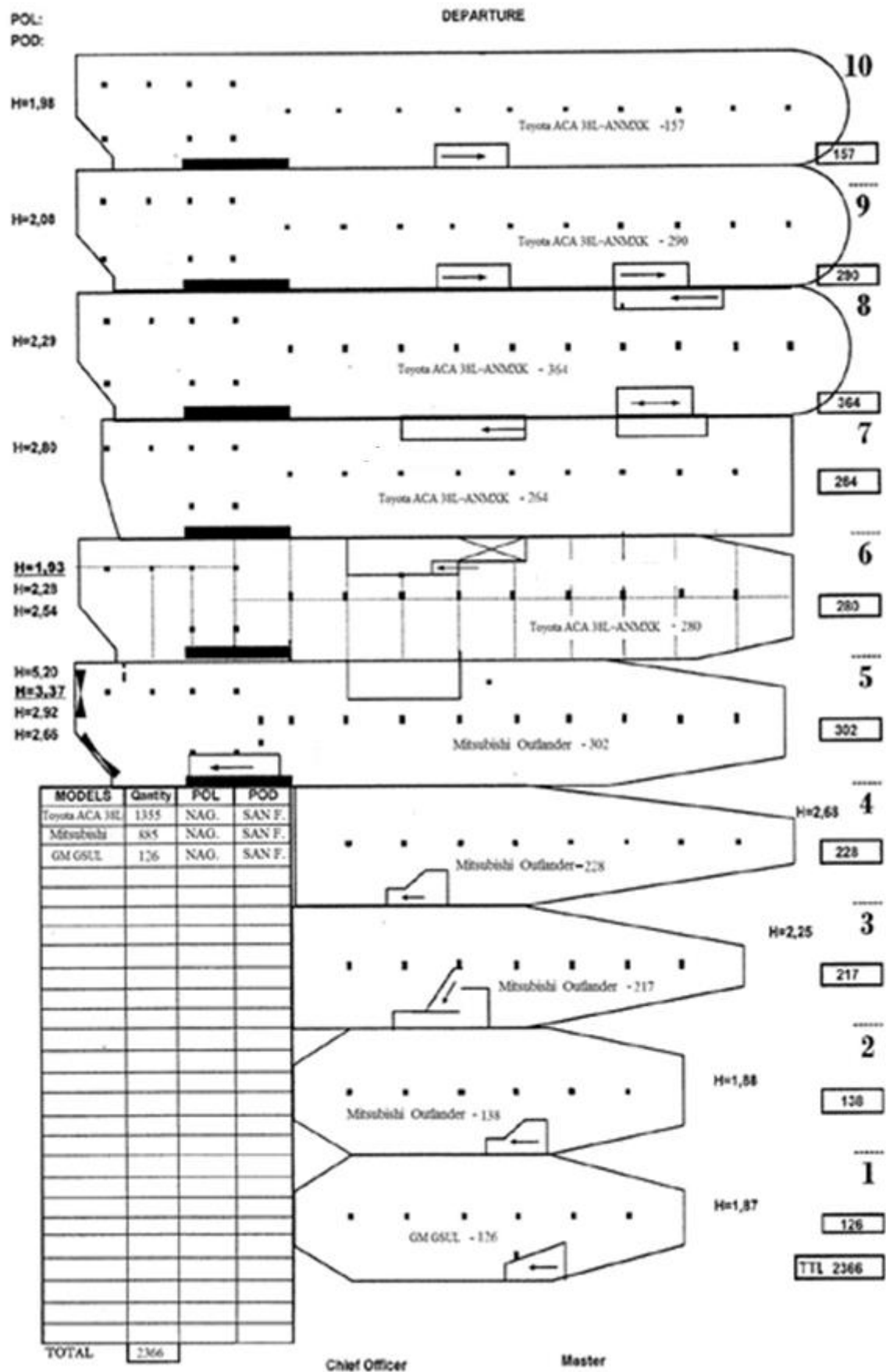


Рисунок. 4.1 – Вантажний план судна

Таблиця 4.8 – Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h , тм
----------------------	-------------------

NO.1 DEEP F.O.TK.(C)	109
NO.2 F.O.TK.(P)	292
NO.2 F.O.TK.(S)	292
NO.4 F.O.TK.(P)	853
NO.4 F.O.TK.(S)	853
M.D.O. TK.(P)	40
M.D.O. TK.(S)	75
F.W.TK.(P)	165
F.W.TK.(S)	119
NO.5 S.W.B. TK.(P)	139
Сума: $\Sigma \Delta m_h$	2937

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний у табл.4.9.

Таблиця 4.8 – Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	22271,7	21749,1
Невиправлена апліката центра ваги судна, м	z_{g0}	12,23	12,43
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	14,00	14,00
Невиправлена метацентрична висота, м	$h_0 = z_m - z_{g0}$	1,77	1,57
Виправлення на вільні поверхні, м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / D$	0,13	0,14
Виправлена апліката центра ваги судна, м	$z_g = z_{g0} + \Delta h$	12,36	12,57
Виправлена метацентрична висота, м	$h = h_0 - \Delta h$	1,64	1,43

4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації

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

Таблиця 4.10 – Перевірка остійності по критичній аплікаті центра ваги судна

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	22271,7	21749,1

Виправлена апліката Ц.В. судна, м	z_g	12,36	12,57
Максимальна гранична апліката Ц.В., м	$z_g^{\max}$	13,48	13,49

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

4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності

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

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

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

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

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

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

Таблиця 4.11 – Розрахунок плечей статичної остійності на відхід

Водотоннажність D, т								22271,73	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м								12,23	
Апліката умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «O»)								0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м								12,36	
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$									
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	2,419	0,174	2,151	0,268	4	1,072	3	0,804	
20	4,758	0,342	4,227	0,531	2	1,062	3	1,593	
30	7,029	0,500	6,180	0,849	4	3,396	1	0,849	
40	9,143	0,643	7,947	1,196	1	1,196	$\sum_{30}$	3,246	
50	11,158	0,766	9,468	1,690	$\sum_{40}$	6,726	$a_{0-30} = 3 \times 0,1745 \times 3,246 / 8 = 0,212$		
60	13,302	0,866	10,704	2,598	$a_{0-40} = 0,1745 \times 6,726 / 3 = 0,391$				
70	15,845	0,940	11,618	4,227	$a_{30-40} = 0,391 - 0,212 = 0,179$				

Таблиця 4.12 – Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність D, т							21749,13	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							12,43	
Апліката умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м							12,57	
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
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	2,419	0,174	2,187	0,232	4	0,928	3	0,696
20	4,761	0,342	4,299	0,462	2	0,924	3	1,386
30	7,028	0,500	6,285	0,743	4	2,972	1	0,743
40	9,123	0,643	8,083	1,040	1	1,040	$\sum_{30}$	2,825
50	11,127	0,766	9,629	1,498	$\sum_{40}$	5,864	$a_{0-30} = 3 \times 0,1745 \times 2,825 / 8 = 0,185$	
60	13,256	0,866	10,886	2,370	$a_{0-40} = 0,1745 \times 5,864 / 3 = 0,341$			
70	15,780	0,940	11,816	3,964	$a_{30-40} = 0,341 - 0,185 = 0,156$			

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 (ІМО) містяться в Adoption of the International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code), Resolution MSC.267(85).

Розрахунок нормованих параметрів остійності виконаний у табл. 4.13.

Таблиця 4.13 - Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	22271,7	21749,1
Осадка судна, м	T	8,53	8,37
Виправлена метацентрична висота, м	h	1,64	1,43
Площа парусності, м ²	A _v	3876	3902
Апліката центра парусності (ЦП), м	z	11,80	11,88
Плече парусності при постійному вітрі, м	$z_v = z + T/2$	16,07	16,07
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	$l_{w1}=0,504 A_v z_v / (g D)$	0,144	0,148
Кренувальне плече від пориву вітру, м	$l_{w2} = 1,5 l_{w1}$	0,216	0,222
Відносна площа скулових кілей,%	$100 A_k / (L B)$	0,625	
Коефіцієнт	k	0,988	
Відносна ширина	B/T	3,28	3,35
Безрозмірний множник	X ₁	0,844	0,830
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,577	0,573
Безрозмірний множник	X ₂	0,922	0,918
Інерційний коефіцієнт	$c=0,373+0,023B/T-0,043L/100$	0,381	0,382
Період хитамиці, с	$T_0 = 2 c B / \sqrt{h}$	16,7	17,9
Коефіцієнт	S	0,0419	0,0383
Коефіцієнт	$r = 0,73 + 0,6 (z_g - T) / T$	0,996	1,031

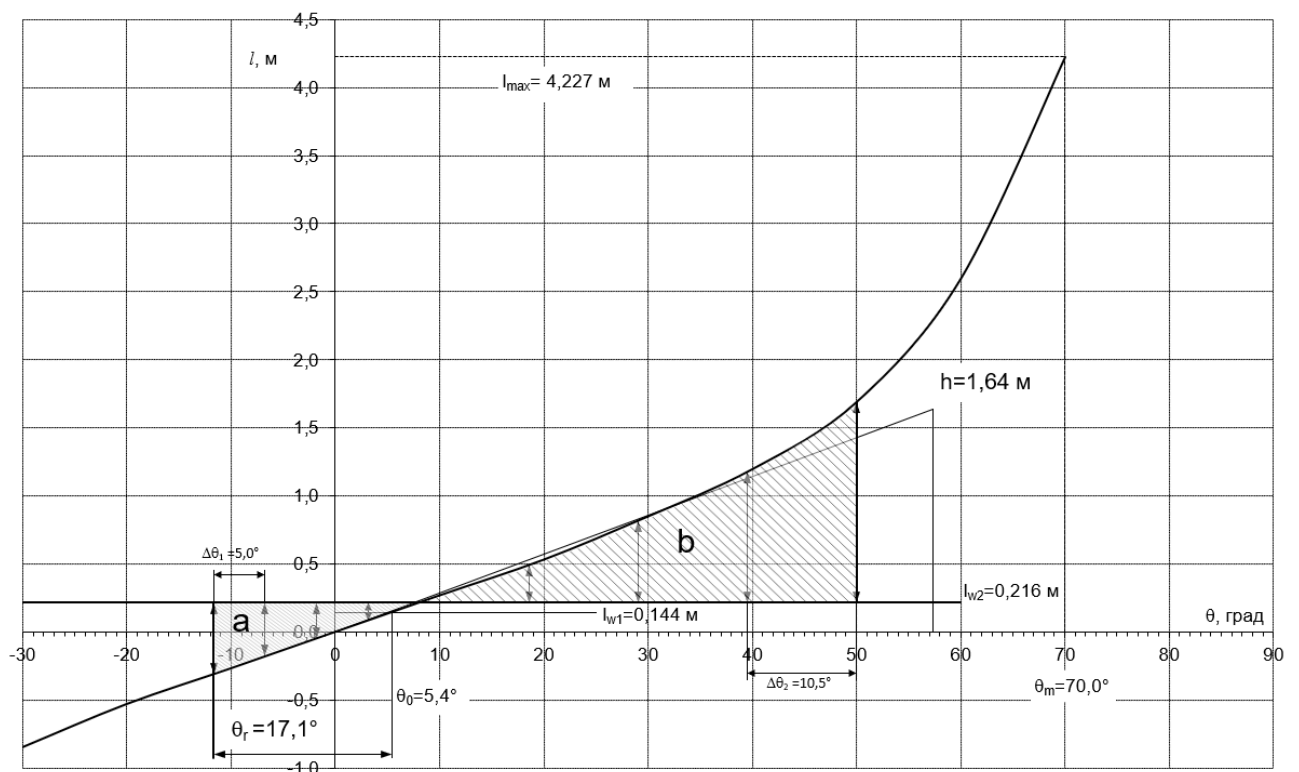


Рисунок 4.3 - Діаграма статичної остійності на відхід і визначення критерію погоди

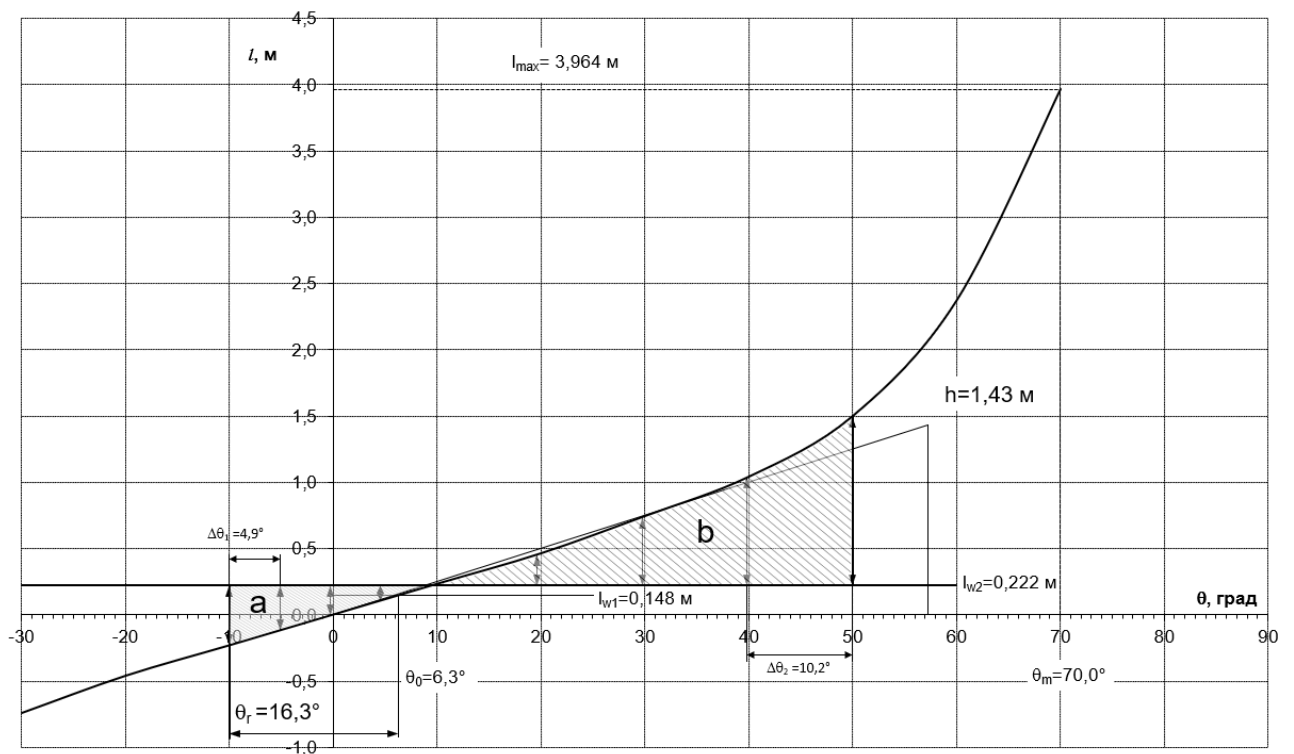


Рисунок 4.4 - Діаграма статичної остійності на прихід і визначення критерію погоди

Продовження табл.4.13

1	2	3	4
Амплітуда хитавиці, °	$\theta_r = 109 \text{ k } X_1 X_2 \sqrt{rS}$	17,1	16,3
Кут заливання, °	θ_f	>60	>60
Кут входу палуби у воду, °	$\theta_d = \arctg(2(H - T) / B)$	57,6	57,8
Кут крену від постійного вітру, °	θ_0	5,4	6,3
Кут крену при хитавиці назустріч вітру, °	$\theta_1 = \theta_r - \theta_0$	11,7	10,0
Границя площ. “b” діаграми праворуч, °	θ_b	50	50
Площа “a” діаграми, м-рад	a	0,091	0,078
Площа “b” діаграми, м-рад	b	0,464	0,382
Критерій погоди	$K = b / a$	0,091	0,078

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

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

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

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (11,7 + 1,5 \cdot 5,4)/4 = 4,95^\circ$			$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 4,95^\circ/57,3 = 0,0864 \text{ рад}$		
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 5,4)/4 = 10,48^\circ$			$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 10,48^\circ/57,3 = 0,1828 \text{ рад}$		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0,528$	1	0,528	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,396$	4	1,584	$b_2 = 0,276$	4	1,104
$a_3 = 0,264$	2	0,528	$b_3 = 0,600$	2	1,200
$a_4 = 0,130$	4	0,520	$b_4 = 0,960$	4	3,840
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 1,474$	1	1,474
		$\Sigma_a = 3,160$			$\Sigma_b = 7,618$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 3,160 \times 0,0864 = 0,091$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 7,618 \times 0,1828 = 0,464$		

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

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (10,0 + 1,5 \cdot 6,3)/4 = 4,88^\circ$			$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 4,88^\circ/57,3 = 0,0851 \text{ рад}$		
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 6,3)/4 = 10,15^\circ$			$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 10,15^\circ/57,3 = 0,1771 \text{ рад}$		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0,454$	1	0,454	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,342$	4	1,368	$b_2 = 0,228$	4	0,912
$a_3 = 0,227$	2	0,454	$b_3 = 0,513$	2	1,026
$a_4 = 0,116$	4	0,464	$b_4 = 0,813$	4	3,252
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 1,276$	1	1,276
		$\Sigma a = 2,740$			$\Sigma b = 6,466$
$a = \frac{1}{3} \Sigma a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 2,740 \times 0,0851 = 0,078$			$b = \frac{1}{3} \Sigma b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 6,466 \times 0,1771 = 0,382$		

4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

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

Таблиця 4.16 – Перевірка виконання рекомендацій ІМО

Найменування величин	Позна- чення	Значення величин			Викон. (YES/ NO)
		норма- тивні	відхід	прихід	
Загальні критерії:					
Площа під ДСО до кута крену 30 ⁰ , м·рад	A ₃₀	≥ 0,055	0,212	0,185	YES
Площа під ДСО до кута крену 40 ⁰ , м·рад	A ₄₀	≥ 0,09	0,391	0,341	YES
Площа під ДСО між 30 ° і 40 °, м рад	A ₃₀₋₄₀	≥ 0,03	0,179	0,156	YES
Плече ДСО при куті крену 30° або більше, м	l ₃₀	≥ 0,20	0,849	0,743	YES
Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, °	θ _m	≥ 25	70,0	70,0	YES
Виправлена метацентрична висота, м	h	> 0,15	1,64	1,43	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	5,10	4,90	YES
Кут крену від постійного вітру, °	θ ₀	≤ 16,0	5,4	6,3	YES

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

4.7 Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу

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

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

Розрахунок міцності виконаємо використовуючи схвалену класифікаційним товариством програму «Autload 6.0».

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

Таблиця 4.17 – Перевірка подовжньої міцності на відхід

Переріз	X, м	SF, т	SFsea, %	Доп.SF, т	BM, тм	BMsea, %	Доп.BM, тм
1	2	3	4	5	6	7	8
12	-70,60	1184	42,27	2800	7488	42,79	17500
31	-55,40	1816	64,85	2800	31992	63,98	50000
50	-40,20	1634	56,36	2900	59452	69,94	85000
53	-37,80	1525	56,47	2700	63248	68,01	93000
65	-28,20	1085	40,18	2700	75871	68,97	110000
84	-13,00	304	11,24	2700	86316	68,50	126000
97	-2,60	-229	13,47	-1700	86757	67,78	128000
102	1,40	-493	18,27	-2700	85231	67,11	127000
120	15,80	-1100	40,75	-2700	73560	63,97	115000
129	23,00	-1348	49,94	-2700	64739	58,85	110000
138	30,20	-1532	56,76	-2700	54273	54,27	100000
156	44,60	-1596	59,09	-2700	31316	44,74	70000
161	48,60	-1551	57,46	-2700	25035	41,73	60000
173	58,20	-1069	39,59	-2700	12409	35,45	35000
190	71,80	-482	17,87	-2700	2366	23,66	10000

Максимальна перерізуюча сила 1816 т на 31 шпангоуті.

Максимальний згинальний момент 86757 тм на 97 шпангоуті.

На рис.4.4. представлена епюра міцності на відхід.

За результатами розрахунків, які приведені, у таблицях і на графіку можна зробити висновок, що протягом усього рейсу загальна поздовжня міцність забезпечена.

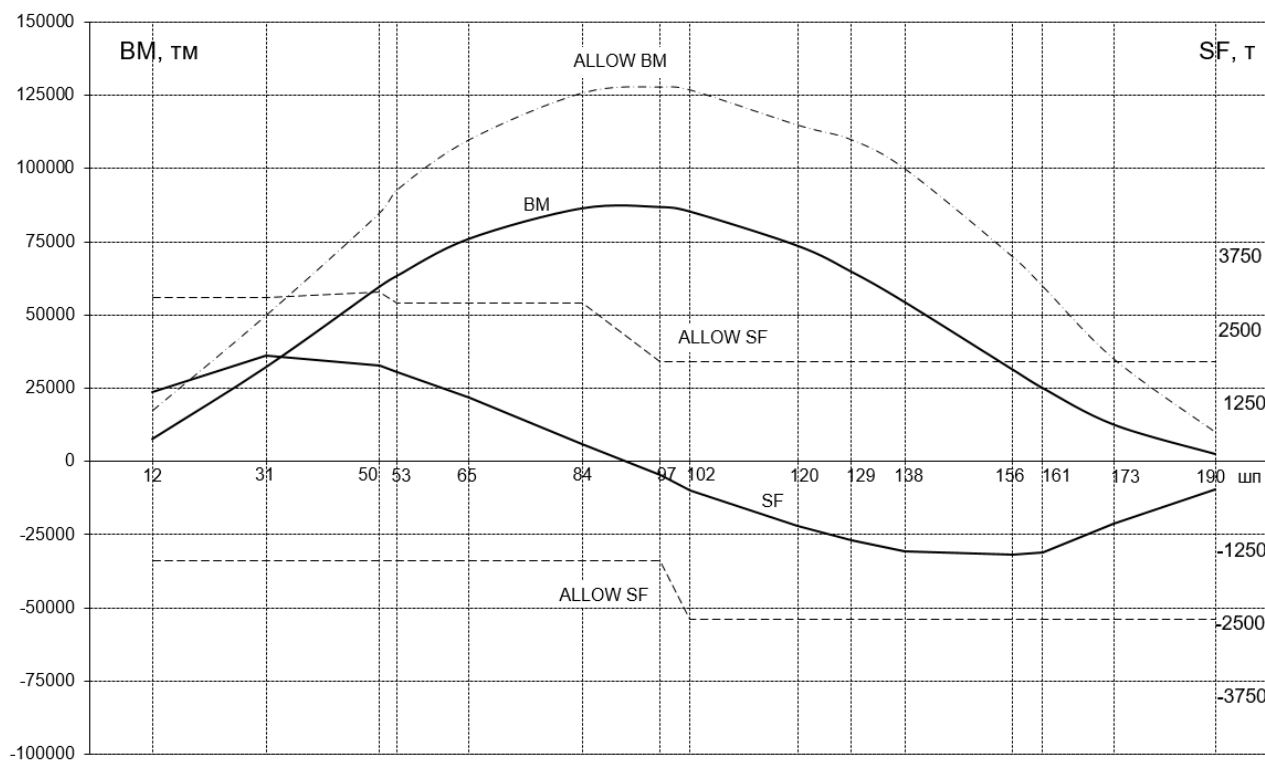


Рисунок 4.4 - Епюра перерізуючих сил і згинальних моментів на відхід

РОЗДІЛ 5

ТЕХНОЛОГІЇ ПРОГНОЗУВАННЯ МАНЕВРУВАННЯ СУДНА: ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ НАВЧАННЯ ТА НАВІГАЦІЙНОГО ВИКОРИСТАННЯ

5.1 Вступ

У практиці керування судном використовується кілька технологій прогнозування маневрування, щоб краще зрозуміти розвиток руху судна. Існує історичний розвиток від дуже простих методів, які базуються лише на вимірюванні поточних рухів судна, до високотехнологічних інноваційних технологій, де складні моделі суден використовуються для прогнозування реакції на кермо, двигун або підруючу дію або навіть зовнішні ефекти, такі як вітер і мілководдя для відповідного періоду часу майбутнього руху. У даній роботі вже відомі технології порівнюватимуться з потенційними новими методами від одноразового до множинного прогнозування та прогнозування на крок вперед із неперевершеним розширенням горизонту прийняття рішень:

- найпростішим прогнозуванням є вектор швидкості, що дає лише інформація про миттєву швидкість і напрямок руху;
- передбачення шляху відображає миттєву швидкість, а також поворотний рух судна, тому його можна розглядати як вектор швидкості з кривизною відповідно до кількості швидкості повороту;
- динамічне передбачення показує реальний шлях відповідно до команд керування, наданих імітаційною моделлю;
- нове передбачення наступного маневру можливе не лише для одного, але принаймні для двох або більше сегментів маневрування;
- паралельне прогнозування можна використовувати щоб відобразити та порівняти деякі з попередніх методів передбачення паралельно, щоб краще зрозуміти рух і точність передбачення;

– множинне передбачення використовується для моделювання багатьох маневрів, щоб сформувати групу маневрових доріжок із характерними маневрами, щоб забезпечити огляд області корабля.

Програмна система SAMMON для «Simulation Augmented Maneuvering Design, Monitoring & Conning» буде використовуватися для демонстрації та аналізу різних методів прогнозування. Ця система була розроблена протягом багатьох років, і багатообіцяючий досвід був отриманий у Центрі морського моделювання Warnemuende MSCW (рис. 5.1).



Рисунок 5.1 – Центр морського моделювання Warnemuende MSCW

Програмне забезпечення засноване на інноваційній технології швидкого прогнозування та інтерфейсу (RAPIT) для імітації руху суден (рис. 5.2) за допомогою складних динамічних математичних моделей і негайного відображення траєкторії суден на основі моделювання швидкого часу на електронній морській карті. Використання цієї технології дає змогу зрозуміти потенційні переваги методів прогнозування, які обговорюються як для навчання на симуляторі, так і для майбутнього бортового застосування.

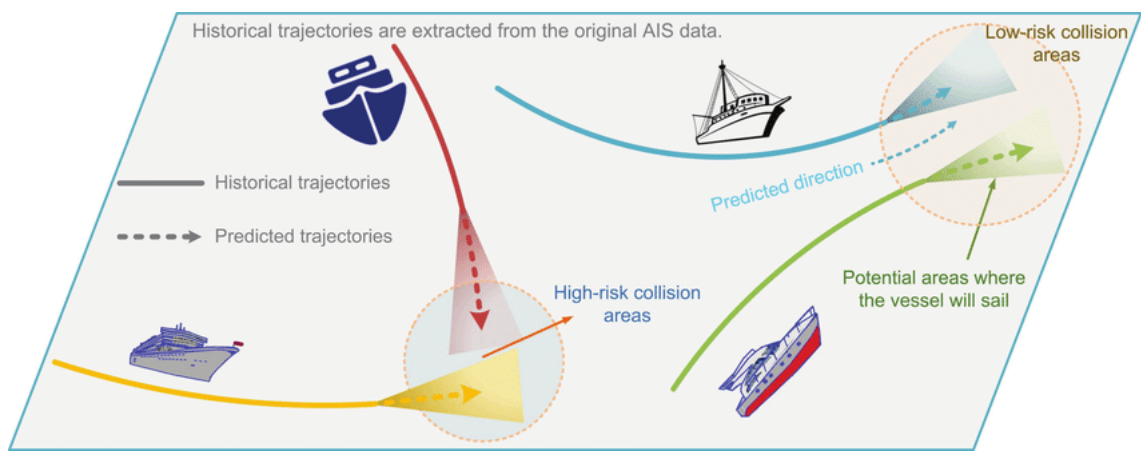


Рисунок 5.2 – Технологія швидкого прогнозування та інтерфейсу (RAPIT)

Система SAMMON представляє повну інформацію з документації маневрування суден і додаткових пробних вимірювань, які були зведені в складну динамічну симуляцію судна. модель, здатна імітувати вплив навколишнього середовища. Навіть зі стандартними комп'ютерами він моделює в 1000 разів швидше, ніж у реальному часі: за 1 секунду обчислювального часу він моделює маневр, що займає до 20 хвилин. Ця технологія була започаткована в дослідницькій діяльності «Інституту інноваційного моделювання суден і морських систем» ISSIMS у Центрі морського моделювання Варнемюнде MSCW, який є частиною Hochschule Wismar, Університету прикладних наук – технології, бізнесу та дизайну в Німеччині, зокрема в його Кафедра морських досліджень, системної інженерії та логістики. Технологія була вдосконалена та підтримується компанією ISSIMS GmbH [25]. Існує кілька модулів системи швидкого моделювання часу (FTS):

– Центральним елементом SAMMON є інноваційна система для «Simulation Augmented Maneuvering – Design, Monitoring & Conning». Вона складається з кількох модулів програмного забезпечення, два найважливіші з яких:

- (a) модуль проектування та планування маневрування та
- (b) модуль моніторингу та управління маневруванням із багаторазовим прогнозуванням динамічного маневрування.

Ці модулі призначені як для лекцій, так і для навчання на симуляторах для керування судном, а також для допомоги у маневруванні реальних кораблів на

борту (рис. 5.3), напр. для попередньої підготовки планів маневрування для складних підходів до гавані/відходів.



Рисунок 5.3 – Simulation Augmented Maneuvering – Design, Monitoring & Conning

– Створено важливі інструменти для підтримки SAMMON, напр. програмне забезпечення SIMOPT для модифікації параметрів математичної моделі судна як для симуляторів суден у Ship Handling Simulators (SHS), так і для бортового застосування системи SAMMON і програмного модуля SIMDAT для аналізу/відображення результатів моделювання як з моделювання в SHS або SIMOPT /SAMMON, так і з реального судна випробування [26]. Інтерфейс інструменту SAMMON Maneuvering Design & Planning об'єднує наступні вікна (рис. 5.4)

– Праве вікно представляє кермування/панель керування: воно призначене для налаштування елементів керування для вибраної фактичної точки маневрування MP (фактична позиція червоним) або введення умов середовища, напр. вітер, течія та глибина води (внизу праворуч),

– Центральне вікно відображає електронну навігаційну карту (ENC), де візуалізується змодельований рух судна: положення кораблів показано як чорні контури, що вказують інтервали часу для діапазону відображення. Базове положення можна перемістити за допомогою повзунка часу внизу в будь-яку позицію вже передбаченої доріжки. Там можна встановити новий MP і змінити елементи керування [27].

– У лівому та верхньому вікнах відображається статус корабля в базовій позиції корабля на треку, позначений як форма корабля синім кольором у ENC –

цей статус визначається, напр. поточні навігаційні дані та фактичні дані управління маневруванням судна.

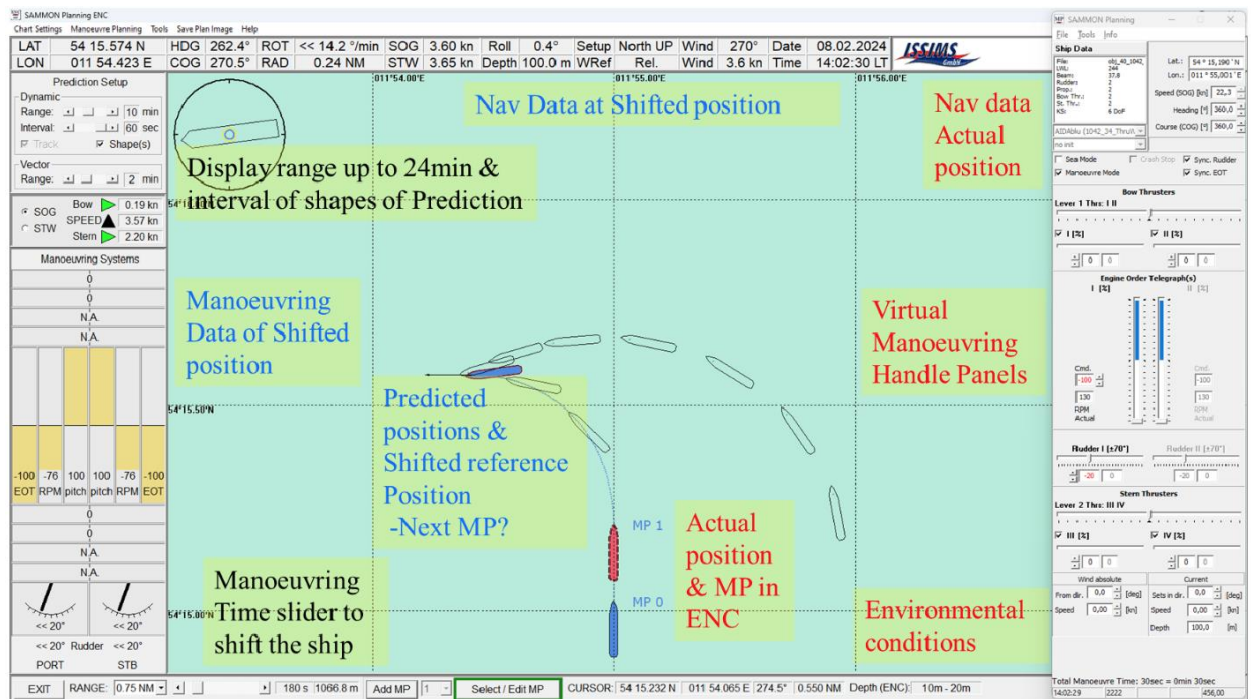


Рисунок 5.4 – Елементи інтерфейсу інструменту SAMMON Maneuvering Design & Planning із додатковими коментарями

Переваги для підвищення ефективності лекційного навчання та навчання на тренажерах за допомогою цих методів очевидні, особливо для складних систем маневрування, і будуть показані в цій статті за допомогою використання суден як з двогвинтовим, так і з азимутальним рушієм для обговорення ефектів маневрування [28].

5.2 Вектор швидкості як просте прогнозування та використання для індикації гальмівної дистанції

Вектор швидкості вказує на миттєву швидкість судна, а також на напрямок руху. Вектор вказує на миттєвий напрямок руху судна. Це означає, що під час руху на циркуляції вектор швидкості є дотичною до кругової доріжки [29]. Зазвичай довжину вектору можна регулювати за його довжиною, напр. від 1 до 6 хв. Це означає, що вектор показує відстань уздовж руху судна в цей період часу.

Довжину цього вектору можна використовувати як еталонну довжину для характеристик маневрування, які залежать від швидкості судна, наприклад, для

порівняння із гальмівною дистанцією від певної початкової швидкості, зокрема, коли судно рухається по прямій.

Одним із елементів під час лекцій на курсах навчання на тренажерах є ознайомлення з характеристиками маневрування судна та їх ефективне застосування – і SAMMON є дуже розумний інструмент, щоб зробити це за короткий час і з великим успіхом. У наступному прикладі розглядається можливість зупинки судег. Зокрема, для зразків у цій дипломній роботі використовується математична модель круїзного лайнера «AIDAblu». Це судно має наступні розміри: довжина L_{PP} = 244,6м, ширина B = 32,2м, середня осадка T_m = 7,00м (рис. 5.5). Судно оснащено двома тангажними гвинтами, двома рулями та двома підрулювачами, кожен на носі та на кормі [30].



Рисунок 5.5 - Круїзний лайнер «AIDAblu»

Щоб отримати загальне уявлення про гальмівні дистанції суден на різних швидкостях і з різною кормовою потужністю, деякі тестові ділянки можна виконати за допомогою Design & Planning (рис. 5.6 – 5.7) або за допомогою програм SIMOPT і SIMDAT (рис. 5.8) [31].

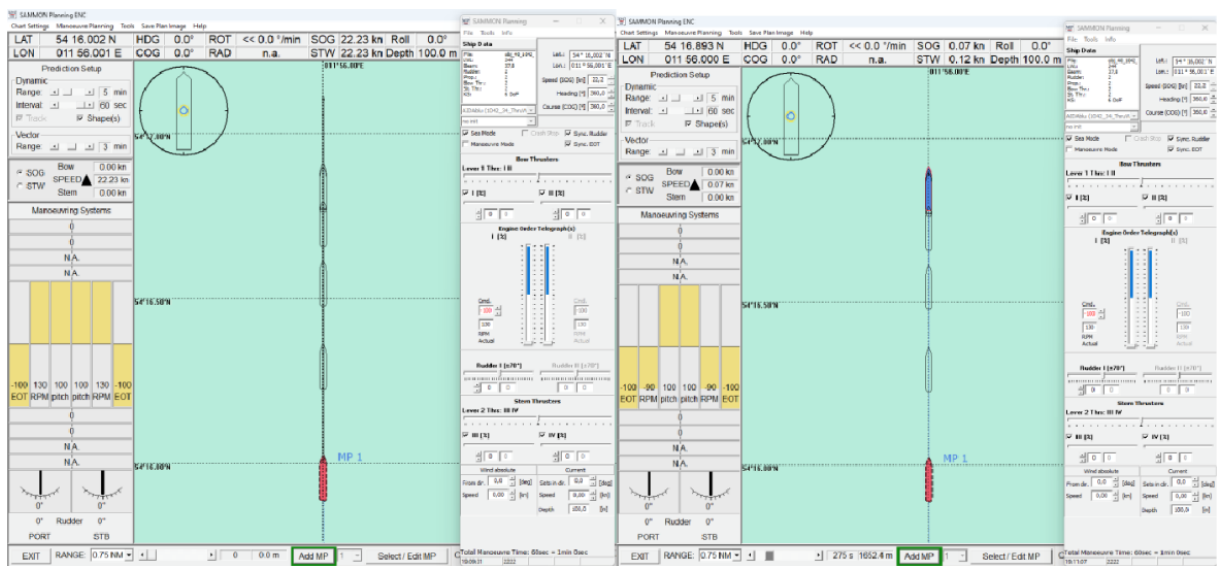


Рисунок 5.6 – Відображення модуля проектування та планування маневрування: аварійна зупинка з повного попереду (ЕОТ=+100% для 22,2 вуз.) на МР1

За допомогою інструмента планування (рис. 5.4) судно можна встановити у вікні карти на початкову позицію МР0 (рис. 5.7), де початкову швидкість можна регулювати за допомогою ручок у правому вікні. Потім судно пересувається повзунком часу вниз вікна діаграми, напр. у положення через 1 хвилину, і там МР 1 встановлюється натисканням «Add MP». Потім маніпулятори на цьому МР1 використовуються для реверсу двигуна до ЕОТ=-100%, і негайно положення зупинки можна побачити у вікні діаграми [32].

Поки такий складний інструмент динамічного прогнозування ще не доступний на містку або в симуляторі, корисно використовувати вектор швидкості як альтернативу, оскільки він показує відстань, яку судно проходить у векторному наборі часу [22, 33 – 36].

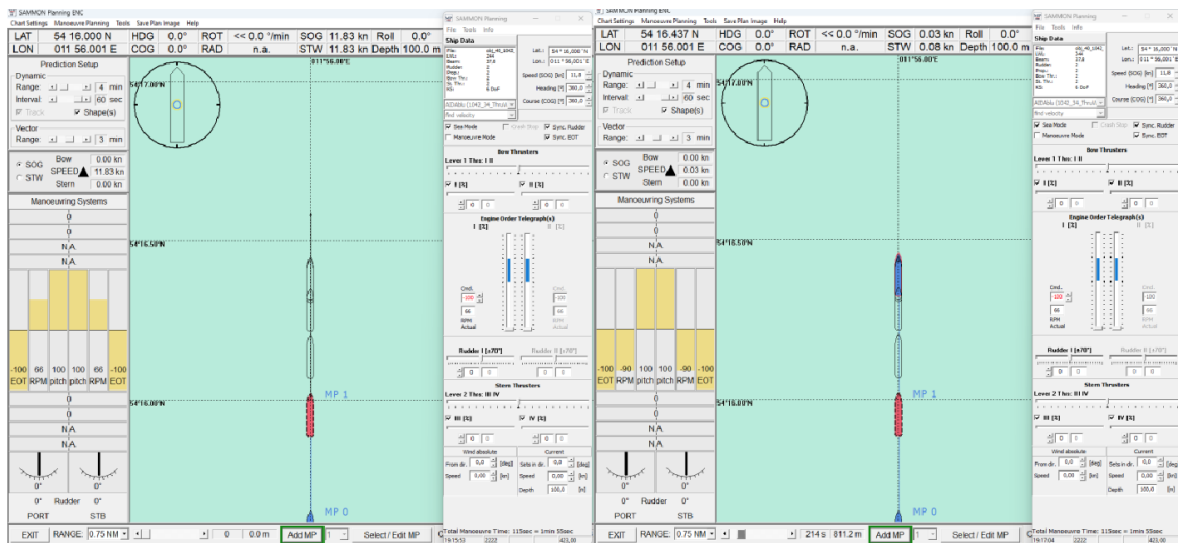


Рисунок 5.7 – Відображення модуля проектування та планування маневрування:

маневр зупинки з половини попереду (ЕОТ=+50% для 11,8 вузлів) на МР1

Основна ідея полягає в тому, щоб відрегулюйте довжину векторів швидкості до гальмівного шляху: необхідну довжину вектору швидкості можна легко обчислити за допомогою відомого співвідношення швидкість = відстань / час, яке можна змінити на час = відстань / швидкість. З цього рівняння ми можемо обчислити векторний час:

$$t_{\text{vector}} = \text{Stop way} / \text{Starting speed}. \quad (5.1)$$

Наприклад, дистанція зупинки при аварії 1600 м із початкової швидкості 22 вуз (12 м/с) дає:

$$t_{\text{vector}} = 1600 \text{ m} / 12 \text{ m/s} = 133 \text{ s} = 2:13 \text{ min}. \quad (5.3)$$

За допомогою інструменту SIMOPT серія попередньо розроблених процедур маневрування може бути змодельована за дуже короткий час. На рис. 5.8 показано результати кількох маневрів зупинки для кількох порядків двигуна, зокрема для шляху зупинки від початкової швидкості та векторного часу, діаграма показує графічне представлення. Ці розрахунки були зроблені для всіх гальмівних шляхів суцільних ліній на рис. 5.8 (внизу), щоб отримати графіки ламаної лінії для відповідних векторних часів. Результатом є те, що для всіх маневрів зупинки з повною кормою (ЕОТ=-100%; червона лінія) векторний час менший за 2,5 хвилини (червона пунктирна лінія); а для маневрів зупинки з повільною кормою (ЕОТ=-30%, синя лінія) векторний час менше 3 хвилин (синя пунктирна лінія) [37].

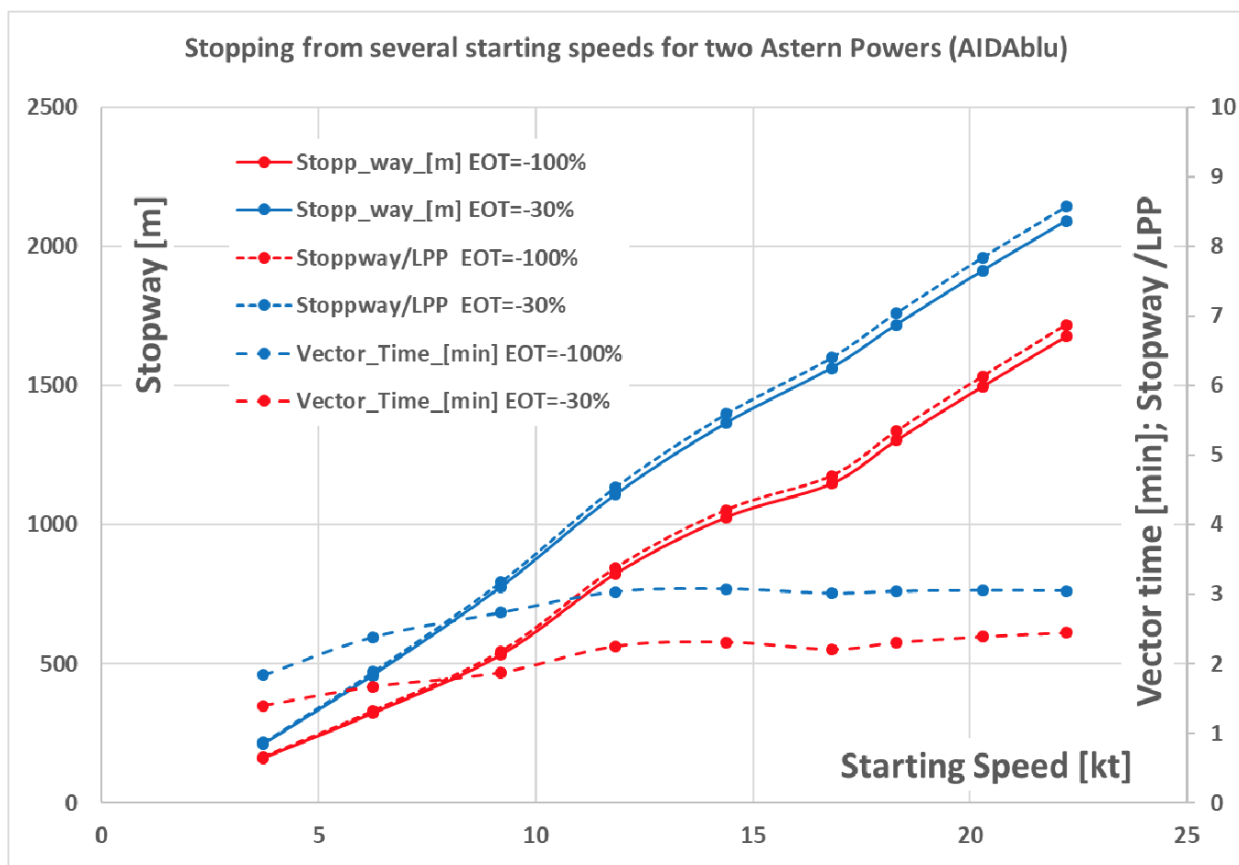


Рисунок 5.8 – Діаграма вершини для відстаней (суцільні лінії в [m], пунктирні лінії, поділені на LPP) і відповідні часи для довжини вектору швидкості (пунктирні лінії) із серії маневрів зупинки для кількох швидкостей швидкості вперед від EOT = 20 до 100 % і для двох варіантів кормової потужності з EOT = -100% і -30% для моделі круїзного лайнера AIDAbLu

Ці знання можна застосувати на практиці, як показано на рис. 5.9, де судно зупиняється на відстані 6,2 вузла під час входу в зону розвороту порту Ростока: з повною кормою EOT = -100% фігури судна з чорною точкою показують, що судно підходить до трюму. достатньо до кінця 3-хвилинного вектору швидкості; і навіть із нижчою силою за кормою вона зупиняється раніше, ніж 3-хвилинний вектор.

Таким чином, можна зробити висновок: встановлення вектору швидкості для $t_{\text{vector}} = 3$ хв дасть деякий додатковий запас безпечної дистанції та навіть дозволить зупинити судно з меншою силою за кормою EOT= лише -30%.

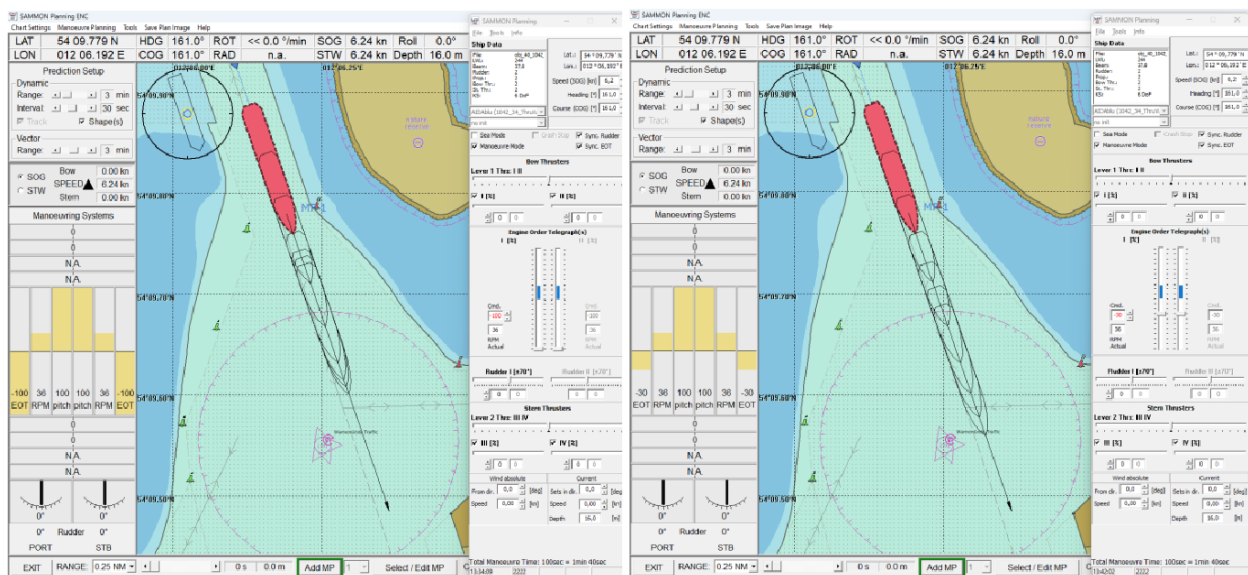


Рисунок 5.9 – Відображення модуля планування SAMMON із маневрами гальмування для AIDAblu від Dead SlowAhead (EOT 30%, 6,24 kn) до Full Astern EOT=-100% (ліворуч) і Dead Slow Astern EOT -20% (праворуч) для порівняння динамічного прогнозу (чорний) пунктирні форми, починаючи з червоного контуру) з вектором швидкості (чорна стрілка), встановленим на 3хв

5.2.1. Статичне прогнозування шляху як показника поточного статусу руху

Прогнозування шляху є добре відомою функцією в різних системах навігації або лоцманського проводу на мостах, які використовуються в середовищі зображень ENC або Radar. Він заснований на простому методі використання миттєвої швидкості судна та швидкості повороту як постійної та інтеграції цих значень у часі. Результатом є траєкторія у формі сегмента кола з постійною кривизною, а положення судна показані як рівновіддалені форми суден на цьому колі. Це означає для маневрів повороту для судна з платформою на рис. 5.10 у перший момент після дії керма, коли судно ще не повертається, а потім передбачений шлях, представлений пурпуровими фігурами, які вишикувались у пряму лінію (верхня частина) – те саме, що вектор швидкості. Коли судно починає повертати, прогнозована траєкторія згинається відповідно до миттєвої швидкості повороту. Це означає, що інформація про майбутню траєкторію не дуже інформативна на першій фазі маневру повороту. Прогноз завжди змінюється, дозволяючи отримати лише інформацію про тенденцію напрямку повороту та зміну швидкості повороту. Лише тоді, коли швидкість повороту та швидкість судна досягли свого постійного, стаціонарного стану руху, тоді прогнозована траєкторія дорівнює майбутньому руху судна [39].

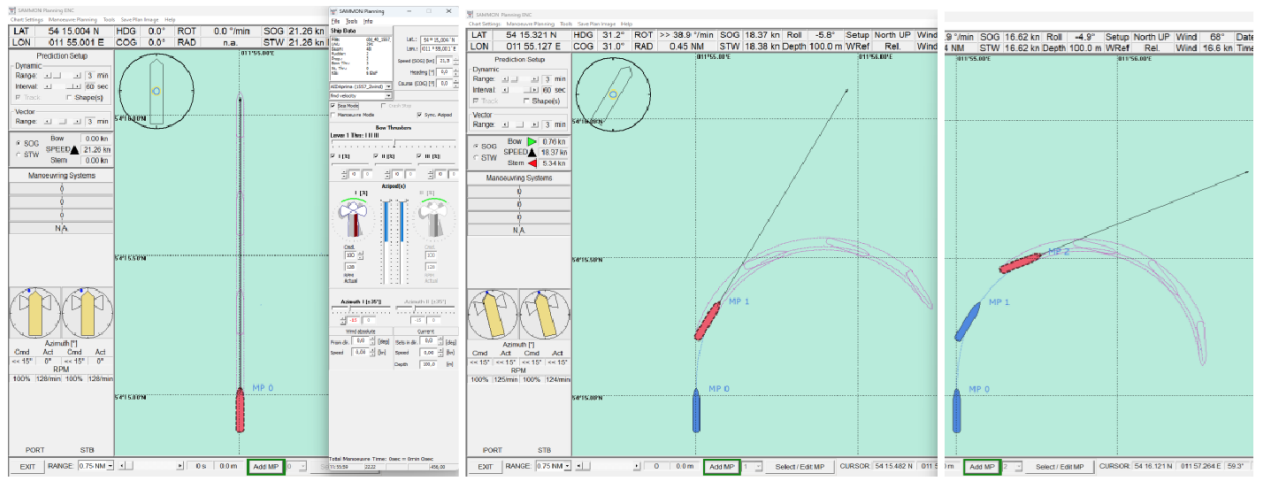


Рисунок 5.10 - Приклади статичного прогнозування шляху (пурпурові форми судна) у SAMMON та планування маневру повороту на судні з азимутальними гвинтами 15°

5.2.2 Прогноз динамічного маневрування як опис планованого руху судна

На відміну від статичного передбачення, динамічне передбачення одразу показує майбутню траєкторію після введення команди, навіть якщо капсула не змінила свого положення.

На рис. 5.11 та рис. 5.12 показано зразок, у якому порівнюються статичні та динамічні методи прогнозування для початку маневру повороту круїзного лайнера з азимутальними гвинтами: на початку маневру повороту, коли швидкість повороту все ще дорівнює нулю (рис. 5.11), обидва прогнози є зовсім іншими, оскільки лише динамічний прогноз показує планову траєкторію.

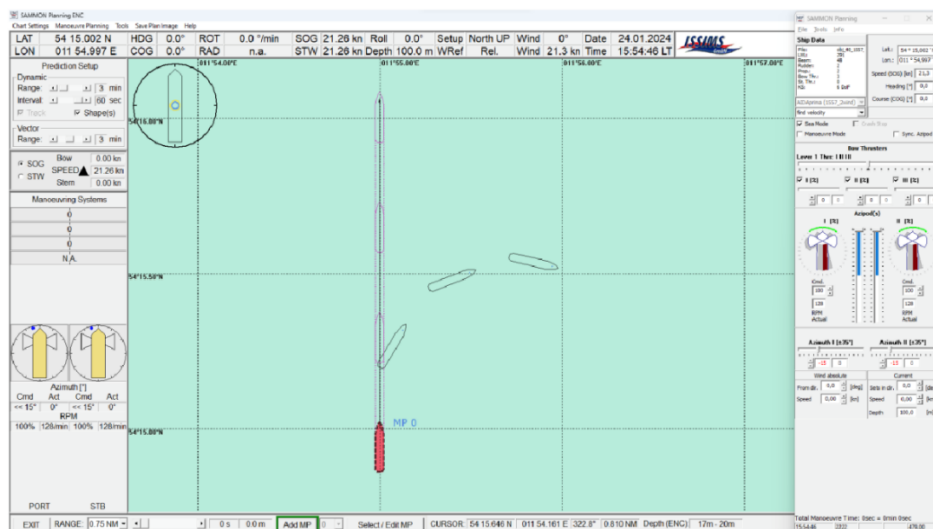


Рисунок 5.11 – Планування маневру повороту судна з азимутальними гвинтами 15°: ситуація на початку маневру повороту одразу після команди керма

Чим більше судно починає повертатися (рис. 5.12), статичне передбачення змінюється, і траєкторія та відстані фігур стають все більш ідентичними з динамічним прогнозом і є рівними, коли досягається стан сталого стану з постійною швидкістю та швидкістю повороту.

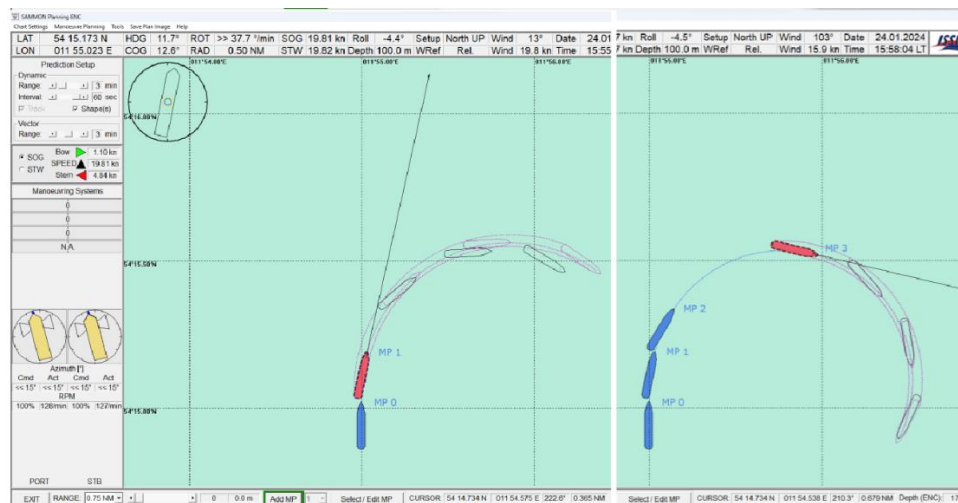


Рисунок 5.12 – Планування маневру повороту судна з азимутальними гвинтами 15°: ситуація після 30 с (ліворуч) і 180 с (праворуч) після ініціювання маневру на МР0

Якщо кермо буде змінено (рис. 5.13), тоді динамічний прогноз негайно показує реакцію та майбутню колію: динамічний прогноз негайно показує зменшення повороту через положення ТОВ-IN 15°, тоді як статичне прогнозування залишається колом на певний час, відповідно до існуючої норми обороту.

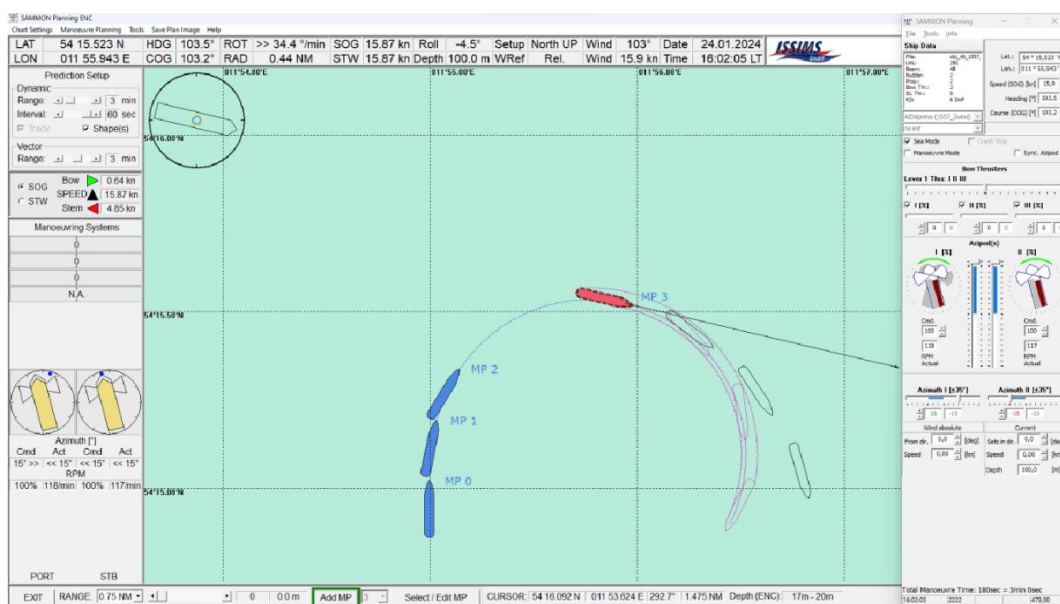


Рисунок 5.13 – Рульовий маневр із стабільного стану, повертаючи лише з командою РТ-азіпода 15° SB на правий борт до сходження 15°

Інструмент планування SAMMON надає завдяки своїм динамічним прогнозам неперевершену можливість демонстрації динаміки судна під час лекцій, а також індивідуальних тренувань студентів на ноутбуках за допомогою екранних ручок маневрування. Він унікальний тим, що забезпечує більше прогнозів одночасно та з цією функціональністю для створення повного плану маневру для маневру прибуття/відбуття для підходу та в портах.

5.3 Розширений прогноз для ширшого горизонту в процесах маневрування

Прогнози, які обговорювалися вище, дають прогноз лише для маневру за інерцією. Однак часто буває так, що попередній маневр був недостатнім, і тому наступний маневр не може бути виконаний успішно. Таким чином, так званий «Режим редагування» був розроблений як функція інструменту планування, щоб дозволити повернутися до попередніх МР, щоб виправити там команди достатньою мірою.

Велику підтримку можна отримати, представивши прогноз не лише для одного, але принаймні двох сегменти маневрування попереду, як показано на рис. 5.14 для підходу до зони повороту порту Росток. На лівому рис. 5.14 чорні фігури представляють прогноз із поточної позиції МР 0 із параметрами команд, показаними на панелі маневрування з правого боку, встановленими на кермо середини судна та обидва двигуни ЕОТ +30%. Червоні фігури представляють прогноз для наступного маневру, запланованого з синьої фігури для повороту бічного зсува, який попередньо заплановано з розділеними двигунами та кермами 20° РТ (рис. 5.15). Обидва прогнози обчислюються паралельно, тому весь маневр можна контролювати на рівні МР0: наприклад, змінюючи кермо, весь ланцюжок прогнозів повернеться, або змінюючи двигун, тоді початкова позиція наступного маневру буде переміщена і прийде ближче для зменшення ЕОТ. Це гарна можливість налаштувати команди, наприклад, коли в сценарій з'являється вітер чи інші сили.

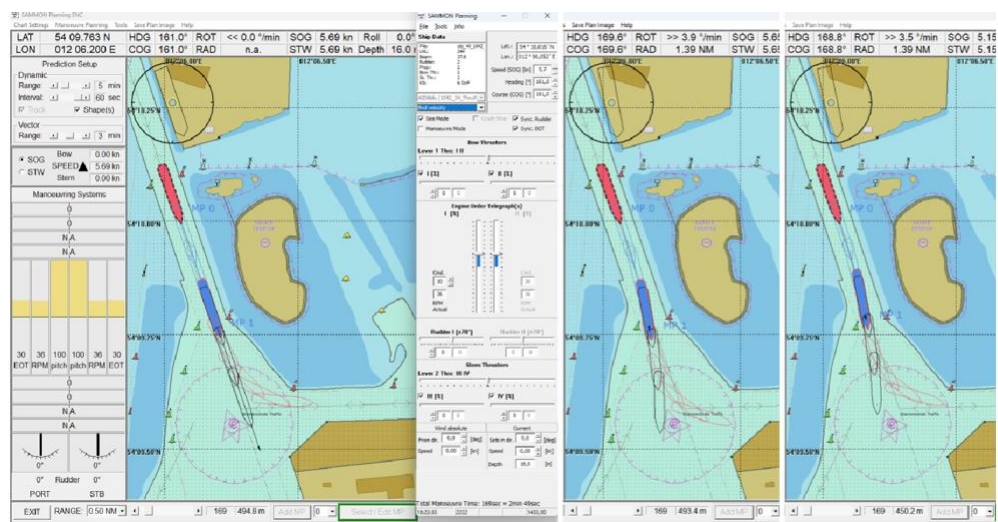


Рисунок 5.14 – Зразок для інтелектуального прогнозування з двома змодельованими кроками вперед для маневру повороту в порту Росток

На рис. 5.15 показаний поворот разом із продовженням до кінця та підготовкою до повороту в басейн для швартовки. На рис. 5.16 показана заключна фаза для маневру зупинки для підготовки до швартовки та для остаточного підходу до причалу. Друге передбачення, виділене червоним, завжди добре вказує на те, чи підходить маневр. На лівому рис. 5.16 показано маневр зупинки та, зокрема, де можна розпочати поперечний рух. На правому рис. 5.16 поперечний рух розпочинається за допомогою носового та кормового підрулювачів, і видно, що концепція вдала, оскільки червоні фігури стиснуті разом близько до причалу, що вказує на те, що судно має бути безпечно зупиненим там шляхом реверсування підрулювачів.

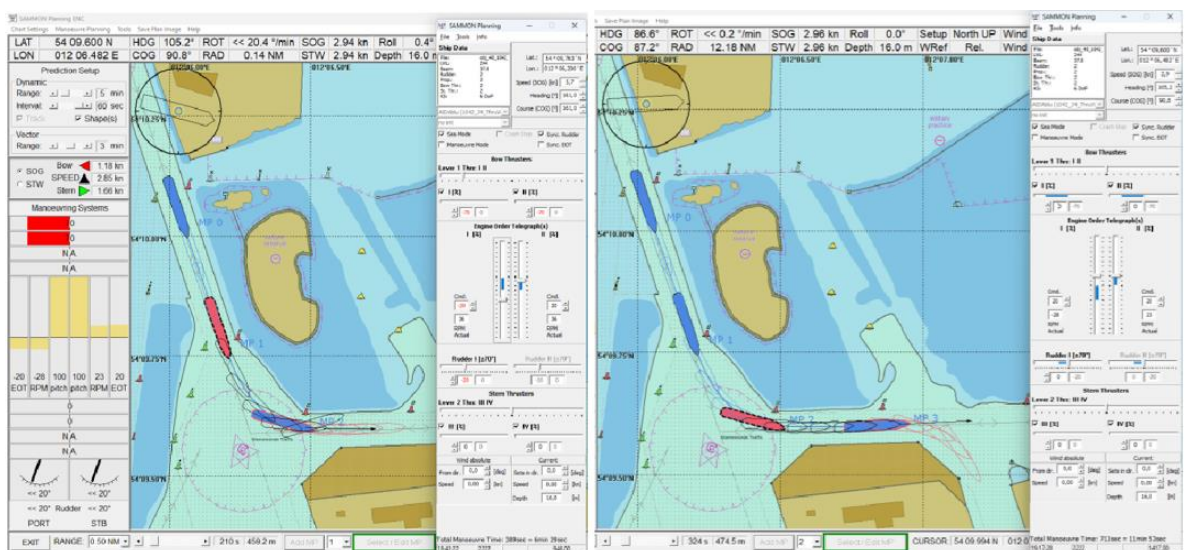


Рисунок 5.15 – Другий зразок для інтелектуального прогнозування з двома змодельованими кроками вперед для маневру повороту та продовження в порту Росток

Ця серія дій на рис. 5.14 – 5.16 показує, наскільки легко підготувати повний план маневрування, а також переваги отримання інформації та вивчення поведінки маневрування судна. Операційний інтерфейс на екрані дозволяє комфортно використовувати на ноутбучі, як для викладачів, так і для слухачів, на тренажерах або на борту.

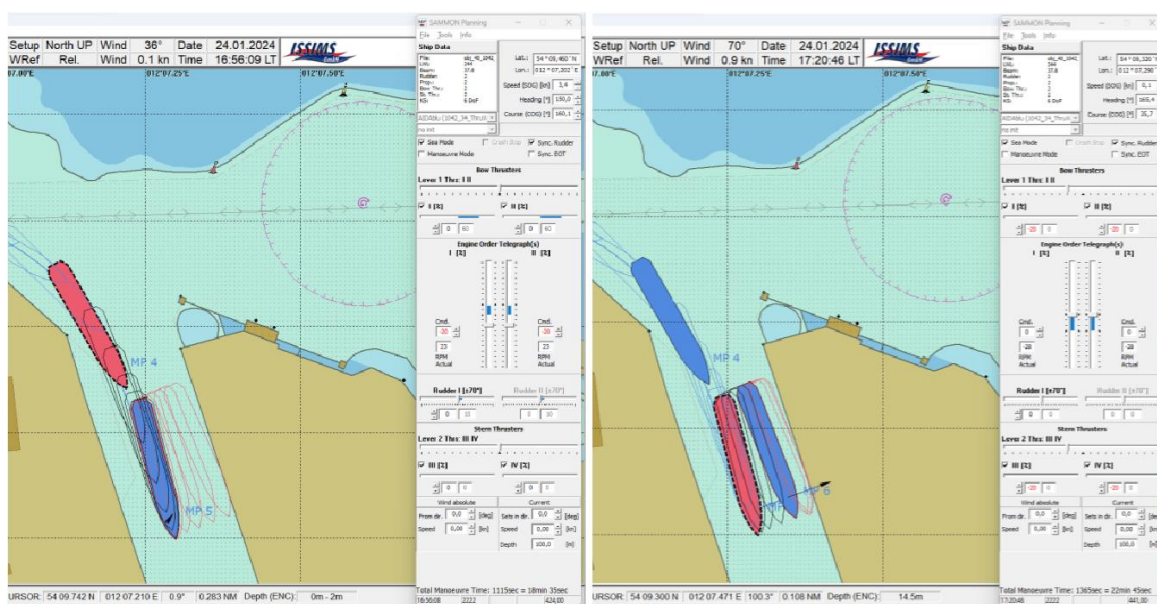


Рисунок 5.16 – Третій зразок для інтелектуального прогнозування з двома змодельованими кроками вперед для маневру зупинки для підготовки до причалу в порту Росток

Прогноз для врахування ефективності під час маневрів

У дипломному проекті пропонується розширення системи SAMMON за умови додавання споживання енергії до симуляції швидкого часу. Попередні дослідження показали, що ефективна робота судна залежить не тільки від наявного технічного обладнання, але й від ефективного поведіння. Вимірювання на борту реального судна показало різноманітність необхідної енергії для підходу до порту, але з різними концепціями маневрування [38]. Вимірювання в контрольованих умовах у змодельованому середовищі показали, що належні допоміжні інструменти можуть призвести до ефективного маневрування, одночасно зменшуючи кількість наказів двигуна та команд керма,

що надаються, і використовуючи альтернативні концепції маневрування [39]. У наступному прикладі зменшення енергії щодо моделювання було визначено лише шляхом розрахунку енергії гвинта – без урахування трансмісії. На рис. 5.17 наведено приклад двох початкових умов маневрування з різними варіаціями тяги для двостороннього порома з чотирма азимутальними гвинтами. Потрібну потужність у кВт при MP0 (червоний контур судна) можна побачити в новому інтерфейсі ручки маневрування з правого боку із зеленою смужкою дисплея: для умов руху за допомогою двох пар азимутальних гвинтів спереду та ззаду з рівним ЕОТ 40 % потужність рівномірно розподілена, вказується смугами однакової довжини та початковою швидкістю 6,5 вузла. Для умов, коли використовуються кормові гвинти з ЕОТ 50%, можна побачити швидкість 7,6 вузлів і меншу потребу в потужності для передніх гвинтів, очевидно, що навантаження на гвинт зменшується на цих азимутальних гвинтах.

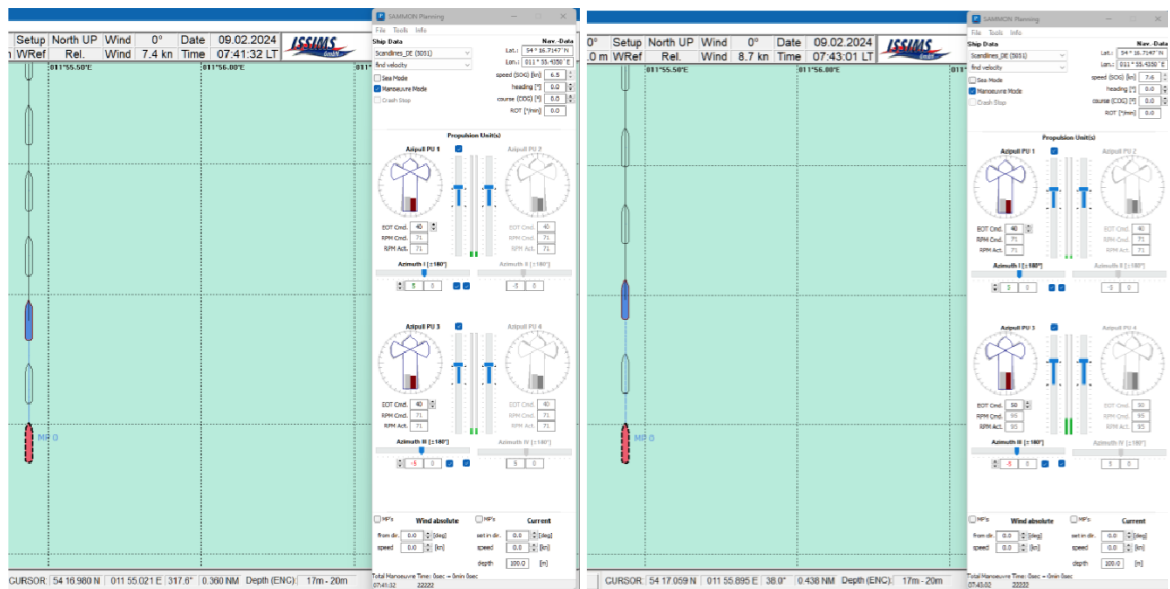


Рисунок 5.17 – Приклади передбачення потреби в потужності (зелена смужка, у кВт) для двостороннього порома з чотирма азимутальними гвинтами

У майбутньому планується врахувати енергію приводу в моделюванні так само, як і під час бортових вимірювань, де загальна енергія була безпосередньо розрахована шляхом інтегрування потужності встановлених азимутальних приводів. Майбутні економічні вимоги та вимоги сталого розвитку та відповідні правила вимагатимуть більш ефективної експлуатації суден. Тому відповідний допоміжний інструмент повинен мати можливість не тільки передбачати рух суден, але також вимагати надання інформації про необхідну потужність

приводу. Це буде особливо важливо, якщо судно рухається з обмеженим запасом енергії, напр. з батареями та в зонах з обмеженими викидами, як-от норвезькі фіорди. З огляду на те, що одним із найбільших споживачів на пасажирському судні є рухова установка, головною метою є надання морському екіпажу інноваційної допомоги для навігації з більшою безпекою та ефективністю, для розрахунку та прогнозування загального споживання енергії протягом часу маневрування.

5.3.1 Паралельне прогнозування для прямого керування на містку

Для практичного досвіду корисно використовувати інструмент SAMMON Monitoring and Conning, оскільки він дозволяє вводити дані для прогнозу за допомогою ручок містка – як у симуляторах, так і на борту корабля. На рис. 5.18 ручки на консолі містка представляють типову конфігурацію для азимутального гвинтового керування. Через складність реагування судна в результаті комбінації двигунів азимута 360° з носовими та кормовими підрулювачами існує велика різноманітність варіантів. Прогноз можна використовувати або в режимі стоп-кадра, коли вправу на симуляторі зупинено, щоб ознайомитися з різними стратегіями маневрування, а також під час виконання вправи, коли прогнози показуються під час виконання.



Рисунок 5.18 – SAMMON Monitoring & Conning Tool з кількома передбаченнями

За допомогою інструменту «Моніторинг і керування» можна паралельно показувати декілька прогнозів для керування судном. На рис. 5.19 показано інтерфейс для прикладу керування круїзним судном під час прибуття до порту Марселя. Основні функції, надані цим модулем наступні:

- відображення плану маневрування разом із поточним положенням і прогнозованими маневрами паралельно;
- розрахунок і відображення нових кількох треків динамічного прогнозування.

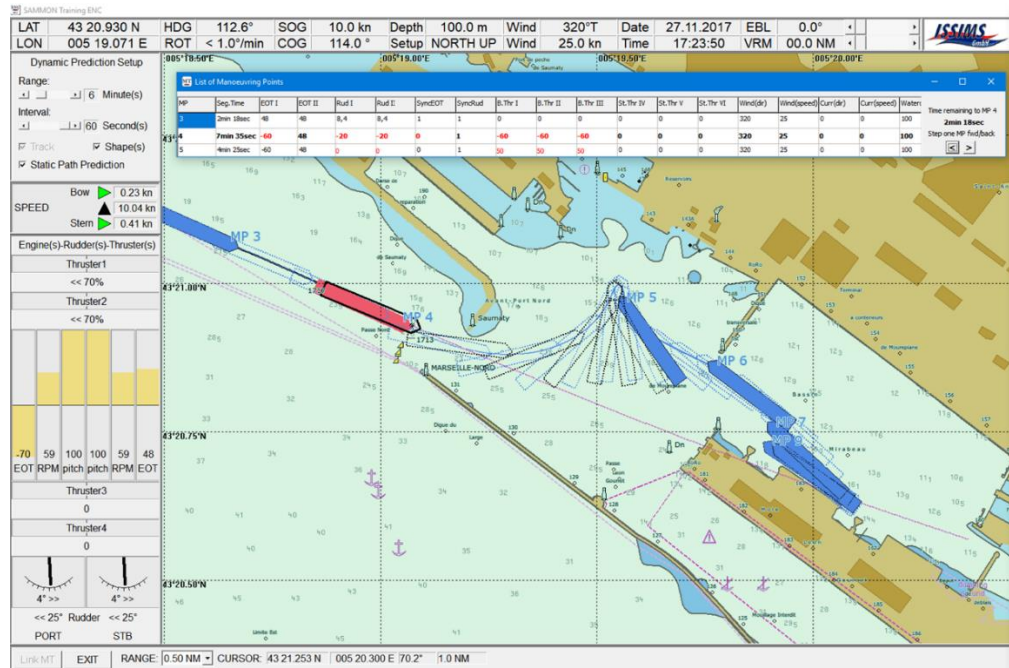


Рисунок 5.19 – SAMMON Monitoring & Conning Tool із кількома прогнозами: моделювання в режимі реального часу та прогнозування маневрування

5.3.2 Прогнозування для запобігання зіткнень

Однак FTS також може надати дуже детальні оцінки для маневрів запобігання зіткненням, напр. часу, необхідного для будь-якого маневру, призначеного для евакуації у разі перетину руху як стоячого судна. Використання цих можливостей прийняття рішень для вибору курсу та/або зміни швидкості, відповідно, може бути виконано на набагато більш глибокій та розумній основі, ніж це робиться в сучасній практиці.

Для цілей уникнення зіткнень існує три основні відповідні випадки застосування прогнозів :

1. Визначення часу та положення для початку визначеного максимального кута керма для проходу на заданій безпечній відстані.
2. Визначення «останньої лінії відвороту» як часу та позиції для початку максимально можливого технічно можливого маневру для простого уникнення зіткнення (проходження не на безпечній відстані, але без торкання корпусу).

3. Підтримка прийняття рішень на основі зон маневрування, як візуалізація навігаційного простору, що є технічно можливим за допомогою комбінацій рульового керування.

Прогнози очікуваного шляху, напр. з максимально можливими кутами керма забезпечує глибокий вхід для прийняття рішень. Простір, необхідний для руху вперед і пересадки для запланованого повороту за поточних умов (враховуючи поточну осадку та диферент, а також вітер (силу та напрямок) і доступну глибину води), щоб уникнути потенційного зіткнення або небезпечної зустрічі, можна просто відобразити на спеціальних екранах.

Коли навігатор оцінює ризик зіткнення, прогноз допомагає візуалізувати нижню та найбільш технічно можливу межу дій. Застосовуючи напр. модель ризику для оцінки ситуації на борту [40] передбачається, що це перше обмеження є часом, необхідним для зміни курсу на 90° . Цей ліміт передбачає запас безпеки, напр. не використовувати жорстко кермо, щоб уникнути важкого крену, тоді як інше обмеження передбачає останню технічно можливу дію.

Таким чином також можна візуалізувати позицію та час, що залишився для початку маневру ухилення, який лише уникатиме дотику корпусів судна. Усі ці міркування припускають, що «судно, яке поступається дорогою», не вживає відповідних дій і продовжує рух без будь-яких змін курсу або швидкості. Тому за допомогою FTS і динамічного прогнозування можна надати розширені поради, коли і де так звані «Остання лінія оборони – LLoD» буде досягнута. Подальший розвиток та реалізація концепції визначення та використання LLoD вже обговорювалася раніше. Багато дослідницьких робіт присвячені саме цій проблемі [41]. Тепер у наступному прикладі можна продемонструвати його реалізацію.

На рис. 5.20 показано візуалізацію ситуації зіткнення в середовищі діаграми. Власне судно (позначене червоною формою в нижньому центрі знімка екрана) знаходиться на північно-східному курсі та наближається до іншого судна з лівого борту, що пливе південно-східним курсом і перетинає ніс власного судна на дуже коротка відстань. За допомогою прогнозу підкреслюється, що найближче зближення буде досягнуто, коли курс власного корабля

дорівнюватиме курсу над землею корабля-цілі. Щоб досягти попередньо визначеної безпечної дистанції проїзду, напр. накази MP 1 вказує на відповідну позицію, де власне судно, щонайпізніше, має ініціювати команду hard wheel over, щоб забезпечити мінімальну дистанцію проходження 0,25 морських миль на CPA (позначене MP 2). Нова альтернативна концепція полягає у використанні кількох передбачення, щоб уможливити передбачення всіх потенційних позицій аманеврованого судна за певний період часу. Таким чином можна розрахувати та візуалізувати повні зони маневрування. На відміну від територій корабельних зон і на відміну від них, зони маневрування – це зони, які корабель може охоплювати, використовуючи всі потенційні комбінації налаштувань керування конкретним кораблем. Ідея зони маневрування базується на концепції потенційних водних ділянок і походить від неї, і вона може сприяти й покращувати традиційну оцінку ситуації для уникнення зіткнень на борту, як також запропоновано в [22, 43 – 44].



Рисунок 5.20 – Концепція «Останньої лінії оборони – LLoD» для заданої відстані безпечного проходження 0,25 морських миль у момент, коли судна рухаються паралельними курсами

На рис. 5.21 показаний такий зразок для зон маневрування для запобігання зіткненням шляхом розрахунку серії потенційних маневрів двох залучених суден з використанням FTS як застосування концепцій для використання зон маневрування для цілей оцінки ризику морського вітряка установок або з берегової VTS. Розширення та перекриття зон вказує на те, що судно з меншою зоною має менше можливостей уникнути зіткнення лише своїм маневром.

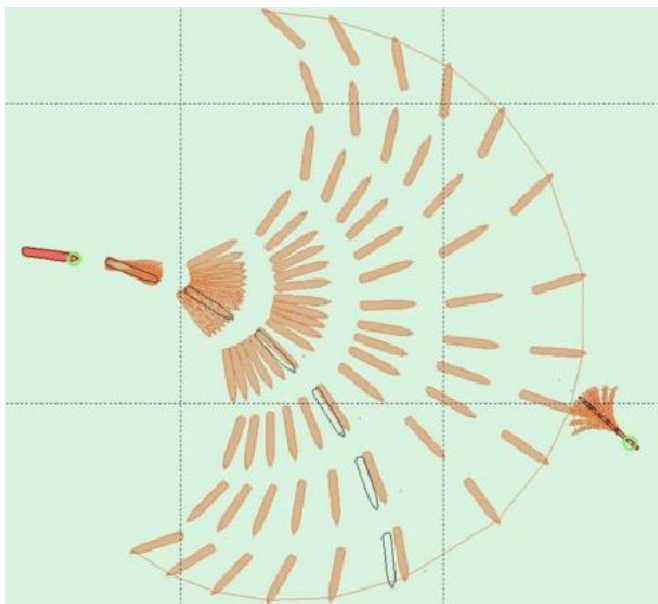


Рисунок 5.21 – Зони маневру, представлені доменами суден для уникнення зіткнень, розраховані FTS для підтримки прийняття рішень оператором

Стає очевидним, що ця технологія дозволяє динамічно адаптувати граничні значення для уникнення зіткнень. Використання моделювання швидкого часу здатне забезпечити підтримку залежно від ситуації. Це, особливо, буде потрібно в критичній ситуації з меншим доступним часом і зростаючим тиском для прийняття правильного рішення.

Як описано вище, передбачення руху судна може значно сприяти розумінню ситуацій зіткнень і потенційних контрзаходів у навчання та навчання [45]. Крім того, він також має великий потенціал для подальшого вдосконалення систем запобігання зіткненням. Системи запобігання зіткненням на основі FTS можуть використовуватися на борту суден і з берега [37], коли виникнуть ситуації зіткнення з автономними кораблями. Крім того, він також має потенціал для оцінки ризиків при проходженні вітрових електростанцій [38].

У таблиці 5.1 порівнюються три основні категорії прогнозування за їхньою складністю та інформативністю.

Таблиця 5.1 - Порівняльний аналіз технологій прогнозування маневрування судна

Критерій	1. Вектор швидкості (Найпростіший)	2. Передбачення шляху (Поворотний рух)	3. Динамічне прогнозування (Моделювання)
Основа прогнозування	Вимірювання поточних рухів судна	Миттєва швидкість та	Складна імітаційна модель судна

Критерій	1. Вектор швидкості (Найпростіший)	2. Передбачення шляху (Поворотний рух)	3. Динамічне прогнозування (Моделювання)
		поворотний рух судна	
Рівень складності	Низький	Середній (вектор швидкості з кривизною)	Високий
Рівень інформації	Миттєва швидкість і напрямок руху (вектор)	Додає поворотний рух (кривизну шляху)	Реальний шлях згідно з командами керування. Може враховувати зовнішні ефекти (вітер, мілководдя).
Точність / Мета	Надання базової ситуаційної обізнаності	Надання інформації про майбутній рух у найближчому періоді часу	Неперевершене розширення горизонту планування та більш точне/надійне планування маневру.
Застосування (Приклади)	Базове відображення руху на РЛС/САРП ¹³	Прості зміни курсу	Дуже складне маневрування, швартові операції у вузьких портових басейнах; підтримка прийняття рішень.

Висновок

Прогнозування руху судна є важливою частиною безпеки судноплавства в цілому, для маневрування в прибережних або вузьких водах – і особливо під час наближення до терміналів і портів для причалу. У цій статті представлено огляд історичних подій і останніх досягнень прогнозування маневрування на основі моделювання.

Цифровізація та сучасні інформаційні та комунікаційні технології є головними передумовами для вдосконалення прогнозів. Винахід Fast Time Simulation та його впровадження для більш точного та надійного планування маневру є великою перевагою - не лише для простих змін курсу, але й для дуже складного маневрування для швартових операцій у вузьких портових басейнах.

Регулятивні межі та ціни на викиди двоокису вуглецю вимагають економічних заходів у всіх аспектах суднових операцій. Ефективна експлуатація

судна самим екіпажем є великою частиною мозаїки для досягнення заходів щодо зменшення кліматичних та економічних операцій. Потужний і надійний інструмент прогнозування для операцій маневрування, включно з енергоспоживанням і споживанням палива, — це спосіб залучити екіпаж і надати йому належну інформацію.

Крім того, оцінка ситуації та прийняття рішень для маневрування з метою уникнення зіткнень можуть підтримуватися набагато повніше та легше, ніж просто 5 або 10 років тому. Можна надати залежні від ситуації граничні значення для точного запуску попереджень про зіткнення — враховуючи поведінку маневрування для визначення останнього моменту вжиття заходів.

Розробки та технічні впровадження, зосереджені на підтримці вахтового офіцера на судновому навігаційному містку, є дуже корисними для цілей навчання морської освіти та навчання штурманів. Таким чином, передбачення маневрування покращують тренування моделювання та мають бути відповідно інтегровані.

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 НУОМА, прейскурантів, тарифів та ін. Вихідні дані рейсу т/х «GRACEFUL LEADER» з порту Токіо (Японія) в порт Лос Анджелес (США) зведені в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 - Початкові дані для розрахунку рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Дедвейт т/х «GRACEFUL LEADER»	D_w	Тон	11361
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	1315,7
3	Відстань між портами	L	милі	4743
4	Кількість вантажу: автомобілі	$\Sigma Q_{шт}$	шт	2366
5	Фрахтова ставка за 1 шт вантажу	f	\$/шт	420
6	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	шт/ год.	60
7	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	шт/ год.	60
8	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	19,0
9	Швидкість в каналах, вузостях	v	кан. вуз.	12
10	Добова витрата палива на ходу:	q^{β}_x	тон/доб	40,5
	важке			
	легке			3,5
	Добова витрата палива на стоянці:	$q_{ст}$	тон/доб	3,5
	легке			
11	Ціна 1 тони палива: важке	C_e	\$/т	550
	легке	C_l	\$/т	700
12	Балансова вартість судна	$C_{бал}$	\$	3408300

13	Річна норма амортизації	Ha	%	10
14	Позаексплуатаційний час	T_{ze}	діб.	15
15	Чисельність екіпажу	$Ч_{ек}$	чол.	22
16	Час затримки в дорозі	$t_{зат}$	доб.	0,2
17	Додатковий час в портах стоянки	$t_{дод}$	доб.	0,15
18	Заробітна платня	$R_{зн}$	\$/доб	2300
19	Витрати на технічне постачання	$R_{т.пос}$	\$/доб	170
20	Навігаційні витрати	$R_{нав}$	\$/доб	100
21	Портові збори	$R_{порт}$	\$	22150
22	Агентування суден	$R_{аг}$	\$/доб	100
23	Витрати на страхування судна	$R_{стр}$	\$/доб	120
24	Витрати на ремонт	$C_{рем}$	\$/мр.п.	350000
25	Вартість одного доковання	$C_{док}$	\$	10000

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

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

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

$$D_{\text{ч}} = 11361 - 1315,7 = 10045,3 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

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

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

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

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

$$t_x = 4743 / (19,0 \times 24) + 0,2 = 10,6 \text{ діб}$$

- стоянковий час:

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

$$t_{cm} = 2366 / (60 \times 24) + 2366 / (60 \times 24) + 0,15 = 3,4 \text{ діб.}$$

- час рейсу складе:

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

$$t_p = 10,6 + 3,4 = 14,0 \text{ діб}$$

4. Розрахуємо провізну спроможність судна:

- зроблено шт-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 2366 \times 4743 = 11221938 \text{ шт-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_{\text{т}} L = 10045,3 \times 4743 = 47644858 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

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

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = 2366 \times 420 = 993720 \text{ \$/рейс}$$

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

Постійні експлуатаційні витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$R_{\text{рем}} = ((10000 + 350000) / 5) / 350 = 206 \text{ \$/добу}$$

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

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

$$R_{\text{ам}} = (3408300 \times 0,1) / 350 = 974 \text{ \$/добу};$$

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

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

де $H_{\text{сн}}$ - норма постачання;

$$R_{\text{сн}} = (3408300 \times 0,02) / 350 = 195 \text{ \$/добу};$$

- витрати на технічне постачання ($R_{\text{т.нос.}}$) 170 \\$/добу;

- навігаційні витрати, \\$/добу ($R_{\text{нав}}$) 100 \\$/добу;

- портові збори ($R_{\text{порт}}$) 22150 \\$/рейс;

- витрати з агентування ($R_{\text{аг}}$) 100 \\$/добу;

- витрати на страхування ($R_{\text{стр}}$) 120 \\$/добу.

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

$$R_{\text{екс}} = 2300 + 264 + 206 + 974 + 195 + 170 + 100 + 22150 / 14,0 + \\ + 100 + 120 = 6011 \text{ \$/ добу}$$

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 %.

$$R_{\text{кос.}} = 6011 \times 0,02 = 120 \text{ \$/добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{\text{заг}} = 6011 + 120 = 6131 \text{ \$/добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$R_{\text{заг.екс}} = 6131 \times 14,0 = 85834 \text{ \$/рейс}$$

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

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

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

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

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

$$R_x^m = 1,1 \times 40,5 \times 550 = 24503 \text{ \$/ добу}$$

$$R_x^n = 1,1 \times 3,5 \times 700 = 2695 \text{ \$/ добу}$$

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

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

$$R_{cm}^m = 1,1 \times 3,5 \times 700 = 2695 \text{ \$/ добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

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

$$\Sigma R_{\text{нер}} = (24503 + 2695) \times 10,6 + 2695 \times 3,4 = 297462 \text{ \$/рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{\text{рейс}} = 85834 + 297462 = 383296 \text{ \$/рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

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

$$\Sigma \Pi_{\text{рейс}} = 993720 - 383296 = 610424 \text{ \$/рейс}$$

Прибуток судна т/х «GRACEFUL LEADER» з порту Токіо (Японія) в порт Лос Анджелес (США) з вантажем автомобілі за рейс склав 610424 \\$/рейс.

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

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

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

$$K_e = 350 / 3120 = 0,959$$

2. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

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

$$V_{cp} = 4743 / 10,6 = 447$$

3. Коефіцієнт ходового часу:

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

$$\varepsilon_x = 10,6 / 14,0 = 0,757$$

4. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

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

$$\mu_v = 0,986 \times 447 \times 0,757 = 333,64$$

5. Валова прибутковість одних судно-днів:

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

$$\mu = 993720 / 14,0 = 70980 \text{ \$ / доба}$$

6. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

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

$$S_{ум} = 383296 / 2366 = 162,00 \text{ \$ / шт}$$

7. Собівартість 1 тонно-милі в рейсі:

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

$$S_{ум-м} = 383296 / 11221938 = 0,03415595 \text{ \$ / шт-м}$$

8. Собівартість утримання судна в добу експлуатації:

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

$$S_{с-д} = 383296 / 14,0 = 27378 \text{ \$ / доба.екс}$$

10. Рівень прибутковості являє відношення доходів до витрат:

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

$$PF = 993720 / 383296 = 2,59$$

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 періоду роботи судна за формулою (6.2) за методикою: [53].

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$Ч_p = T_{екс} / t_p \quad (6.30)$$

$$Ч_p = 350 / 14,0 = 25,00$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma Q_{екс} = 2366 \times 25,00 = 59150 \text{ шт / рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

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

$$\Sigma Ql_{екс} = 11221938 \times 25,00 = 280548450 \text{ шт-миль / рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma F_{екс} = 993720 \times 25,00 = 24843000 \text{ \$ / рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma R_{екс} = 383296 \times 25,00 = 9582400 \text{ \$ / рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma П = П_p Ч_p \quad (6.35)$$

$$\Sigma П = 610424 \times 25,00 = 15260600 \text{ \$ / рік}$$

7. Рівень прибутковості роботи судна за експлуатаційний період:

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

$$PF = 24843000 / 9582400 = 2,59$$

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

Таблиця 6.2 - Кількісні і якісні показники виконаного рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Валовий дохід	F	\$	993720
2	Затрати загальні	R	\$	383296
3	Прибуток	Π	\$	610424
4	Коефіцієнт ходового часу	ε_x		0,757
5	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	мили/доб	447
6	Дохідність судна	μ	\$/ доб	70980
7	Рівень дохідності	PF		2,59
8	Собівартість перевезення 1 шт вантажу	S_{um}	\$/шт	162,00
9	Собівартість 1 шт-мили	S_{um-m}	\$/шт-м	0,03415595
10	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	S_{c-d}	\$/доб.	27378

В результаті проведених розрахунків, наведених у таблиці 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень прибутковості 2,59, прибуток 610424 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 15260600 \$. Судно «GRACEFUL LEADER» доцільно використовувати на даній лінії.

6.3 Визначення економічного ефекту, отриманого в результаті впровадження досліджуваних в магістерській роботі об'єктів

Економічні показники роботи судна в рейсі при маневруванні в стислих умовах, в момент втрати швидкості відрізняються від рейсу при нормальних умовах - все показники зменшилися в середньому на 10%.

Дані результати необхідно враховувати при ціноутворенні на морському транспорті. Ціна перевезення вантажів на морському транспорті в районах з великою тимчасовою часткою штормів та втрати швидкості повинна бути на 10% вище, ніж середня світова ціна.

У загальному випадку ефективність роботи судна підвищується при зниженні всіляких видів витрат, і збільшення доходів - в тому числі і від

підвищення безпеки. Для досягнення бажаного результату (збільшення доходів) необхідно максимально використовувати вантажопідйомність і вантажомісткість судна, скоротити до мінімуму непередбачені затримки в дорозі і в портах і, безумовно, підвищити загальну безпеку експлуатації судна.

Подальше дослідження особливості управління судном в прибережних або маневрування в стислих водах доцільно, так як забезпечує значний економічний ефект за рахунок запобігання аварій.

ВИСНОВОК

Дипломна робота виконана для економічного та безпечного переходу з порту Токіо до порту Лос Анджелес.

Проведений підбір карток, книг і посібників з маршрутами та необхідної літератури. Розглянуто порядок коректури карт, книг і посібників при підготовці до переходу і в процесі його виконання.

Виконана прокладка курсів, розраховане плавання по них і природна освітленість за маршрутом переходу.

Вироблено розміщення вантажів з трюмами, виконані розрахунок і перевірка статичної і динамічної остійності за вимогами ІМО.

Проведена перевірка подовжньої міцності судна. За результатами розрахунків, можна зробити висновок, що протягом усього рейсу загальна подовжня міцність забезпечена

Технології прогнозування маневрування в обробці судна для навчання та використання на борту судна розглянуті у дослідницькому розділі. Аналіз показав, що технології прогнозування маневрування судна еволюціонували від простих вимірювань до складних динамічних моделей, які забезпечують неперевершене розширення горизонту планування. Впровадження таких інструментів, як Fast Time Simulation, дає змогу підвищити точність маневру, що є критично важливим для складних операцій, зокрема швартування у вузьких портових басейнах.

Головними рушійними силами для подальшого вдосконалення є регуляторні обмеження та економічні заходи щодо зменшення викидів вуглецю, що вимагає більш ефективної та економічної експлуатації суден. Потужний та надійний інструмент прогнозування, включно з оцінкою енергоспоживання та палива, є ефективним способом залучити екіпаж і надати йому необхідну інформацію для прийняття рішень.

Таким чином, інтеграція вдосконалених технологій прогнозування, що базуються на складних моделях руху, у навігаційні системи не лише підвищує безпеку мореплавання через точне ініціювання попереджень про зіткнення, але

й забезпечує економічну ефективність, роблячи екіпаж активним учасником оптимізації суднових операцій.

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

Реферативно розглянути заходи по забезпеченню безпеки праці та проведено прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту.

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

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки для виконання магістерської роботи / Укл. І.І. Ворохобін та ін. –Одеса: НУОМА, 2023. – 96 с.
2. Забезпечення навігаційної безпеки плавання [Текст]: навчальний посібник / В. Г. Алексишин, Л. А. Козир, С. В. Симоненко; Одеська морська національна академія. - Одеса: Фенікс: 2012. – 518 с.
3. Резолюція ІМО А.893 (21) -1999 «Посібник з планування рейсу».
4. Practical navigation [Text]: training. manual / V. G. Aleksishyn, V. T. Dolgochub; Odesa Maritime National Academy. - 4th ed., Ex. and add. - O.: Phoenix, 2011. - 376 p.
5. Eric H. Ash Navigation Techniques and Practice in the Renaissance, Volume 3, (2013) 513 – 519
6. Alan Murray. Astro Navigation From Square One To Ocean Master.- M-Y Books, 2013. - 445 p.
7. D.J. House. Seamanship Techniques. Shipboard and Marine Operations. 5th Editdion. 2018. - 922 p.
8. Михальчук В.В. Морехідна астрономія: конспект лекцій. - Одеса: ОНМА, 2003 - 55с.
9. Ніколаєва Л. Л. Комерційна експлуатація судна: навч. [для студ. вищ. навч. зав.] / Л. Л. Ніколаєва. – Одеса: Фенікс, 2006. – 754 с.
10. Савчук В. Д. Технологія перевезення вантажів : підруч. / В. Д. Савчук. – Одеса: ВидавІнформ, 2008. – 335 с.
11. Adoption of the International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code), Resolution MSC.267(85).
12. Конвенція та кодекс з підготовки, дипломування моряків та несення вахти (ПДМНВ-78/95) – International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, 1978/95 (STCW-78/95)

13. Рекомендації щодо організації штурманської служби на морських судах України (РІШСУ-98).-Одеса: ЮЖНИИМФ, 1998.1111с.
14. Посібник з процедур на містку — Bridge Procedure Guide. - International chamber of shipping. 1998. - 87 p.
15. Правила класифікації та побудови морських суден. В 5-ти т. Том 2. — Київ: Регістр судноплавства України, 2014.
16. J. N. Newman, “The Theory of Ship Motions,” Advances in Applied Mechanics, vol. 18, pp. 221-283, 1979.
17. Сізов В.Г. Теорія корабля: Підручник. Видання 4-те, перероблене та доповнене. — Одеса: Фенікс, 2008. — 464 с.
18. Регістр Судноплавства України. Правила класифікації та побудови морських суден.: У 5-ти т. Том 2. - Київ: Регістр судноплавства України, 2016.
19. Вагущенко Л.Л., Кошевий А.А. Автоматизовані комплекси судноводіння. Підручник для морських академій. — Видавництво «КВІЦ», Київ, 2000. -292 с.
20. Code on Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments. Resolution A.267(85). -London: International Maritime Organization, 2008. - 109 p
21. Мальцев А.С. Теорія та практика безпечного управління судном під час маневрування. Дис. докт. техн. наук: 05.22.16. Одеса, 2007. 395 с.
22. Мальцев А.С. Маневрування судів під час розбіжності. - Одеса.: Морський тренажерний центр, 2002. стр. 208
23. Яркін П.І. Керування судном. - Транспорт, 2006. 155с.
24. Технічні системи та способи забезпечення безпеки руху суден [Текст]: навч. посібник для студ. вузів / Г. Б. Вільський; Миколаївський політехнічний ін-т. — О.: Фенікс, 2008. — 234 с.
25. Benedict, K.; Gluch, M.; Kirchhoff, M.; Fischer, S.; Schaub, M. Innovative fast

time simulation tools for briefing / debriefing in advanced ship handling simulator training at aida cruises rostock. In: 19th International Navigation Simulator Lecturers' Conference - INSLC 19, 5 -8 September 2016 Cape Town.

26. ISSIMS GmbH - Marine Prediction Technology. SAMMON, Simulation Augmented Manoeuvring Design & Monitoring System. Version 1.4. In: www.issims-gmbh.com [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <https://www.issims-gmbh.com/joomla/products/sammon> (дата звернения: 02.11.2024).
27. Alekseychuk B. M. Comparative characteristic of mixed laws of the distribution of errors in navigation measurements with a generalized Poisson law [Электронный ресурс] / B. M. Alekseychuk, V. E. Sikirin // Automation of ship technical facilities. – 2017. – Т. 23, № 1. – С. 03–08. – Режим доступа: <https://doi.org/10.31653/1819-3293-2017-1-23-03-08> (дата звернения: 05.11.2024).
28. Baldauf, M.; Schröder-Hinrichs, J.-U.; Kataria, A.; Benedict, K.; Tuschling, G., Multidimensional simulation in team training for safety and security in maritime transportation. In: Journal of Transportation Safety & Security [Электронный ресурс]- Vol. 8, p. 197–213. [Accessed: April, 2024] – Режим доступа: <https://doi.org/10.1080/19439962.2014.996932> (дата звернения: 05.11.2024).
29. Analysis of the error distribution density convergence with its orthogonal decomposition in navigation measurements [Электронный ресурс] / Igor Vorokhobin [та ін.] // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Т. 2090, № 1. – С. 012126. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2090/1/012126> (дата звернения: 08.11.2024).
30. Schaub, M.; Finger, G.; Krüger, C.; Tuschling, G.; Baldauf, M.; Benedict, K. Innovative simulation method for sustainable & safe operation of cruise ships in coastal and harbour areas. 114. Annual General Meeting of STG - The German Society for Maritime Technology., 20.-22.11.2019 in Papenburg. Germany: 2019.
31. Satellite Navigation Systems, As The Development Of Digitalization Of The Marine Corridor [Электронный ресурс] / Igor Vorokhobin [та ін.] // IJCSNS

International Journal of Computer Science and Network Security. – 2021. – Т. 21, № 11. – С. 241–247. – Режим доступа: <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2021.21.11.33> (дата звернення: 11.11.2024).

32. Baldauf, M; Mehdi, R; Fischer, S.; et al. A perfect warning to avoid collisions at sea? *Zeszyty Naukowe*. [online]. Szczecin: Akademii Morskiej w Szczecinie, 2017, vol. 49, no. 121, p. 53-64. [Електронний ресурс]. ISSN 2392-0378 (Online). – Режим доступа: <https://doi.org/10.17402/245> (дата звернення: 11.11.2024).
33. Vorokhobin I. I. Analysis of possibility of application of orthogonal decomposition of closeness of the mixed laws of distributing of errors by the Ermyt's polynomials [Електронний ресурс] / I. I. Vorokhobin, I. Y. Fusar, B. M. Alekseychuk // *Science and Education a New Dimension*. – 2018. – Т. VI(18), № 158. – С. 84–88. – Режим доступа: <https://doi.org/10.31174/nt2018-158vi18-22> (дата звернення: 14.11.2024).
34. Van Westrenen F.; Baldauf, M. Improving conflicts detection in maritime traffic: Case studies on the effect of traffic complexity on ship collisions. In: *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment*. [Електронний ресурс] vol. 234, no. 1, p. 20, 2019. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1177/1475090219845975> (дата звернення: 17.11.2024).
35. Simulation Modeling for Evaluation of Efficiency of Observed Ship Coordinates [Електронний ресурс] / Igor Vorokhobin [та ін.] // *TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*. – 2022. – Т. 16, № 1. – С. 137–141. – Режим доступа: <https://doi.org/10.12716/1001.16.01.15> (дата звернення: 17.11.2024).
36. Gil, M.; Montewka, J.; Krata, P.; Hinz, T.; Hirdaris, S. Determination of the dynamic critical manoeuvring area in an encounter between two vessels: Operation with negligible environmental disruption. *Ocean Engineering* [Електронний ресурс]. Elsevier: 2020, vol. 213, p. 107709. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2020.107709> (дата звернення: 20.11.2024).

37. Method of Prompt Evasive Manuever Selection to Alter Ship's Course or Speed [Электронный ресурс] / Igor Burmaka [та ін.] // Transactions on Maritime Science. – 2022. – Т. 11, № 1. – С. 7–15. – Режим доступа: <https://doi.org/10.7225/toms.v11.n01.w01> (дата звернення: 28.11.2024).
38. Benedict K.; Baldauf M. Integrating new ship simulation technology into port and waterway risk assessment. In: Proceedings of the 20th IALA Conference 2023, Vol. 4, Rio de Janeiro, Brazil 27 May – 3 June 2023, p58-71.
39. Golodov, M. & Sikirin, V.. (2023). Determination and consideration of systematic errors in the measurement of navigation depths. Shipping & Navigation. 35. 43-59. 10.31653/2306-5761.35.2023.43-59. – Режим доступа: <https://navjournal-nuoma.learnmarine.com/wp-content/uploads/2024/01/35-2023-Golodov-Determination-and-consideration-of-systematic-errors-in-the-measurement-of-navigation-depths.pdf>. (Дата звернення: 20.11.2024).
40. Mehdi, R.A.; Baldauf, M.; Deeb, H. A dynamic risk assessment method to address safety of navigation concerns around offshore renewable energy installations. In: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment [Электронный ресурс], 2019, vol. 234, no. 1, p.231. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1177/1475090219837409> (дата звернення: 23.11.2024).
41. Sikirin, V. & Golodov, M.. (2022). CREATING A DIGITAL MODEL OF THE BOTTOM RELIEF. Shipping & Navigation. 33. 111-121. 10.31653/2306-5761.33.2022.111-121. – Режим доступа: https://navjournal-nuoma.learnmarine.com/wp-content/uploads/2023/01/33_2022_V.-Sikirin-M.-Golodov-Creating-a-digital-model-of-the-bottom-relief.pdf. (Дата звернення: 23.11.2024).
42. Finger, G.; Schaub, M.; Dahms, F.; Hassel, E.; Riebe, T.; Milbradt, G. ; Wehner, K. On-board support system for the eco-friendly ship operation in coastal and port areas. In: OCEANS 2019, Marseille, 17-20 June 2019. [Электронный ресурс] Marseille: IEEE, 2019, – Режим доступа: <https://doi.org/10.1109/OCEANSE.2019.8867157> (дата звернення: 23.11.2024).

23.11.2024).

43. Polarization-based target detection approach to enhance small surface object identification ensuring navigation safety [Електронний ресурс] / Maksym Stetsenko [та ін.] // System research and information technologies. – 2024. – № 2. – С. 35–51. – Режим доступу: <https://doi.org/10.20535/srit.2308-8893.2024.2.03> (дата звернення: 13.11.2024).
44. Rostek, D.; Baldauf, M. (2024) TECHNOLOGIES FOR SITUATIONAL AWARENESS INAUTONOMOUS SHIPPING AND THEIR IMPACT ON MARITIME TRAINING AND EDUCATION,INTED2024 Proceedings, pp. 5105-5114. doi: 10.21125/inted.2024.1322
45. Forming the area of unacceptable values of the parameters of vessels' movement for the vessels' divergence at remote control process [Електронний ресурс] / Igor Burmaka [та ін.] // Acta Innovations. – 2022. – № 44. – С. 5–17. – Режим доступу: <https://doi.org/10.32933/actainnovations.44.1> (дата звернення: 13.11.2024).
46. Мальцев А.С., Куликов Г.Г., Тимофеев Н.А.. Выбор безопасной скорости по условиям плавания. //Морской транспорт. Серия "Судовождение, связь и безопасность мореплавания". /Экспресс- инф. - М.: В/О "МТИР", 1990. Вып. 12(241). - С. 1-7.
47. Мальцев А.С., Старих І.М. Психологічні аспекти маневру останнього моменту.//Судноводіння. /Сб. наук. праць ОГМА,. Вип.4. -Одеса, Латстар,2002. -С 64-82.
48. Бурмака І.А. Управління судами у ситуації небезпечного зближення / І.А Бурмака., Е.Н П'ятаков., А.Ю. Булгаков - LAP LAMBERT Academic Publishing, - Саарбрюккен (Німеччина), – 2016. - 585 с.
49. <https://unctad.org/en/pages/> - Review of Maritime Transport 2018 (Огляд морського транспорту).
50. Вінніков В.В. Економіка підприємства морського транспорту (економіка морських перевезень): - 3 вид., перероб. доп. – О.: Фенікс, 2011. – 944 с.

51. Дем'янченко А.Г., Сотниченко Л.Л. Вдосконалення організаційно-економічного механізму управління розвитком підприємств морської галузі / кол. монографія за ред. А. Г. Дем'янченко. – Одеса: НУ «ОМА», 2017. – 325 с.
52. Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи. – Одеса: НУ «ОМА», 2017, с. 20.
53. Терновський В. Б. Методичні вказівки щодо виконання розділу дипломної роботи «Охоронні заходи та цивільна оборона на судні» / В. Б. Терновський – Одеса: НУОМА, 2015. – 75 с.