

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

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра «Судноводіння»

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА

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

Кухтіна Андрія Сергійовича
(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема: «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна

«SIF W» за маршрутом Антверпен (Antwerp) – Бома (Boma)»

Підпис магістранта



Завідуючий кафедрою

Керівник

Рецензент

Нормоконтроль

м. Одеса
2025 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра: «Судноводіння»

Спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Завідуючий кафедрою

_____ " ____ " _____ 20__ р

З А В Д А Н Н Я

по дипломній роботі магістранта

Кухтіна Андрія Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «SIF W» за маршрутом Антверпен (Antwerp) – Бома (Boma)»
затверджена наказом по академії від " ____ " _____ 20__ р. № _____
2. Строк здачі курсантом закінченої роботи ____ " ____ " _____ 20__ року
3. Вхідні дані до роботи:
 1. Ворохобін І.І. та інші. Методичні вказівки до виконання магістерської роботи.
 2. m/v «SIF W» Trim and Stability Booklet, Ship manual, Informational booklet for Damage control.
 3. Nautical publication.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):
 - Розділ 1. Характеристики судна.
 - Розділ 2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу.
 - Розділ 3. Обробка та розміщення вантажів.
 - Розділ 4. Оцінка морехідних якостей судна.
 - Розділ 5. Аналіз сучасного стану та перспектив розвитку засобів навігаційного обладнання.
5. Перелік графічного матеріалу:
 1. Wheelhouse poster.
 2. Графічний план переходу.
 3. Вантажний план судна.
 4. Діаграма статичної остійності на відхід.
 5. Діаграма статичної остійності на прихід.

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

Розділ (визначається кафедрою)	ПІБ консультанта	Підпис і дата
1. Характеристики судна		
2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу		
3. Обробка та розміщення вантажів		
4. Оцінка морехідних якостей судна		
5. Аналіз сучасного стану та перспектив розвитку засобів навігаційного обладнання		
6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі (кафедра "Менеджменту і економіки морського транспорту")		
7. Охоронні заходи та цивільна оборона на судні (кафедра "Судноводіння")		

7. Календарний план дипломної роботи магістранта

№ п/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ. Характеристики судна.	вересень	виконав
2	Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу.	вересень	виконав
3	Обробка та розміщення вантажів.	жовтень	виконав
4	Оцінка морехідних якостей судна.	жовтень	виконав
5	Аналіз сучасного стану та перспектив розвитку засобів навігаційного обладнання.	листопад	виконав
6	Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі.	листопад	виконав
7	Охоронні заходи та цивільна оборона на судні. Висновки.	листопад	виконав

8. Дата видачі завдання _____

Керівник _____

Завдання до виконання прийняв _____

Магістерська робота містить 142 с., 17 рис., 46 табл., 47 використаних джерел.

Робота присвячена опрацювання та дослідження етапів переходу судна «SIF W» за маршрутом Антверпен – Бома у травні місяці з вантажем пшениці загальною вагою 14222 т. Наведено загальні відомості про судно і його транспортно-експлуатаційні характеристики. Виконано проробку переходу. Складено вантажний план судна, що задовольняє вимогам ІМО до остійності.

У дослідницькому розділі розглянуто аналіз сучасного стану та перспектив розвитку засобів навігаційного обладнання.

Проведено економічний аналіз рейсу, його кількісних і якісних показників.

Розглянуто питання: охоронні заходи та цивільна оборона на судні.

The master's thesis contains 142 pages, 17 figures, 46 tables, 47 sources used.

The work is devoted to the study and study of the stages of crossing the vessel «SIF W» Antwerp – Boma in May with a cargo of wheat with a total weight of 14,222 tons was carried out. An overview of the vessel and its freight performance. Done elaboration transition. Done cargo ship plan that meets the requirements of IMO to stability.

The research section examines the analysis of the current state and prospects for the development of navigation equipment.

The economic analysis of the voyage, its quantitative and qualitative indicators.

The following issues were considered: security measures and civil defense on ships.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА	10
1.1 Загальні відомості і головні розміри	10
1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна	13
1.3 Маневрені характеристики	13
1.4 Навігаційне обладнання	13
1.5 Забезпечення непотоплюваності	19
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ	22
2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу	22
2.2 Оцінка запланованого переходу	24
2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході	29
2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації	33
2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибрежному пла- ванні	36
2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання	42
2.3.1 Розрахунок ортодромії	42
2.3.2 Складання маршрутних листів	44
2.3.3 Графічний план переходу	44
2.3.4 Розрахунок природної освітленості	46
2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів	48
РОЗДІЛ 3. ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ	51
3.1 Транспортні характеристики вантажів	51
3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та доку- ментальне оформлення морського перевезення	54

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна	58
3.4 Складання вантажного плану	61
3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу	63
РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА	65
4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна	65
4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності	69
4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації	73
4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності	73
4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності	75
4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності ...	80
4.7 Контроль загальної поздовжньої міцності судна	81
РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВ	
РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ НАВІГАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ	84
5.1 Безпека судноплавства на водних шляхах: сучасні виклики та фактори ризику	84
5.1.1 Роль водного транспорту та концептуалізація безпеки	84
5.1.2 Людський фактор та статистика аварійності (2024-2025 рр.)	85
5.1.3 Специфіка навігації у вузьких фарватерах та каналах	86
5.1.4 Вплив гідрометеорологічних умов на надійність ЗНО	87
5.1.5 Технологічна недосконалість та потреба в інноваціях	88
5.1.6 Економічні аспекти безпеки	89
5.2 Сучасні засоби навігаційного обладнання: технологічна транс- формація та інструментальний контроль	90
5.2.1 Високоточні секторні вогні (PEL) та лазерні створні системи	90
5.2.2 Лазерні системи допомоги при швартуванні та інструменталь- ного контролю (DAS)	93
5.2.3 Цифрова трансформація: Віртуальні засоби навігаційного обла- днання (Virtual AtoN)	96
5.2.4 Еволюція обміну даними: Від AIS до VDES та e-Navigation	98

5.2.5 Сенсорне забезпечення автономних суден (MASS): LiDAR та Машинний зір	99
5.2.6 Інтеграція та відмовостійкість навігаційних систем	100
5.3 Основні напрями розвитку засобів навігаційного обладнання в контексті концепції Maritime 4.0	102
5.3.1 Парадигма переходу від автоматизації процесів до автономності прийняття рішень	102
5.3.2 Технологічне забезпечення рівнів автономності (MASS) згідно з класифікацією ІМО	103
5.3.3 Системи підтримки прийняття рішень (DSS) та людино-машинний інтерфейс	105
5.3.4 Глибока інтеграція та розвиток екосистеми e-Navigation	106
5.3.5 Забезпечення кіберстійкості та концепція Resilient PNT	107
5.3.6 Інтелектуалізація інфраструктури та «Розумні порти»	108
5.3.7 Енергоефективність та екологізація: концепція «Green Navigation»	109
5.3.8 Перехід до аналітичних функцій та предиктивного обслуговування	110
РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ	113
6.1 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі	113
6.2 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу	121
РОЗДІЛ 7. ОХОРОННІ ЗАХОДИ ТА ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ	124
7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту	124
7.1.1 Вихідні дані (сценарій виникнення надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту)	124
7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території	125

7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат	132
7.1.4 Стандартні робочі процедури по прийняттю відповідних заходів у разі підозрілої діяльності на судні або поблизу нього	133
ВИСНОВКИ	136
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	139

ВСТУП

Сучасне судноводіння на морі зазнає епоху зміни пріоритетів в технічних засобах забезпечення навігації. Всюди використовуються глобальні системи визначення місця судна, електронні карти, на морських судах валовою місткістю 10 тис. рег. т і більше встановлені системи автоматизованого прокладення (ЗАРП) радіолокації.

Інтенсифікація роботи флоту, підвищення енергонасиченості суднів, підвищення вантажопідйомності і швидкості суднів, причому із-за сучасної автоматизації судів йде тенденція до скорочення чисельності судових екіпажів і широкого поєднання професій, значно змінили роботу на море, ускладнили її. Мінімальний склад екіпажа спільно з підвищеною швидкістю вивантаження в портах, яке для сучасних контейнерних терміналів обчислюється в годину, а не добу, представляють велику небезпеку для безпеки мореплавання внаслідок втоми екіпажа.

Великі надії свого часу покладалися на вдосконалення навігаційних засобів судноводіння і надії ці, на жаль, не виправдалися. Кількість аварій не скоротилася. Більшість аварій відбуваються внаслідок, як то кажуть, людського чинника, відсоток їх складає близько 75% від усіх аварій.

Усе перерахування причини привели до необхідності чіткого виконання вимог міжнародних конвенцій, кодексів, резолюцій і керівництва.

Технічна надійність, безпека і придатність транспортних судів для виконання виробничих функцій, для яких вони призначені, досягається за допомогою нагляду за проектуванням, будовою і експлуатацією судів з боку судновласників, класифікаційних суспільств, держави прапора – на основі застосування вимог конвенцій СОЛАС – 74 (Safety of Life at Sea – 74), конвенції про вантажну марку, кодексів ІМО, правил класифікації. Вимоги до підготовки вахтових помічників для забезпечення ефективної і безпечної експлуатації в звичайних умовах морського плавання знаходяться у вимогах конвенції і кодексу ПДНВ 78/95 (STCW 78/95).

Система МКУБ (Міжнародна Конвенція Управління Безпекою, СОЛАС глава IX), що впроваджується нині, ставить своєю метою розподілити відповідальність за контролем безпеки судноплавства між судовласником і судовим персоналом.

При плаванні, повинні всюди застосовуватися обов'язкові для усіх правила, регулюючий рух і маневрування судів в морі з метою попередження зіткнень МППСС – 72 (COLREG).

Незважаючи на перераховані конвенції, безпеку судна, передусім, залежить від бажання самого судноводія їх дотримуватися, його знань і дисципліни.

Планування переходу потрібне, щоб виключити помилки, які можуть мати катастрофічні наслідки. Шляхом порівняння фактичного курсу з планованим, можна здійснювати будь-які необхідні коригування курсу.

Шлях судна повинен плануватися для того, щоб: забезпечити мінімально необхідні безпечні відстані між судном і будь-якими перешкодами або небезпечними об'єктами; забезпечити переміщення на праву частину фарватеру для уникнення зіткнення; забезпечити достатні запаси для поправок з урахуванням маневреності судна, погодних умов, течії і так далі.

План переходу повинен показати: курси, які повинне брати судно з напрямками по путньому компасу, створними лініями, відстанню по паралельних індексах, відстанню між контрольними точками і важливими навігаційними знаками; місця повороту, радіус і центр пеленгації, наявні запаси на поперечний шлях; контрольні лінії пеленгації і дистанції радіолокацій.

РОЗДИЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

В табл. 1.1 приведені основні відомості про судно.

Таблиця 1.1

Основні відомості про судно

1	Назва судна	«SIF W»,
2	Тип судна	general cargo,
3	Позивний сигнал судна	5BXG4,
4	ІМО №	9754434,
5	MMSI №	209190000,
6	Рик і місце будівництва	2018. Taizhou Sanfu Ship Engineering Co Ltd. Китай,
7	Клас реєстру	LR +100 A1. LMC. UMS. ICE 1C strengthened for heavy cargo. certified container securing arrangements,
8	Порт приписки	Кипр,
9	Судновласник,	Solar Shipping & Trading SA. Токио. Японія,
10	Довжина найбільша. (L),	154.90 м,
11	Довжина між перпендикулярами. ($L_{\perp\perp}$),	146.00 м,
12	Ширина найбільша. (B),	23.05 м,
13	Висота борту до верхньої палуби. (H),	13.40 м,

Продовження табл. 1.1

1	2	3
14	Осадка (Т) в повному вантажу,	10.109 м,
15	Водотоннажність, в повному вантажу Δ , порожнем Δ_0 ,	24668 т, 7175.0 т,
16	Повна вантажопідйомність Δ_w ,	17493 т,
17	Головний двигун, тип, потужність, частота обертання,	Sulzer 5RTA 58, M.C.R. 9800 kw, 127 RPM,
18	Режим роботи головного двигуна,	40 – найменший, 82 – малий, 86 – середній, 95 – повний, 127 – найповніший,
19	Швидкість судна,	15.0 вузл.,
20	Гребний гвинт, кількість лопастей, діаметр, напрямок обертання,	4, 5100 мм, правого кроку,
21	Тип руля та площа його пера,	Semi Balanced Rudder of Spade type. 31.59 м ² ,
22	Тип рульової машини,	SV850 – 3. Марка, ROLLS – ROYCE MARINE AS,

Продовження табл. 1.1

1	2	3
23	Суднова радіостанція, Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району А3 та включає в себе,	УКХ радіостанція з ЦИВ, марка JRC. тип JHS – 770S, ПВ телефонна радіостанція з ЦИВ, ПВ / КВ телефонна радіостанція з ЦИВ и УБПЧ, JRC MF / HF DSC controller, Приймач НАВТЕКС Deveg 2902, Приймач РТВ або КВ ИБМ Deveg 6348, Инмарсат – 3, 1st JRC JUE85 / 2nd FURUNO FELCOM 15, Аварийний радиобуй EPIRB, марка JRC. тип JQE – 103, Переносна УКХ радіостанція марка JRC. тип JHS – 770S
24	Валова регистрова мисткість (GT),	15549
25	Чиста регистрова мисткість (NT),	6776
26	Добова витрата палива, на ходу, важке паливо дизельне паливо на стоянці, дизельне паливо	20.8 т/добу, 2.4 т/добу, 2.4 т/добу,

Продовження табл. 1.1

1	2	3
27	Координати центру мас судна порожнем,	X = 61.65 м, Z = 10.75 м.

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна

Схематичний план бичного виду судна з розташуванням приміщень для вантажів і запасів приведений на рис. 1.1.

План верхньої палуби з вказівкою розмірів вантажних люків показаний на рис. 1.2.

Вантажна шкала представлена на рис. 1.3.

1.3 Маневрені характеристики

Дани про маневрені характеристики. дани по якорному ланцюгу. по роботі рульового пристрою. збільшенні осадки. дани про діаметр повороту і так далі представлені на рис. 1.4.

1.4 Навігаційне обладнання

Дани усіх технічних засобів навігації (ТЗН) судна (електронавігаційні прилади і системи) представлені в табл. 1.2 та табл. 1.3.

Таблиця 1.2

Технічні засоби навігації

Прилад, система	Тип	Марка
1	2	3
Магнітний компас	M55	Sperry marine
Гирокомпас	NAVIGAT MK22	Sperry marine
Радіолокатор	ARPA – 3A14S ARPA – 2A5X	ATLAS – 1009 ATLAS – 1009
Ехолот	Девег 4630	JRC
GPS	JLR 6800	JRC
GPS / LORAN	NWZ 4550	JRC
АИС	Девег 3400	JRC

Таблиця 1.3

Точнісні характеристики ТЗН на судні

Тип и марка приладу	Умови	Вимірювані навігаційні параметри	СКП одного вимірювання
1	2	3	4
NAVIGAT MK22. Sperry marine	судно. яке рухається	курс/пеленг	0.078
ATLAS – 1009 / ARPA – 3A14S	електронний визир	пеленг	0.23
	шкали до 3 миль	дистанція	0.14
	шкали більше 3 миль	дистанція	0.20

Продовження табл. 1.3

1	2	3	4
ATLAS – 1009 / ARPA – 2A5X	електронний визир	пеленг	0.093
	шкали до 4 миль	дистанція	0.21
	шкали більше 4 миль	дистанція	0.29
Девег 4630. JRC	глибини до 2 м	глибина	0.001
	глибини 10 м	глибина	0.05
	глибини більше 20 м	глибина	0.12

1.5 Забезпечення непотоплюваності

Судно двобортне – це конструктивна особливість. підвищує непотоплюваність. також є водовидливні засоби.

Осушувальна система призначена для видалення з видсиків і приміщень невеликих мас води. що з'являється в результаті запотівання і фільтрації зварних швів. пропусків в з'єднаннях трубопроводів.

Система осушення обслуговується,

двома видцентровими самовсмоктуючими насосами марки 6МВ×2 по ВТ 466-49.002-55с модифікованими крилатками з наступними характеристиками,

продуктивність 130 м³,

натиск 20 м в ст,

висота всмоктування 5 м в ст,

одним електрогвинтовим насосом марки ЕВН 5/5 по МРТУ 5.465-9200-63 з наступними характеристиками,

продуктивність 5 м³,

натиск 5 м в ст,

висота всмоктування 6 м в ст,

двома водоструминними ежекторами марки ВЕЖ 6/т розташованими, один в шкиперський на верхній палуби (р-н 14-15 шп.), другий – у румпельному приміщенні на нижній палуби (р-ни 182-191 шп.) з наступними характеристиками,

продуктивність 6 м³,

натиск 16 м в ст,

висота всмоктування 6 м в ст,

одним водоструминним ежектором марки ВЕЖ 50/т з наступними характеристиками,

продуктивність 50 м³,

натиск 8 м в ст,

висота всмоктування до 6 м в ст.

Дани по осушувальній та баластній систем судна представлені на рис. 1.5.

РОЗДИЛ 2

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВИГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2,1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

Загальні вимоги відносно планування переходу містяться у вимогах кодексу по підготовці і дипломуванню моряків і несенню вахти (ПДМНВ-78/95) в розділи А-VIII/2, частина 2, які формулюються таким чином:

майбутній рейс повинен плануватися заздалегідь, зважаючи на усю наявну до цього інформацію,

старший механік повинен, проконсультувавшись з капітаном, визначити заздалегідь потреби майбутнього рейсу, зважаючи на потреби в паливі, воді, мастильних матеріалах, хімікатах, витратних і інших запасних частинах, інструментах, запасах і інших вимог,

до початку кожного рейсу капітан кожного судна повинен забезпечити, щоб передбачуваний шлях з порту відходу до першого порту заходу планувався, використовуючи відповідні карти і інші навігаційні посібники, що необхідні для майбутнього рейсу, містити точну повну і видкориговану інформацію відносно тих навігаційних обмежень і небезпек, які мають постійний або передбачуваний характер, і які мають відношення до безпеки плавання суден,

після закінчення перевірки запланованого шляху, зважаючи на усю інформацію, що відноситься до нього, запланований шлях має бути прокладений на відповідних картах і бути постійно доступним для вахтового помічника капітана, який до того як лягти на відповідний курс, зобов'язаний перевірити його,

якщо в ході рейсу прийнято рішення про змину наступного порту заходу або якщо необхідно істотно відхилитися від запланованого шляху з інших

причин, змінений шлях повинен опрацьовуватися заздалегідь, до того як він буде истотно змінений,

Планування переходу и його виконання включає чотири послідовни фази:

- оцінка (Appraisal),
- планування (Planning),
- виконання (Execution),
- управління (Monitoring),

Оцінка майбутнього плавання робиться на основі зібраної інформації, яку судноводий може зібрати з наступних джерел:

Каталог карт и книг (Catalogue of Admiralty Carts and Publications NP131),

Навігаційних карт (Charts) – необхідно з'ясувати, на який картографічний основі складені карти, щоб підвищити достовірність прокладення на ній обсервацій, отриманою по навігаційних супутниках,

Океанські шляхи свиту (Ocean Passage For the World) – містить зведення про кліматичні особливості районів свиту, про системи океанських течій,

Маршрутні и лоцманські довідкові карти,

Лоції (Pilot Books, Sailing Directions),

Перелік вогнів и туманних сигналів (Admiralty List of Lights and Fog Signals),

Таблиці приливів (Tide Tables),

Сповідження мореплавцям (Notices to Mariners),

Інформація про радіосигнали (Radio Signal Information),

Радіонавігаційні и місцеві попередження (Radio and Local Warnings),

Посадка и остійність судна (Draft and Stability of Ship),

Планування переходу складається з трьох етапів:

трансокеанський перехід и відкрити морські води,

прибережні води и узкості,

ділянки лоцманської проводки,

При плануванні трансокеанського переходу вибирають шлях з урахуванням оцінки майбутніх метеорологічних умов (климату, погоди) за багаторічними даними, а також з урахуванням фактичної погоди і її прогнозу, Необхідно враховувати також океанські течії, Визначають відстань між портами, розраховують на перехід з урахуванням штормового запасу необхідну кількість бункера, мастильних олій, води, провизії,

Прибережне плавання і плавання в обмежених водах вимагає значно більшої уваги, Шлях вибирають в сторони від небезпек з урахуванням систем розділення руху, Беруть до уваги національні вимоги і обмеження при проходженні територіальних вод, Враховують час проходження найбільш складних ділянок, освітленість на цей час, дії приливних течій і тому подібне,

При плануванні плавання по ділянках лоцманської проводки необхідно враховувати маневрені елементи свого судна, співвідношення опадів і глибин під килем, збільшення опадів від швидкості і від крену на повороти, зміна швидкості, необхідна для встановлення часу проходження, коли можуть виникнути обмеження при підході вночі або залежно від висоти приливу,

При виконанні переходу головним завданням є контроль за безпечним плаванням судна по маршруту, заданому попереднім прокладенням шляхом безперервного ведення виконавчого прокладення, Виконавче прокладення полягає у веденні числення шляху судна на картах, визначенні місця судна, періодичною корекцією обсерваціями числення шляху, нанесенні на карту счисливих і обсервованих місць судна,

2,2 Оцінка запланованого переходу

Приведемо конкретну інформацію, що відноситься до опрацьовуваного переходу, що відповідає етапу "Passage Plan Appraisal", Для цього проведемо підбір навігаційних і допоміжних карт, посібників і публікацій на заданий перехід по Каталогі Адміралтейських карт і публікацій (Catalogue of

Admiralty Charts and Publications) щорічно видаваних Гидрографією Великобританії,

Видомости про пидибрани карти и книги зведени в табл, 2,1 и 2,2,

Таблиця 2,1

Перелик карт на перехид

№ карти	Назва карти	Дата випуску
1	2	3
Navigational Charts		
The World General Charts of the Oceans		
4014	North Atlantic Ocean – Eastern part	Sept 2020
The World Index of Charts at 1 : 3500000 or comparable scale		
4103	English Channel to the Strait of Gibraltar and the Arquipelago dos Acores	Sept 2021
4104	Lisboa to Freetown	Aug 2022
4209	Freetown to Luanda	Jan 2020
Coastal and Large – Scale Charts		
139	Valkenisse to Antwerp Continuation Valkenisse to Antwerp Waaslandkanaal Docks	Sept 2020
120	Westerschelde – Vlissingen to Baalhoek and Terneuzen – Gent Canal	Mar 2019
1874	Westerschelde – Oostende to Westkapelle Vlissingen Zeebrugge Brugge	May 2022
1873	Dunkerque to Oostende	Feb 2019

	Nieuwport	
323	Dover Strait – Eastern part	Mar 2020
2451	Newhaven to Dover and Cape D'anifer	Mar 2020
2450	Anvil point to Beachy Head	Aug 2021
2675	English Channel	Mar 2022

Продовження табл, 2,1

1	2	3
2656	English Channel – Central part	Dec 2021
2454	Start Point to The Needles including Off Casquets TSS	Feb 2021
442	Lizard Point to Berry Head	Sept 2022
2644	Ile d'Ouessant to Ile de Batz	Mar 2021
2643	Ile d'Ouessant to Pointe de Penmarc'h	–
87	Cabo Finisterre to the Strait of Gibraltar	May 2022
3132	Strait of Gibraltar to Arquipelago da Madeira	Sept 2021
3133	Casablanca to Isl, Canarias (Incl, Arquip, da Madeira)	Oct 2021
3134	Islas Canarias to Nouakchott	Oct 2022
3135	Nouakchott to Bissau and Arquipelago De Cabo Verde	Aug 2020
1147	Cabo Roxo to Monrovia	Apr 2020
3139	Monrovia to Sassandra	Apr 2022
604	Cap Lopez to Luanda	Mar,2019
3206	Baie de Loango to Rio Lucunga	Jan,2021
657	Ponta da Cafumbila to Matadi Boma	July 2020
Non – Navigational Charts		
5006	The World – Time Zone Chart	
5307	The World – Main Ocean Routes : Power Vessels	
5310	The World – General Surface Current Distribution	
D6083	The World – Load Line Rules	
5124(05)	North Atlantic Ocean Routeing chart	Dec 2011
5500	Mariners' Routeing guide – English Channel and South North Sea	June 2011

Перелик публикаций на переход

NP No	TITLE
1	2
Admiralty List of Radio Signals	
281(1)	Part 1, Maritime Radio Stations : Europe, Africa and Asia
Radio Aids to Navigation, Satellite Navigation Systems, Legal Time, Radio Time Signals and Electronic Position Fixing Systems	
283(1)	Part 1, Maritime Safety Information Services: Europe, Africa and Asia
284	Meteorological Observation Stations
285	Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS)
286(1)	Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations: UK and Ireland
286(2)	Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations: Europe
286(3)	Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations: Mediterranean and Africa
288	Satellite Navigation Systems
Admiralty Sailing Directions(ASD)	
28	Dover Strait Pilot
27	Channel Pilot
22	Bay of Biscay Pilot
67	West Coast of Spain and Portugal Pilot
1	Africa Pilot, Vol,1
2	Africa Pilot, Vol,2
Admiralty Tide Tables (ATT)	
201	UK and Ireland (including European Channel Ports)
202	Europe (excluding UK and Ireland), Mediterranean Sea and Atlantic Ocean
Miscellaneous Tidal Publications	

Продовження табл, 2,1

1	2
120	Admiralty Manual of Tides
List of Lights and Fog Signals	
74	British Isles and North Coast of France
77	Eastern Atlantic Ocean, Western Indian Ocean and Arabian Sea
Astronomical Publications	
313–00	The Nautical Almanac 2023
303(4)	Sight Reduction Forms (H,494)
323	Star Finder and Identifier
Miscellaneous Publications	
100	The Mariners Handbook
136	Ocean Passages for the World (4th Edition, 1987)
131	Catalogue of Admiralty Charts and Publications – 2009
133A	Chart Correction Log and Folio index – Second Edition 1999
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
	International Regulations for Collision prevention at Sea 1972 (COLREG – 72)
Software	
	Fairplay 2020 – World Shipping Encyclopedia
	Ports Guide 2020

2,2,1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

Нині усі завдання отримання, передачі інформації на судах вирішуються штурманським складом в процедурах і з використанням апаратних засобів ГМССБ. Однією з функцій ГМССБ є передача на судна в морі інформації по безпеці мореплавання (ІБМ). Збором, координацією і передачею ІБМ займається служба безпеки SafetyNET, що є складовою частиною ГМССБ. Структура SafetyNET і завдання, що вирішуються службою, викладені в керівництві ІМО International SafetyNET Manual,

Інформація по безпеці на морі (ІБМ, Maritime Safety Information – MSI) включає навігаційні і метеорологічні попередження, метеорологічні прогнози і інші термінові повідомлення, що відносяться до безпеки. Ця інформація є життєво важливою для усіх суден, тому вона є обов'язковою для прийому на усіх судах незалежно від району плавання,

У ГМССБ інформація по безпеці включає:

- навігаційні попередження,
- метеорологічну інформацію,
- інформацію при пошуку і рятуванні,
- попередження про піратські напади,

Збір і поширення інформації по навігаційних попередженнях забезпечується Всесвітньою службою навігаційних попереджень (ВШП), (WWNWS – World Wide Navigational Service) на основі функціонального керівництва Міжнародної гідрографічної організації (ІГО – International Hydrographic Organization),

Метеорологічна інформація забезпечується Всесвітньою метеорологічною організацією (ВМО – World Meteorological Organization),

Інформація по пошуку і рятуванню забезпечується владою, відповідальними за координацію рятувальних операцій в морі, – (морськими) рятува-

льно-координаційними центрами (RCC, MRCC), відповідно до стандартів і процедур, встановлених Міжнародній морській організації (ІМО),

Для координації передач ІБМ увесь світовий океан розділений на 21 морський район, званих NAVAREA, що означають римськими цифрами, У кожному з цих районів є країна – координатор відповідальна за збір, аналіз і передачу навігаційної інформації,

Розрізняють три типи навігаційних попереджень:

- попередження NAVAREA,
- прибережні попередження,
- місцеві попередження,

Попередження NAVAREA містять інформацію, яка потрібна мореплавцям, для безпечного плавання на океанських переходах,

У прибережних попередженнях поширюється інформація, яка потрібна для безпечного плавання у межах певного регіону, Вони забезпечуються, як правило, службою NAVTEX,

Міжнародна служба SafetyNET – це служба, що використовує ІНМАРСАТ, і службовка для поширення інформації по безпеці на морі, включаючи ретрансляцію повідомлень безпеки на морі, включаючи ретрансляцію повідомлень лиха в напрямі «берег – судно»,

Структура міжнародної мережі SafetyNET, що забезпечує збір, обробку і передачу інформації по безпеці мореплавання в системі супутникового зв'язку ІНМАРСАТ,

До складу інформації, що передається по каналах SafetyNET, входять:

- навігаційні попередження,
- метеорологічні попередження і метеопрогнози,
- повідомлення про лихо в напрямі «берег – судно», інформація SAR,
- попередження про напад піратів,
- дані про коригування карт і інша термінова інформація,

Передачі здійснюються за розкладом або поза розкладом, Розклади передач повідомлень SafetyNET представлені в:

- GMDSS Master Plan, Annex 8,

- ALRS vol 5 (GMDSS, 10-6),

Складовою ГМССБ є, також, служба NAVTEX,

NAVTEX – міжнародна автоматизована система передачі в режимі вузькосмугового буквопечатання навігаційної, метеорологічної і іншої термінової інформації, що відноситься до прибережних вод в радіусі до 400 миль від берега, NAVTEX забезпечує передачу метеорологічних прогнозів і усих штормових попереджень,

Служба NAVTEX використовує спеціально призначену для цих цілей частоту 518 кГц, на який БС передають інформацію англійською мовою,

Для заданого переходу з посібника ALRS 283 вибираємо інформацію, потрібну для отримання факсимільних карт погоди по маршруту переходу, зводимо її в табл. 2,3,

Таблиця 2,3

Радиостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

№	Радиостан- ція	Позначення и межа карти	Зміст передачі	Час передачі
1	2	3	4	5
1	Nothwood	54°N 82°W 26°N 45°W 54°N 51°E 28°N 12°E	Surface Analysis Significant Wind Areas T+24	0400(00) 0900(06) 1500(12) 1800(12) 0748(00) 2112(12)
2	Dakar	35°N 35°W 35°N 22°E 0°N 35°W 0°N 22°E	Surface Analysis Significant Weather Prognosis	1000(06) 1600(12) 0100(18) 0700(00)

Продовження табл, 2,3

1	2	3	4	5
3	Cape Naval	0°S 20°W 0°S 70°E 60°S 50°W 60°S 90°E	Surface Analysis	0500(00) 1030(06) 1530(12) 2230(18)

Для прийому текстової інформації про погоду – прогноз, аналіз, метеопопередження, – зазвичай не підбирають спеціальних станцій, оскільки випуски NAVAREA і NAVTEX містять її в достатній кількості,

З посібника ALRS 285 вибираємо інформацію про райони NAVAREA і станціях NAVTEX по маршруту переходу, Дани зводимо в табл, 2,4,

Таблиця 2,4

Райони NAVAREA, станції NAVTEX на переході

№	Дилянка переходу	Район NAVAREA	Станції NAVTEX	Координатор NAVAREA
1	Английський канал	I	Oostende [T] Noton [K]	UK
2	Західна частина Піренейського півострова	II	Coruna [D] Corsen [E]	France
3	Західне узбережжя Африки	II	Las Palmas [I] Nouadhibou [N]	France

В ході навігаційного опрацювання переходу готуються до обміну інформацією з береговими контрольними постами, лоцманськими станціями, операторами портових терміналів в портах заходу,

За допомогою посібника ALRS 286 визначають наявність по маршруту контрольних постів, районів, де здійснюється управління рухом суден постами СУДС (Reporting Areas), вирішують питання про зв'язок з контрольними станціями і постами – терміналами, форми і способах подання інформації, З'ясовують деталі зв'язку з лоцманськими станціями і оператором терміналів в портах, Отримані відомості зводять в табл, 2,5,

Таблиця 2,5

Зв'язок на переходи

№	Станція	Спосіб зв'язку	Канали, частоти	Примітка
1	2	3	4	5
1	Antwerpen Pilots and Port	VHF	18, 74, 62 63	Approach, berthing, unberthing, Cargo Operations
2	Dover Strait VTS	VHF	79, 13, 11 69, 80	Mandatory Reporting System, Approach RP
3	Boma Pilots and Port	VHF	08, 12, 16	Approach, berthing, unberthing, Cargo Operations

2,2,2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

Вивчення, аналіз і короткий опис гідрометеорологічних по маршруту на період (місяць) плавання включають наступні елементи:

- загальна характеристика
- атмосферний тиск і вітри

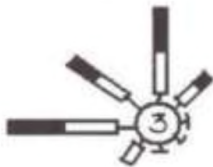
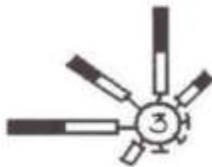
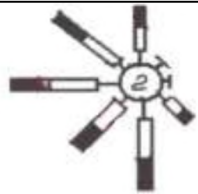
- тропічні циклони
- хмарність і опади
- тумани і видимість
- температура і вологість,

Таблиця 2,6

Атмосферний тиск і розшифровка «роз витрів»

Характерис- тики за ділянками	Антверпен			Гибралтар			Бома		
1	2			3			4		
Атмосфер- ний тиск, гПа	1014			1018			1012		
Витер	Роза витрив № 1			Роза витрив № 2			Роза витрив № 3		
Направлення витру	Повторюваність витру, %			Повторюваність витру, %			Повторюваність витру, %		
	су- мар- на	11-15 м/с	>16 м/с	су- мар- на	11-15 м/с	>16 м/с	су- мар- на	11-15 м/с	>16 м/с
N	9	—	—	36	—	—	1	—	—
NE	8	—	—	7	—	—	0	—	—
E	11	—	—	5	—	—	0	—	—
SE	8	—	—	1	—	—	0	—	—
S	19	—	—	4	—	—	24	—	—
SW	20	—	—	4	—	—	20	—	—
W	16	—	—	8	—	—	21	—	—
NW	8	—	—	24	—	—	6	—	—

Продовження табл. 2,6

1	2		3		4	
Результуючий вите	направлення, у румбах	NW	направлення, у румбах	N	направлення, у румбах	S
	швидкість, м/с	< 3	швидкість, м/с	3-5	швидкість, м/с	5-7
Максимальна швидкість вите, м/с	спостережена	31	спостережена	26	спостережена	22
	розрахункова	—	розрахункова	—	розрахункова	—
Повторюваність штилів, %	3		3		2	
Схема «рози витрів»						

Таблиця 2,7

Видимість, водний і тепловий режими атмосфери, гідрологічні характеристики

Характеристики за ділянками	Антверпен	Гибралтар	Бона
1	2	3	4
Температура повітря, °C	12	18	26
Температура води, °C	15	20	25
Відносна вологість, %	80	75	80
Повторюваність туманів, %	—	1	1
Видимість менше 2 миль, %	< 10	< 10	< 10
Хмарність, бали	2	5	5
Солоність води, ‰	35,0	36,5	30,0

Щильность води, кг/м ³	1,0230	1,0270	1,0080
-----------------------------------	--------	--------	--------

Продовження табл, 2,7

1		2	3	4
Постійні течії	назва	—	Канарська	Гвінейська
	термодинамічна характеристика	тепла	холодна	тепла
	направлення	NE	SW	E
	швидкість, вузл,	0,5-1,0	0,5-1,5	1,0-1,5
	стійкість	20-25	50-75	50-75
Швидкість припливних течій, вузл,		—	—	—
Висота хвиль, м	середня	2	< 5,0	< 5,0
	максимальна	3	5,0-10,0	5,0-10,0
Період хвиль, с		5	10	3

2,2,3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні

Порт Антверпен (шир, 51°15' N, довг, 4°24' O) обладнаний біля правого берега річки Шельда,

Річка Шельда проходить по бельгійській території, Фарватер річки Шельда дуже звивистий і в деяких місцях вузький, Тому судам, що мають велику довжину і осідання, при плаванні по річці рекомендується лоцманська проводка, Найменша глибина на фарватері 5-6 м, а в окремих місцях 14-18 м, На ділянках фарватеру, схильних обмілинню, систематично робляться днопоглиблювальні роботи, За бельгійськими даними, в повну воду по фарватеру річки Шельда можуть проходити судна з осіданням до 10м,

Припливо-відливні течії досягають найбільшої швидкості в місцях вигинів фарватеру річки Шельда, де припливна течія спрямовується до правої кромки фарватеру, а відливне до лівої, При плаванні по річці Шельда необ-

хидно враховувати наявність сильних виливів і противотечій, На захід від знаку Филиппе, що свитить, припливна течія з великою швидкістю спрямована до правої кромки фарватеру, а відливне до лівої, Безпосередньо біля східного берега річки поблизу знаку Филиппе, що свитить, припливо-відливні течії відчуються слабо, а іноді зовсім не спостерігаються, Середня швидкість припливної течії 1,9 вузла, відливного 1,7 вузла,

Гавані порту Антверпен мають сучасне устаткування, що забезпечує спокійну стоянку судів і швидку перевалку вантажів, Усі причали порту пронумеровані, Пароплави, що здійснюють регулярні рейси, мають постійні причали,

Лоцманська проводка в порт Антверпен обов'язкова для усіх судів, Окрім морських лоцманів, в порту є нідерландські і бельгійські лоцмани, здійснюючи проводку по внутрішніх фарватерах, Бельгійська лоцманська станція знаходиться на набережній Таверньє (Taverniers) на південь від шлюзу Бонопарт,

Портові засоби і устаткування, Порт Антверпен має сучасне устаткування як для стоянки судів, так і для виробництва навантажувально-розвантажувальних робіт, На набережних є багато складів, навісів, зернохосовищ, рефрижераторів і більше 700 резервуарів загальною місткістю більше 1 100 000 м³ для зберігання рідких вантажів, У порту є декілька залізничних сортувальних станцій, Для швартовки судів до набережних в декількох місцях встановлені гидравлическі і електричні лебідки,

Для виробництва навантажувально-розвантажувальних робіт, окрім великої кількості менш потужних кранів, в порту є крани вантажопідйомністю до 50 т, декілька плавучих кранів і домкратів вантажопідйомністю до 150 т, вуглеперевантажувачі вантажопідйомністю по 15 т, а також плавучі і стаціонарні зерноперевантажувачі продуктивністю 150-250 т в годину,

Крім того, в порту Антверпен є багато рухливих кранів вантажопідйомністю до 15 т, що належать приватним підприємствам, Перевалка вантажів з

морських на річкові судна робиться також у швартових бочок, виставлених посередині найбільш широких гаваней

Буксири, У порту Антверпен буксирування судів робиться державними буксирами, їх робота оплачується за тарифом, Буксири забезпечені насосами і у разі потреби можуть бути використані для гасіння пожежі, Буксирування судів за межами порту Антверпен здійснюється буксирами, що належать приватним фірмам,

Постачання, У порту Антверпен можна отримати бункерне рідке паливо, мастильні олії, свіжі і консервовані продукти харчування і різні предмети суднового постачання у необхідній кількості, Питну воду і воду для живлення котлів можна набирати з водопроводу,

Рятувальна служба в порту є рятувальні судна потужністю до 1400 л, з, понтони, плавучі крани вантажопідйомністю до 150 т і водолазні засоби,

Портові правила, Правила користування гаванями, а також інші різні постанови і усі тарифи поміщені в Щорічнику Ллойда Анверсуа (Lloyd Anversois) і довіднику, що видається агентством Скальді (Scaldis), Судна, наступні в порт Антверпен, повідомляють агенти передбачуваний час прибуття за 48 годину і уточнений час за 24 години до прибуття в порт,

Шлюзи, Для входу в гавані порту Антверпен є шість камерних шлюзів, з яких п'ять призначено для морських суден, а шостий, найпівденніший використовується тільки судами внутрішнього плавання, Через шлюзи судна пропускаються по дозволу капітана порту з обов'язковим представленням мерительного свідоцтва і завірених лоцманською службою свідчень капітана відносно розмірів і опаді судна,

Час відкриття шлюзів, Через шлюзи Баудевейнслейс, Ван-Каувеларт і Руайе пропуск судів робиться цілодобово у будь-яку стадію припливу, Шлюз Каттендейкслейс пропускає судна з 1 ч, 30 м, до моменту настання повної води до 1 ч, 30 м, після моменту настання повної води в порту Антверпен, Шлюз Бонапарт пропускає судна в період з 2 ч, 30 м, до моменту настання повної води до 30 хв, після моменту настання повної води в порту, Сигнали, що регу-

люють вхід судив в шлюзи и вихід з них, піднімаються на щоглах з реями, встановлених на півничних стінках камер шлюзив,

Рейди порту Антверпен, На річці Шельда у порту Антверпен є рейди Остервел и Антверпен, призначени тільки для короткочасної якирної стоянки, для виробництва навантажувально-розвантажувальних робіт суду заходять в гавани або швартуються до стінки набережної порту,

Якирне місце знаходиться біля правого берега річки Шельда до SW вид входу в шлюз Ван-Каувеларт, Це якирне місце зазвичай використовується судами, очікуючими дозволу на вхід в шлюзи

Рейд Остервел (Oosterweel) для морських суден з великим осіданням знаходиться на захід вид входу в шлюз Руайе між знаком селению Остервел, що свитить, Західний и встановленим вид нього до W буюм №, що свитить, 116 (шир, 51°14' N, довг, 4°22' O), На якир тут слід ставати ближче до правого берега річки Шельда на півнич вид лінії створу Пейп-тютюн,

Судна з малим осіданням можуть ставати на рейди Остервел біля лівого берега річки Шельда між знаками селению Остервел, що свитять, Західний и Східний на південь вид лінії створу знаків, що свитять, Пейп-тютюн,

Рейд Антверпен (Antwerpen) розташований на річці Шельда проти набережних порту Антверпен и є продовженням рейду Остервел, Грунт на рейди добре тримає якори, але сильни припливо-відливни течії и жвавий рух судив викликає необхідність при стоянці на якори тримати машину в готовності,

Місця, заборонени для якирної стоянки, На рейди Антверпен забороняється ставати на якир у видстані менше 200 м південніше и на півнич вид поромної переправи проти селению Синт-Ганна, Без дозволу лоцманської служби морські судна також не повинни ставати на якир між вищезгаданим забороненим районом и входом в шлюз Бонапарт, Крім того, не дозволяється виддавати якори до SO вид чотирьох білих швартових бочок, встановлених уздовж лівого берега річки Шельда на південь вид селению Бюрхт,

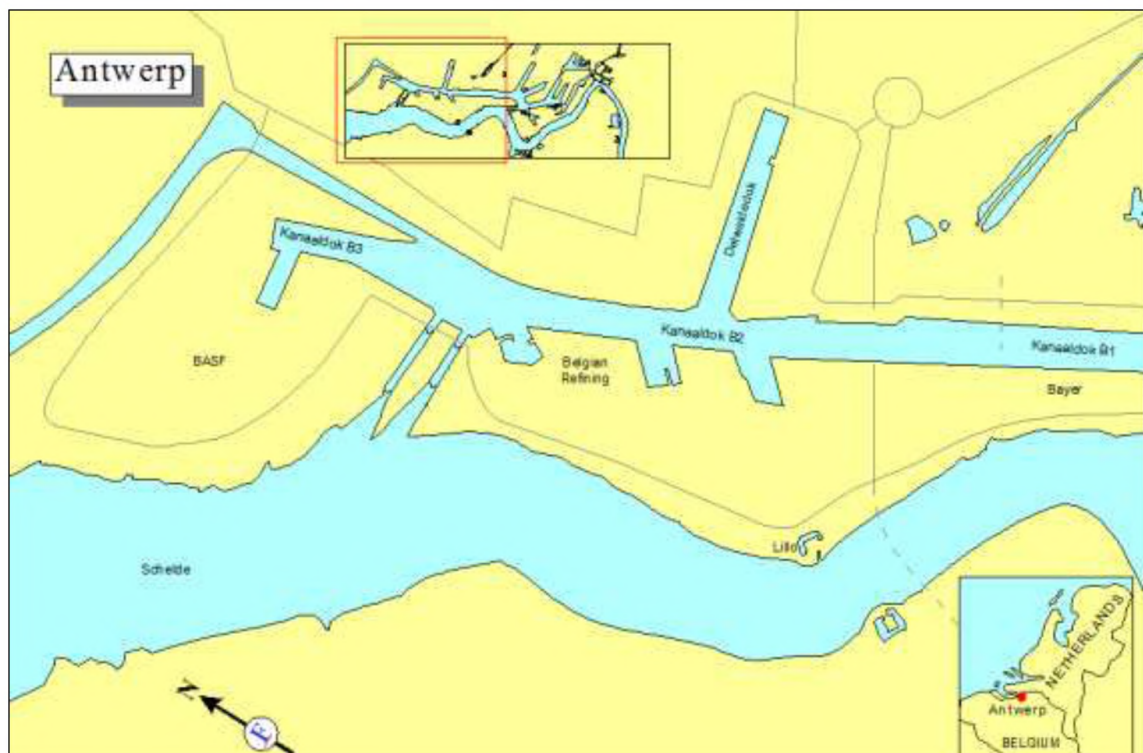
Документи для оформлення в порту Антверпен:

Документ

Копії

- | | | |
|----|---|---|
| 1, | Список Екипажа | |
| 5 | | |
| 2, | Список пасажирив, якщо пасажирів на борту | 1 |
| 3, | Список особистих речей екипажа | 1 |
| 4, | Записка Рейсу (список портів заходу) | 1 |

Вимагається для перевірки: Регистрові документи судна, Міжнародне Мери-
тельне свідоцтво, Документи усіх офіцерів і паспортів екипажа,



Рис, 2,1, План порту Антверпен

Порт Бома розташований на північному березі річки Заїр в 75 км від
гирла, Основні вантажі оброблювані портом: генеральні і дерево,

Вантажна марка – тропічна,

Зв'язок з портом здійснюється через Банана радіо і по УКВ каналам 08,
12, 16,

У порту можна отримати сертифікат дератизації,

Лоцманська провідка в порт обов'язкова,

Висота припливної хвилі складає 1,8 метра, Щільність води 1,008,

Порт має в розпорядженні буксири, Вхід в порт здійснюється тільки в денний час,

Порт має в розпорядженні 3 причали, Якщо судно підійшло до причалу і місця немає, то судно повинно стає на 2 якори у найближчої банки в очікуванні причалу,

Загальна протяжність причалив складає 350 метрів, глибина у причалив від 8 до 11 метрів, Вантаження-вивантаження здійснюється судовими вантажними засобами, Для вантаження пальмової олії побудований трубопровід,

Критий майданчик під зберігання вантажів займає 6000 м², відкрита площа зберігання – 16000 м²,

У порту можна поповнити запаси води і палива, вчинити дрібний ремонт,

Необхідні документи на прихід/видхід:

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

Засоби навігаційного обладнання, які були використовували на переході, наведені в табл, 2,8,

Таблиця 2,8

Засоби навігаційного обладнання

№	Назва	Координати	Дальність	Харак-	Траверз
---	-------	------------	-----------	--------	---------

		φ λ	види- мости, мили	тери- стики	Истин- ний пеленг	Найко- ротша видстань
1	2	3	4	5	6	7
1	Schone	51°С26,5' N 3°С37,9' E	3	F1 2s	346°С	0,3'

Продовження табл. 2,8

1	2	3	4	5	6	7
2	Nieuwe Sluis	51°С24,4' N 3°С31,3' E	5	Oc 10s	172°С	0,9'
3	Heist Mole	51°С20,9' N 3°С12,2' E	10	Fl(2) 5s	172°С	3,4'
4	West Hinder (Racon)	51°С23,3' N 2°С26,3' E	13	Fl(4) 30s	342°С	0,9'
5	F3 (Racon)	51°С23,9' N 2°С00,4' E	22	Fl(3) 5s	126°С	1,5'
6	Sandettie	51°С09,1' N 1°С47,1' E	24	Fl 5s	126°С	4,0'
7	Beachy Head	50°С43,9' N 0°С14,3' E	26	Fl(2) 15s	345°С	10,0'
8	Pointe Bulabemba	06°С03,3' S 12°С26,8' E	12	Fl 4s	015°С	1,3'

2,3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2,3,1 Розрахунок ортодромії

Рейс є фактичним, У моєму переході немає плавання по ДБК, тому наведу приклад розрахунку плавання по ДБК: вид точки $\varphi_H = 00^{\circ}00' \text{ N}$, $\lambda_H = 47^{\circ}22' \text{ W}$ до точки $\varphi_K = 49^{\circ}17' \text{ N}$, $\lambda_K = 6^{\circ}00' \text{ W}$,

Розраховую локсодромічний курс:

$$\operatorname{tg} k_{\text{л}} = \frac{PД}{PMЧ} \quad (2,1)$$

Обчислюють довжину локсодромії:

$$S_l = PШ \times \sec k_l, \quad (2,2)$$

Таблиця 2,9

Розрахунок локсодромії

φ_K	49°17' N	λ_K	06°00' W	РМЧ	3398
φ_H	00°00' N	λ_H	47°22' W	К	43°
РШ	2957	РД	3202	S	4049

Визначити довжину ортодромії:

$$\cos D = \sin \varphi_1 \times \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \times \cos \varphi_2 \times \cos PД \quad (2,3)$$

$$D = 4017 \text{ миля}$$

Доцільність плавання по ортодромії рівна:

$$\Delta S = S_l - D = 4049 - 4017 = 32 \text{ миля}$$

Плавання по ортодромії не вигідно,

Виконаємо розрахунок плавання по ортодромії:

Знаходимо λ_0 :

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\lambda_H - \lambda_K}{2} - \lambda_0\right) = \operatorname{tg} \frac{PД}{2} \times \sin 2\varphi \times \cos ec PШ \quad (2,4)$$

$$\operatorname{tg} k_0 = \frac{\sin(\lambda_H - \lambda_0)}{\operatorname{tg} \varphi_H}$$

$$\text{Обчислюю } k_0 \Rightarrow \quad (2,5)$$

Таблиця 2,10

Курси и видстани при плаванні по ортодромії

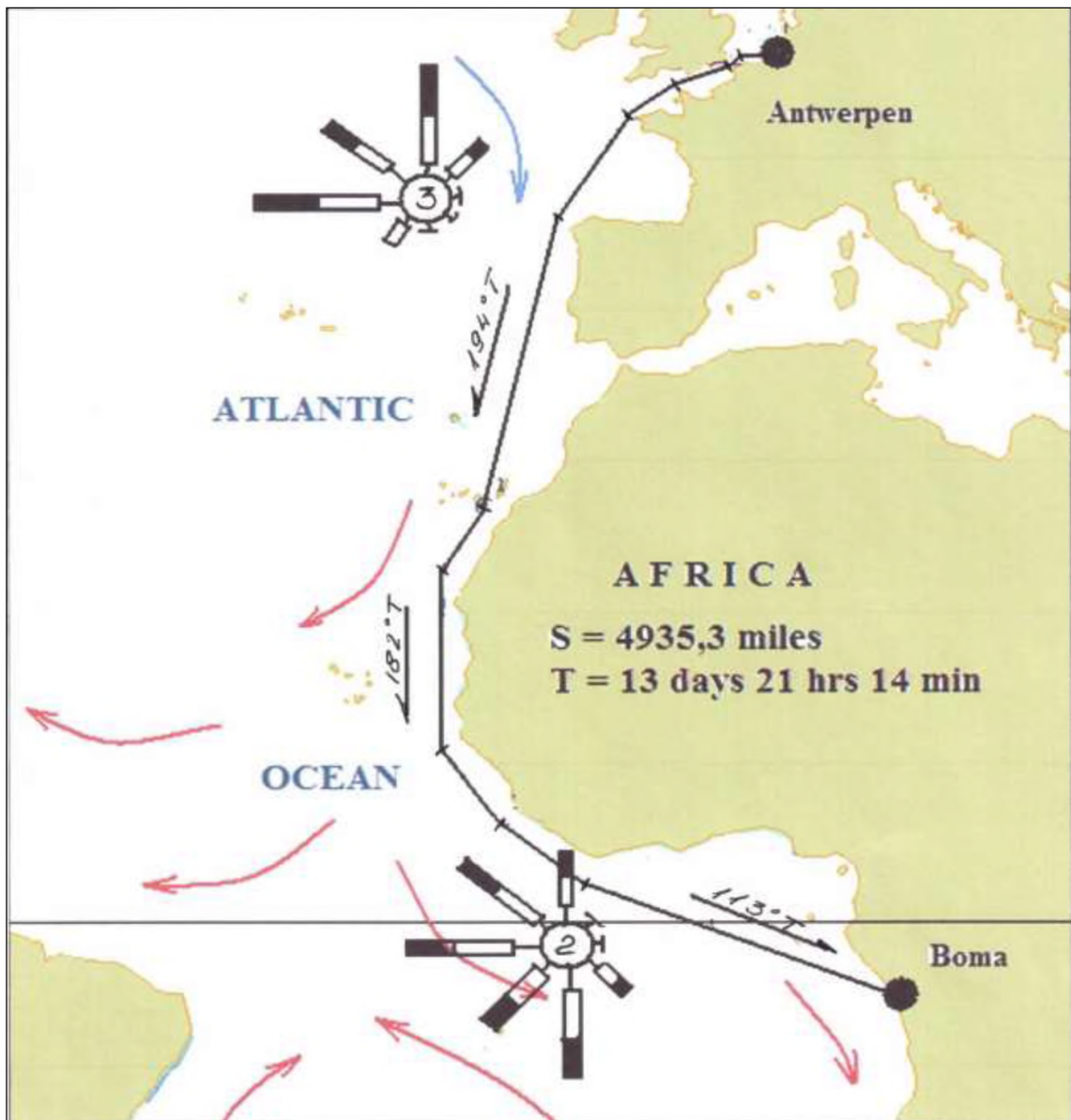
N	Широта	Довгота	Курс	Видстань
1	10°С 40' N	40°С 00,0' W	35	768
2	23°С 29' N	30°С 00,0' W	37	958
3	33°С 43' N	20°С 00,0' W	41	808
4	41°С 20 N	10°С 00,0' W	46	660
5	46°С 49' N	00°С 00,0' W	53	542
6	49°С 17' N	06°С 00,0' E	58	281

2,3,2 Складання маршрутних листів

Відповідно до рекомендацій ІМО, при плануванні рейсу необхідно скласти маршрутні листи, Маршрутний лист приведений на рис, 2,3,

2,3,3 Графічний план переходу

Результати навігаційного планування переходу оформляють у вигляді графічного плану переходу, який представлений на рис, 2,4, На графічному плані наноситься наступна інформація: курс судна (ортодромія чи локсодромія), назви портів виходу/заходу, основні течії, рози витрив,



Рис, 2,4, Графічний план переходу

2,3,4 Розрахунок природної освітленості

Розрахунки освітленості виконують двома послідовними наближеннями:

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

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

Дали розраховуються по Nautical Almanac моменти (ZT) явищ, характеризуючих освітленість (користуючись для інтерполяції таблицями: "Conversion of ARC to Time" и "Tables for Interpolating Sunrise, Moonrise, etc", Результати вносять в таблицю,

По широти місця судна φ и схиленню Сонця δ на моменти його сходу и заходу по формули tg A розрахуємо азимути Сонця (Z) при сходу и заходу, яки також внесемо до табл. 2,11,

Для отримання місцевого часу явища (Correct LMT) треба у табличний час ввести дві поправки: Correct LMT = LMT for Lat + Lat correction + Long correction,

Місцевий час явища переводять у Грінвічний:

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

Грінвічний час явища переводять в судновий:

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

Таблиця 2,11

Елементи освітлености

Дата	Початок навигац, сутин- кив	Сонце				Кінець навигац, сутинок	Місяць		
		Схід		Захід			Схід, Т _с	Вик, дни	Захід, Т _с
		Т _с	А	Т _с	А				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10,05	02,27	04,01	59	19,22	301	20,50	08,23	6	00,28
11,05	02,56	04,22	60	19,21	300	20,36	10,19	7	00,51
12,05	03,36	04,50	62	19,21	298	20,28	12,00	8	01,16
13,05	04,08	05,14	65	19,22	295	20,23	13,24	9	01,45
14,05	03,35	04,37	66	18,24	294	19,20	13,37	9	01,19

15,05	04,00	04,56	67	18,25	293	19,19	14,40	10	01,57
-------	-------	-------	----	-------	-----	-------	-------	----	-------

Продовження табл. 2,11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16,05	04,22	05,15	67	18,26	293	19,19	15,39	11	02,41
17,05	04,42	05,33	67	18,29	293	19,19	16,33	12	03,30
18,05	04,57	05,45	67	18,14	293	19,02	17,07	13	04,22
19,05	04,42	05,30	67	17,50	293	18,38	17,30	14	04,47
20,05	05,27	06,14	68	18,27	292	19,14	18,54	15	06,18
21,05	05,11	05,59	68	18,03	292	18,50	19,18	16	06,52
22,05	04,56	05,44	69	17,40	291	18,27	19,43	17	07,29
23,05	05,41	06,29	69	18,17	291	10,03	21,09	18	09,05
24,05	05,26	06,13	69	18,00	291	18,48	21,43	19	09,40

2,3,5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

Під приливними явищами у Світовому океані розуміють динамічні і фізико-хімічні процеси у водах морів і океанів, викликані приливоутворюючими силами, Приливами називають приливні коливання рівня моря – висота поверхні моря, вільна від впливу вітрових хвиль і брижів і вимірюваною відносно умовного горизонту (нуль урівненого поста),

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

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

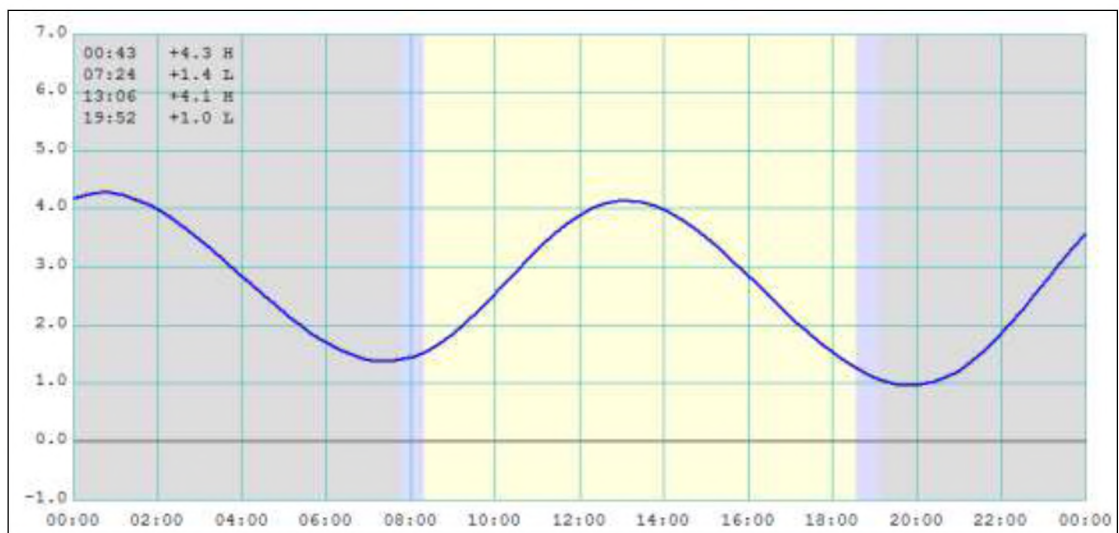
У будь-якому пункті Землі рівень моря постійно змінюється, Регулярні коливання рівня викликаються: приливоутворюючими силами Місяця і Сонця (приливні коливання), вітрами, що періодично змінюються, річним ходом опадів, випаром, стоком континентальних вод (сезонні коливання) та ін, Випадкові коливання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

Загальна характеристика припливних явищ для усього переходу описана вище, У цьому підпункті приведені дати і час висот повних і малих вод на дати і порти відходу і приходу, Нижче представлена таблиця повних і малих вод для вказаних портів на дати відходу і приходу, Для складання табл, використовувалася програма TideCalc,

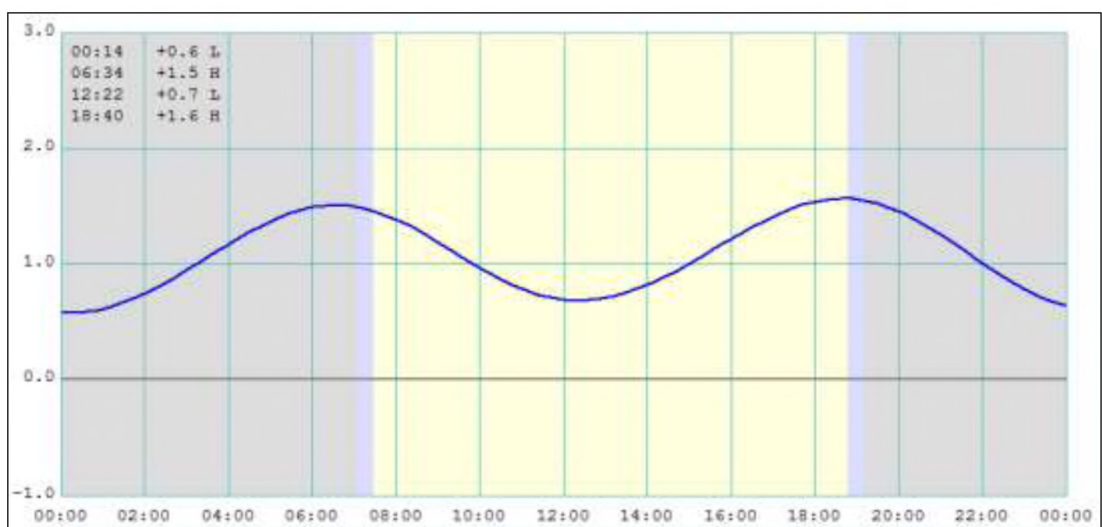
Таблиця 2,12

Час настання повних і малих вод

Антверпен				Бома			
10,05		10,05		24,05		24,05	
T_{Π}	h_{Π}	T_{Π}	h_{Π}	T_{Π}	h_{Π}	T_{Π}	h_{Π}
00:43	4,3	13,06	4,1	06:34	1,5	18,40	1,6
T_M	h_M	T_M	h_M	T_M	h_M	T_M	h_M
07:24	1,4	19,52	1,0	00:14	0,6	12,22	0,7



Рис, 2,5, Графік повної і малої води для порту Антверпен



Рис, 2,6, Графік повної і малої води для порту Бома

РОЗДИЛ 3

ОБРОБКА ТА РОЗМИЩЕННЯ ВАНТАЖИВ

3.1 Транспортні характеристики вантажив

Одним з важливих етапів складання оптимального вантажного плану є детальне вивчення транспортних характеристик та фізико-хімічних якостей вантажив, що пред'являються для перевезення.

Їх правильне урахування дозволяє визначити умови та технологію перевезення вантажив, забезпечує їх збережену доставку, раціональне оброблення вантажу в портах, максимально допустиме використання вантажопідйомності та вантажомісткості судна і забезпечує безпечність мореплавання.

Перевезення зернових вантажив регламентуються міжнародними документами:

- International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 74/78). Chapters VI, VII [6];
- International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78) [8];
- Code of Practice for the Safe Loading and Unloading of Bulk (BLU Code) [9];
- International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk (Grain Code) [10].

Пшениця відноситься до зернових вантажив і входить до групи злаків. Фізичні властивості: сипучість, усадка, щільність, шпаруватість, теплопровідність і сорбційні властивості. Біологічні властивості: дихання зерна, дозрівання, проростання, самозигрівання.

При вантаженні зерна на судно необхідно зробити усі заходи, застережливі можливості його пересипання.

Пересипання зерна з одного борту на інший при плаванні на схвильованому морі можна обмежити двома способами.

Перший спосіб полягає в тому, що кожен вантажний трюм розділяється постійною або розбірною подовжньою перегородкою, розміщеною в діаметральній площині судна або на відстані від неї, що не перевищує 5% ширини судна. Ці перегородки мають бути зерно непроникними, мають бути конструктивно досить міцними і повинні тягнутися від настилу вантажного трюму до рівня не менше 0.60 м над поверхнею насипаного зерна. Другий спосіб, застережливий пересипання зерна, – це покриття насипаного зерна шаром зерна в мішках або іншим відповідним вантажем, щільно укладеним на висоту не менше 1.5 м від верхнього рівня зерна.

Мішки із зерном або інший відповідний вантаж повинні укладатися на платформи по усій поверхні зерна насипом; ці платформи повинні складатися з дощок завтовшки 25 мм, укладених в одному напрямі на відстані не більше 1.25 м один від одного, і дощок, укладених на них в іншому напрямі з відстанню між ними не більше 0.1 м; замість платформ може застосовуватися міцна віддільна тканина, краї якої перекривають один одного на величину не менше 1.0 м, а у борти мають бути підняті вгору на висоту не менше чим 0.6 м.

Відстань по горизонталі між вертикальними стояками, що підтримують подовжню перегородку, мають бути не більше 4 метрів. Товщина перегородки (дощок) при цьому має бути 75 мм.

Кінці перегородок закріплюються на пазах, глибина яких мають бути не менше 75 мм. За відсутності пазів вони мають бути утворені шляхом застосування дерев'яних брусів з розмірами перерізу 150 x 75 мм. Ці бруси мають бути надійно закріплені.

Дерев'яні вертикальні стійки, підтримувані розпирками, повинні мати ширину не менше 250 мм і товщину не менше 50 мм. Сійки підтримувані м'якими сталевими тросами (розтяжками) повинні мати розміри 280 x 75 мм. Металеві вертикальні стійки мають бути з косинця 150 x 90 x 10. Нижні кінці стійок повинні знаходитися в спеціальних гніздах, які для цієї мети мають бути створені на настилі трюму.

Стийки кріпляться болтами діаметром 22 мм. Вертикальна відстань між болтами має бути не більше 1.2 м.

Вертикальні стійки повинні підтримуватися сталевими тросовими стягуваннями (штагами) або дерев'яними розпирками, надійно скріпленими з набором судна.

Верхня дерев'яна розпирка має бути встановлена не нижче 2 м від верху стійки. Розпирки нормально мають бути нахилени до горизонту на кут 10° , що не перевищує, і не повинні спиратися безпосередньо на обшивку. П'ята розпирки має бути надійно скріплена з набором. Розміри прямокутного перерізу розпирок мають бути 150 x 150 мм, круглий переріз повинен мати 180 мм. Тросові розтяжки (штаги) мають бути з м'якого металу колом 76 мм, який розтягується горизонтально.

Усі судна, що здійснюють перевезення зерна навалом повинні мати на борту судна відповідну документацію розроблену з урахуванням вимог гл. VI Конвенції СОЛАС – 74 [6] і International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk [10].

Правила перевезення зерна Регистру України допускають його транспортування без яких-небудь заходів, що запобігають перемищенню вантажу, якщо його остійність судна задовольнятиме комплексу наступних вимог:

Після додатка умовного моменту, що крипить, із-за зміщення зерна кут статичного крену θ_g , для усіх судів не повинен перевищувати 12° або для усіх судів необмеженого району плавання кути входу палуби у воду θ_g якщо він менше 12° .

Залишкова площа lg_2 діаграми статичної остійності між кривими поновлюючих плечей, що кріплять, до кута крену, що відповідає максимальний різниці між ординатами двох кривих $\theta_{max}=40^\circ$ або кута заливки θ_z (у залежності якої з них менше), за усіх умов завантаження має бути не менше 0.075 м. рад., початкова метацентрична висота після поправки вільних поверхонь рідких вантажів має бути не менше 0.30 м; остійність судна, має бути перевірена в усьому діапазоні специфікації питомих об'ємів вантажу.

Типовий план завантаження повинен передбачати не лише кількісне розміщення вантажу по окремих трюмах, але також характер штивки вантажу. Характер штивки в даному випадку відповідно до вимог відбувався, розриванням поверхні вантажу від борту до борту.

Вентиляція у вантажних трюмах відбувалася пасивним методом, вентиляційні відведення знаходилися відповідно в носовий і кормовий частинах трюму, а саме і перегородок між трюмами.

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

Таблиця 3.1

Об'ємно-масові характеристики вантажів

Найменування вантажу	Питом. навантаж. об'єм м ³ /т	Маса партії вантажу. т	Об'єм партії вантажу. м ³	Валові норми вантажних робіт. т/добу	
				навантаж.	вивантаж.
Пшениця	1.45	14222	20622	7000	1400

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

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

Усі вантажні облаштування судна мають бути повністю підготовлені до прийому вантажу, обумовленого в договорі морського перевезення.

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

У попередній інформації Капітан повинен повідомити відомості про осідання судна, кількість вантажу і розподіл його по трюмах або танкам, наявності палубного вантажу або важкоатлетів з вказанням їх маси, найменування вантажоодержувачів, справності судових перевантажувальних засобів, а також про усі потреби судна в паливі, воді, продуктах, необхідному ремонті і інших потребах судна, задоволення яких входять в обов'язки порту.

Приведення трюмів, в стан, що відповідає для цього вантажу розпочинається з очищення залишків вантажу, що ранише перевозиться, видалення сепаратії і прокладення матеріалів, прибирання сміття. Дали підготовка ведеться залежно від особливостей вантажу, підготовленого до перевезення.

Трюмні льяла необхідно розкривати і очищати після кожного вивантаження, оскільки в них скупчується вода, що стикає з трюмів і мистить домишки вантажів, які можуть розкладатися.

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

Особлива увага при підготовці до прийому будь-якого роду вантажу необхідно приділяти надійності водовидливної і протипожежної систем, які слід перевіряти у дії.

Нещільно закрити кришки горловини подвійного дна нерідко були причиною псування або повної втрати вантажів. Якщо при підготовці трюму виникла необхідність розкриття горловини паливної, баластних танків або танків з прісною водою, слід після закінчення робіт задраїти їх і оглянути щільність прилягання кришок до горловини, переконатися в правильній установці прокладень і наявності гайок.

Підготовка до перевезення генеральних вантажів включає підбір прокладення і сепаратії матеріалів, без яких судно не може вважатися готовим до вантажних операцій.

Перед початком вантажних операцій верхня палуба має бути звільнена від всяких сторонніх предметів, що перешкоджають грузовим роботам або

розміщенню вантажу на палуби; стрили. крани. лебідки мають бути перевирені і приведені в робочий стан; вантажні люки відкривають. якщо немає атмосферних опадів; верхня палуба. трюми і місця вантажних робіт мають бути добре освічені палубними і переносними вогнями (люстрами)

Після закінчення підготовки судна до вантажних робіт капітан подає на ім'я начальника порту або на адресу вантажовидправника Сповідання капітана. яким він формально фіксує фактичну готовність судна до вантаження. У Сповіданні капітана повідомляють про дату. часу готовності судна до прийому (здачі) вантажу через відповідні люки трюмів. вантажопідйомності суднових вантажних засобів. часи прийому палива і води і інших потребах судна.

До початку вантаження факт готовності вантажних приміщень оформляють актом. Також оформлюються наступні документи.

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

- 1) розписка перевізника про прийом вантажу вказаного роду. у вказаний кількості і стани;
- 2) доказ договору перевезення;
- 3) товаророзпорядчий документ. що дозволяє його власникові розпоряджатися вантажем.

Видача коносаменту допускається тільки після прийому вантажу до перевезення. Він видається один раз для перевезення цієї партії вантажу. Вторинна видача коносаменту по одному і тому ж вантажу допустима тільки за умови повернення перевізникові ранише виданих посилачеві екземплярів. Недотримання цього правила призводить до майнової відповідальності перевізника. Коносамент виписується на кожну окрему партію вантажу. прийнятого на судно. Застосовуються два види коносаментів залежно від часу їх видачі посилачеві: для вантажу. прийнятого до перевезення (received for shipment). і для вантажу. прийнятого на борт (on board або shipped on board). Перший вид практикується за базисної умови ФАС і при лінійних перевезен-

нях. коли вантаж приймається на склад для подальшої його відправки на черговому судні за розкладом. В результаті, вантажовідправник дістає можливість мати на руках товаророзпорядчий документ і розпоряджатися їм на власний розсуд. Бортовий коносамент видається на занурений, на борт товар. У ряди випадків умови контракту вимагають, щоб на коносаменти був ще додатковий напис: "на борту" ("on board").

Коносамент містить наступні реквізити:

1. Найменування судна;
2. Найменування перевізника (судовласницького підприємства);
3. Порт і країна вантаження;
4. Порт і країна вивантаження;
5. Найменування відправника;
6. Найменування одержувача.

При цьому в передбачаються наступні варіанти:

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

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

коносамент може бути виписаний "наказу відправника" або "наказу одержувача". В цьому випадку коносамент носить назву ордерного. У графі "найменування одержувача" має бути вказане: "to order of .", і далі найменування організації відправника або одержувача. У практиці міжнародної торгівлі переважають ордерні коносаменти, оскільки вони спрощують передачу прав на вантаж. Іменні ж коносаменти виписуються рідше, переважно на цінні вантажі.

Штурманська розписка (Mait Receipt) є посвідченням судновласника в прийнятті товару до перевезення. Виписує цей документ помічник капітана на підтвердження отримання конкретної партії на борт судна. Розписка описує видимий стан товарів і дозволяє перевізникові видати коносамент. У ній ви-

дбиваються результати перевірки, що проводиться контролерами судновласника при прийомі товару для вантаження або під час вантаження. Це не товаророзпорядчий документ. На прохання видправника він може бути заминений коносаментом.

Таймшит – документ – відомість облику часу стоянки судна (сталийного часу), передбаченого чартером на виробництво вантажних операцій. Він складається в кожному порту вантаження і вивантаження судна, підписується капітаном і представником фрахтувальника. Служить підставою для розрахунку по диспачу і демереджу. У таймшиті фіксуються усі виробничі операції і непродуктивні простой за час стоянки судна в порту. У ним вказуються: найменування порту і судна; дата і час прибуття судна і вручення нотиса про готовність до вантаження (вивантаження); дата і час фактичного початку і закінчення вантажних робіт; тривалість і причини перерв в роботі; норма вантажних робіт по чартеру.

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

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

Повна розрахункова водотоннажність судна (Δ_p), яке служить початковою величиною при визначенні його чистої вантажопідйомності (Δ_u) на рейс, залежить від вантажних марок в портах вантаження і вивантаження і вантажних марок і обмежень опаді на трасі переходу.

Для визначення Δ_p по карти зон і сезонних районів визначаються діючі вантажні марки відповідно до часу рейсу.

Порт відходу знаходиться в зоні дії літньої вантажної марки, а порт приходу в зоні дії тропічної вантажної марки і без обмежень по осіданню. За

розрахункову водотоннажність приймаємо. встановлене для зони дії литньої вантажної марки.

Повна водотоннажність по литню вантажну марку (з ТЕХ судна)

$$\Delta_p = 24668 \text{ т.}$$

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

$$\Delta_w = \Delta_p - \Delta_o.$$

де Δ_o – водотоннажність судна порожньому. т.

$$\Delta_w = 24668 - 7175 = 17493 \text{ т}$$

Порт відходу: Антверпен. порт приходу: Бома.

Відстань між портами: 4935.0 миль.

Розраховуємо ходовий час:

$$t_x = \frac{L}{V \cdot 24}$$
$$t_x = 13,9 \text{ доб}$$

Кількість вантажу, яка може прийняти судно, залежить від величини запасів. Зазвичай немає необхідності враховувати запаси стоянок, що витрачаються в порту вантаження і вивантаження (за умови, що в цьому порту можливе їх отримання).

Кількість ходових запасів складає суму:

$$P_z^x = P_m^x + P_d^x + P_{cm}^x + P_v^x + P_{pr}^x;$$

где: P_m^x , P_d^x , P_{cm}^x , P_v^x , P_{pr}^x – відповідно кількість моторного і дизельного палива, мастильної олії, води і інші запаси, необхідне на перехід від порту вантаження до порту вивантаження з урахуванням коефіцієнта штормового запасу $k_{шт}$.

Детальніше:

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

$$P_{\text{м}}^{\text{x}} = 20.8 \cdot 13.9 \cdot 1.2 = 346.9 \text{ т}$$

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

$$P_{\text{д}}^{\text{x}} = 2.4 \cdot 13.9 \cdot 1.2 = 34.6 \text{ т}$$

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

$$P_{\text{см}}^{\text{x}} = 0.16 \cdot 13.9 \cdot 1.2 = 2.7 \text{ т}$$

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

$$P_{\text{в}}^{\text{x}} = 5.0 \cdot 13.9 \cdot 1.2 = 83.4 \text{ т}$$

$$P_{\text{з}}^{\text{x}} = 346.9 + 34.6 + 2.7 + 83.4 = 467.6 \text{ т}$$

де: $q_{\text{м}}^{\text{x}}$, $q_{\text{д}}^{\text{x}}$, $q_{\text{см}}^{\text{x}}$, $q_{\text{в}}^{\text{x}}$ – добова норма витрати моторного и дизельного палива, мастильних матеріалів и води на ходу судна відповідно. т/доба.

Початок рейсу. запаси: моторне паливо 520.7 т; дизельне паливо 117.3 т; олива 25.6 т; вода 120.0 т.

$$P_{\text{з}} = 783.6 \text{ т.}$$

Кінець рейсу : моторне паливо 192.1 т; дизельне паливо 84.2 т; олива 23.4 т; вода 51.0 т.

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

$$\Delta_{\text{ч}} = \Delta_{\text{в}} - (P_{\text{зап}} + P_{\text{бал}} + P_{\text{ек}});$$

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

$$\Delta_{\text{ч}} = 17493.0 - (783.6 + 1458.9 + 46.3) = 15204.2 \text{ т}$$

Фактична кількість прийнятого вантажу склала 14222 т, а його об'єм 20622 м³.

3.4 Складання вантажного плану

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

При перевезенні різнорідних вантажів в практиці використовується принцип розподілу вагового навантаження по довжині судна пропорційно кубатури вантажних приміщень за допомогою коефіцієнта порівняння вантажомісткості кожного вантажного приміщення ($K_{\text{и}}$):

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

де W_i – вантажомісткість i -го вантажного приміщення, м³;

W_c – вантажомісткість судна, м³;

n – кількість вантажних приміщень.

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

$$Q_i = K_i \cdot Q_{\text{повн}}.$$

Розрахунок розподіленої маси вантажних приміщень проводиться в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Розподіл вагового навантаження по вантажних приміщеннях судна

Найменування вантажного приміщення	Вантажомисткість вантажного приміщення. $W_i, \text{ м}^3$	Коефіцієнт порівняння. K_i	Допустима максимальна вагова навантаження вантажного приміщення $Q_i, \text{ т}$
1	2	3	4
Трюм 1	792	0.038	546.0
Трюм 2	3469	0.168	2391.7
Трюм 3	3519	0.171	2426.2
Трюм 4	1583	0.077	1091.4
Твиндек 1	1114	0.054	768.0
Твиндек 2	3586	0.174	2472.4
Твиндек 3	3538	0.172	2439.3
Твиндек 4	1857	0.090	1280.3
Твиндек – бак	1170	0.057	806.7
СУМА	20628		14222.0

За результатами розподілу вантажів складається зведена табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Розміщення вантажів на судні

Найменування приміщень і вантажу	Об'єм прим.. м ³	Маса. т	Об'єм. м ³
1	2	3	4
Трюм №1 зерно	792	546	791.7

Продовження табл. 3.3

1	2	3	4
Трюм №2 зерно	3469	2392	3468.4
Трюм №3 зерно	3519	2426	3517.7
Трюм №4 зерно	1583	1091	1582
Твинтек №1 зерно	1114	768	1113.6
Твинтек №2 зерно	3586	2473	3585.9
Твинтек №3 зерно	3538	2440	3538
Твинтек №4 зерно	1857	1280	1856
Твинтек–бак зерно	1170	806	1168.7
УСЬОГО ВАНТАЖУ:		14222	20622

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

При складанні вантажного плану необхідно в комплексі враховувати характеристики судна, вантажив. траси і портив заходу.

Гидрометеорологічні умови плавання і характеристика портив заходу в частини що стосується вантажних операцій представлені в глави 2.

Рейс здійснювався з Антверпена у Бому в травні. Протяжність переходу 4935 миль.

Порт відходу: Антверпен (щільність води $\rho = 1.023 \text{ т/м}^3$)

У порту діє литня вантажна марка.

Постачання. У порту Антверпен можна отримати бункерне рідке паливо, мастильні олії, свижи і консервовані продукти харчування і різні предмети суднового постачання у необхідній кількості. Питну воду і воду для живлення котлів можна набирати з водопроводу.

Рятувальна служба в порту є рятувальні судна потужністю до 1400 л. з. понтони, плавучі крани вантажопідйомністю до 150 т і водолазні засоби.

Порт приходу: Бома (щільність води $\rho = 1.008 \text{ т/м}^3$).

У порту діє тропична вантажна марка.

Порт має в розпорядженні буксири. Вхід в порт здійснюється тільки в денний час.

Порт має в розпорядженні 3 причали. Якщо судно підійшло до причалу і місця немає, то судно повинно стає на 2 якорі у найближчої банки в очікуванні причалу.

Загальна протяжність причалів складає 350 метрів, глибина у причалів від 8 до 11 метрів. Вантаження-вивантаження здійснюється судовими вантажними засобами. Для вантаження пальмової олії побудований трубопровід.

Критий майданчик під зберігання вантажів займає 6000 м², відкрита площа зберігання – 16000 м².

У порту можна поповнити запаси води і палива, вчинити дрібний ремонт.

РОЗДИЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

Розподіл запасів на судні на видхід и прихід представлений в табл. 4.1 и табл. 4.2.

Таблиця 4.1

Розподіл запасів на видхід

Найменування цистерн	Мист- кість. т	Маса. т	Плечи. м			Моменти. тм		
			<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	M_x	M_y	M_z
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Моторне паливо</i>								
1.1 HFO storage tank S	237.4	185	51.60	-10.55	5.24	9546	-1952	969
1.2 HFO storage tank P	237.4	185	51.60	10.55	5.24	9546	1952	969
1.5 HFO settling tank S	52.4	51.5	12.92	-9.85	7.10	665	-507	366
1.6 HFO settling tank P	54.8	52.4	9.47	9.80	7.24	496	514	379
1.8 HFO day tank P	47.4	46.8	12.83	9.75	11.43	600	456	535
Всього моторного палива		520.7				20853	463	3218
<i>Дизельне паливо</i>								
1.3 MDF storage tank C	337.4	33.1	26.55	0.30	1.00	879	10	33
1.7 MDF settling tank S	42.8	40.5	8.90	-9.50	11.08	360	-385	449
1.10 MDF day tank P	33.5	31.4	8.42	9.80	11.13	264	308	349
0.1 Diesel Oil day tank S	12.3	12.3	11.22	-10.10	11.26	138	-124	138
Всього дизельного палива		117.3				1641	-191	969
<i>Масло</i>								
2.1 Lubricating Oil tank C	14.3	7.2	21.62	0.20	1.19	156	1	9
2.9 L.Oil storage tank M/E S	6.7	2.4	18.06	-7.50	6.54	43	-18	16
2.15 L.Oil storage tank M/ES	17.2	6.8	32.20	-6.55	11.30	219	-45	77

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.21 Lub. Oil tank for recovery S	4.2	2.3	26.21	-6.55	10.40	60	-15	24
2.25 L.Oil storage tank for D/G S	14.2	6.9	17.22	-5.80	10.35	119	-40	71
Всього мастила		25.6				597	-116	197
<i>Вода</i>								
3.4 Fresh Water	87.3	60	4.84	-10.25	11.33	290	-615	680
3.5 Fresh Water	87.3	60	4.84	10.50	11.33	290	630	680
Всього води		120				580	15	1360
ВСЬОГО ЗАПАСИВ:		783.6	30.21	22	7.33	23671	170	5744

Таблиця 4.2

Розподіл запасів на прихід

Найменування цистерн	Мист – кисть. т	Маса. т	Плечи. м			Моменти. тм		
			<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>M_x</i>	<i>M_y</i>	<i>M_z</i>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Моторне паливо</i>								
1.1 HFO storage tank S	237.4	20.7	51.60	-10.55	5.24	1068	-218	108
1.2 HFO storage tank P	237.4	20.7	51.60	10.55	5.24	1068	218	108
1.5 HFO settling tank S	52.4	51.5	12.92	-9.85	7.10	665	-507	366
1.6 HFO settling tank P	54.8	52.4	9.47	9.80	7.24	496	514	379
1.8 HFO day tank P	47.4	46.8	12.83	9.75	11.43	600	456	535
Всього моторного палива		192.1				3897	463	1496
<i>Дизельне паливо</i>								
1.7 MDF settling tank S	42.8	40.5	8.90	-9.50	11.08	360	-385	449
1.10 MDF day tank P	33.5	31.4	8.42	9.80	11.13	264	308	349
0.1 Diesel Oil day tank S	12.3	12.3	11.22	-10.10	11.26	138	-124	138
Всього дизельного палива		84.2				762	-201	936
<i>Мастило</i>								
2.1 Lubricating Oil tank C	14.3	6.2	21.62	0.20	1.19	134	1	7

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.9 L.Oil storage tank M/E S	6.7	2.4	18.06	-7.50	6.54	43	-18	16
2.15 L.Oil storage tank M/E S	17.2	5.8	32.20	-6.55	11.30	187	-38	66
2.21 Lub. Oil tank for recovery S	4.2	2.3	26.21	-6.55	10.40	60	-15	24
2.25 L.Oil storage tank for D/G S	14.2	6.7	17.22	-5.80	10.35	115	-39	69
Всього мастила		23.4				539	-109	182
<i>Вода</i>								
3.4 Fresh Water	87.3	25	4.84	-10.25	11.33	121	-256	283
3.5 Fresh Water	87.3	26	4.84	10.50	11.33	126	273	295
Всього води		51.0				247	17	578
ВСЬОГО ЗАПАСИВ:		350.7	15.53	0.48	9.10	5445	169	3192

Розподіл вантажів представлений в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Розподіл вантажів по приміщенням

Найменування приміщення і вантажу	Об'єм прим. м ³	V. м ³	m. т	Плечи. м			Моменти. тм		
				x	y	z	M _x	M _y	M _z
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Трюм №1 зерно	792	791.7	546	124.39	0.0	6.79	67917	0	3707
Трюм №2 зерно	3469	3468.4	2392	100.70	0.0	5.08	240874	0	12151
Трюм №3 зерно	3519	3517.7	2426	68.00	0.0	5.03	164968	0	12203
Трюм №4 зерно	1583	1582	1091	41.58	0.0	5.46	45364	0	5957
Твинтек №1 зерно	1114	1113.6	768	125.47	0.0	11.08	96361	0	8509
Твинтек №2 зерно	3586	3585.9	2473	100.94	0.0	11.84	249625	0	29280
Твинтек №3 зерно	3538	3538	2440	67.86	0.0	11.86	165578	0	28938

Продовження табл. 4.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Твинтек №4 зерно	1857	1856	1280	42.19	0.0	11.81	54003	0	15117
Твинтек-бак зерно	1170	1168.7	806	128.01	0.0	16.00	103176	0	12896
ВСЬОГО ВАНТАЖУ		14222	20622	83.52	0.0	9.05	1187866	0	128758
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТИВ M_x							1187866		

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

Розподіл баласту представлений в табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Розподіл баласту на видхид

Найменування цистерн	Мис- ткис- ть т	Маса. т	Плечи. м			Моменти. тм		
			x	y	z	M_x	M_y	M_z
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.9 Ballast water tank S	315.8	315.8	67.6	-10.55	0.79	21348	-3332	249
4.10 Ballast water tank P	315.8	315.8	67.6	10.40	0.79	21348	3284	249
4.11 Ballast water tank S	168.9	168.9	43.61	-10.50	0.85	7366	-1773	144
4.12 Ballast water tank P	183.8	183.8	42.8	10.45	0.85	7867	1921	156
4.23 Ballast water tank S	240.7	240.7	40.91	-9.85	4.41	9847	-2371	1061
Всього баласту		1458.9	52.99	-1.56	1.97	77310	-2271	2876

Таблиця 4.5

Зведені дані і розрахунок водотоннажності на видхид

Найменування статей навантаження	На видхид						
	Маса. т	Плечи. м			Моменти. тм		
		x	y	z	M_x	M_y	M_z
1	2	3	4	5	6	7	8
Судно порожнем	7175	61.65	0.00	10.75	442339	0	77131

Продовження табл. 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8
Константа	46.3	51.51	0.00	14.43	2385	0	668
Суднови запаси	783.6	30.21	0.22	7.33	23671	170	5744
Вантаж	14222	83.52	0.00	9.05	1187866	0	128758
Баласт	1458.9	52.99	-1.56	1.97	77310	-2271	2876
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНИСТЬ	23685.8	73.19	-0.09	9.08	1733571	-2101	215177
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТИВ M_x константи					2385		

Таблиця 4.6

Зведени дані і розрахунок водотоннажності на прихід

Найменування статей навантаження	На прихід						
	Маса. т	Плечи. м			Моменти. тм		
		x	y	z	M_x	M_y	M_z
Судно порожнем	7175	61.65	0.00	10.75	442339	0	77131
Константа	46.3	51.51	0.00	14.43	2385	0	668
Суднови запаси	350.7	15.53	0.48	9.10	5445	169	3192
Вантаж	14222	83.52	0.00	9.05	1187866	0	128758
Баласт	1458.9	52.99	-1.56	1.97	77310	-2271	2876
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНИСТЬ	23252.9	73.77	-0.09	9.14	1715345	-2102	212625
АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТИВ M_x константи					2385		

Схематично вантажний план представлений на рис. 4.1.

4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності

Розрахунок посадки судна на видхоть на прихід виконується з використанням вантажної шкали (Cargo Scale) і гідростатичних кривих (Hydrostatic Curves).

Таблиця 4.7

Розрахунок посадки судна на видхид и на прихид

Найменування величин	Позначення и формули	Значення величин	
		Вид-хид	При-хид
Водотоннажність масова. т	Δ	23685.8	23252.9
Абсциса центра ваги судна. м	x_g	73.19	73.77
Водотоннажність об'ємна. м ³	$V = \Delta / \rho$	23686	23253
Густина води. т/м ³	ρ	1.000	1.000
Осадка судна. м	T	10.01	9.86
Момент диферентуючий на 1 см. тм/см	M_l	281	276.5
Абсциса центру величини судна. м	x_c	73.64	73.77
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії. м	x_f	67.81	68.02
Апликата поперечного метacentра. м	z_m	10.14	10.1
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0.703	0.701
Диферент судна. м	$d = \Delta (x_g - x_c) / M_l$	-0.38	0.00
Осадка судна носом. м	$T_n = T - (L - x_f) d / L$	9.81	9.86
Осадка судна кормою. м	$T_k = T_n + d$	10.19	9.86

Для виконання розрахунків и контролю остійності судна необхідно визначити поправки на вплив вільної поверхні рідких вантажів (запасів) до метacentричної висоти и плечей статичної остійності. Поправочні моменти Δm_h вибираються з таблиці даних по судових цистернах. приведені в Інформації.

Таблиця 4.8

Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h . тм
1	2
1.1 HFO storage tank S	133.4

Продовження табл. 4.8

1	2
1.2 HFO storage tank P	133.4
1.6 HFO settling tank P	51.8
1.3 MDF storage tank C	259.9
4.9 Ballast water tank S	658.2
4.10 Ballast water tank P	658.2
4.11 Ballast water tank S	618.2
4.12 Ballast water tank P	702.1
Сума: $\Sigma \Delta m_h$	3215.2

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний в табл. 4.9.

Таблиця 4.9

Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення и формули	Значення величин	
		видхид	прихид
1	2	3	4
Водотоннажність масова. т	Δ	23685.8	23252.9
Невиправлена апліката Ц.В.судна. м	z'_g	9.08	9.14
Апліката поперечного метacentру. м	z_m	10.14	10.10
Невиправлена МТЦ висота. м	$h_o = z_m - z'_g$	1.06	0.96
Поправка до МТЦ висоти. м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / \Delta$	0.14	0.14
Виправлена МТЦ висота. м	$h = h_o - \Delta h$	0.92	0.82
Виправлена апліката Ц.В. судна. м	$z_g = z'_g + \Delta h$	9.22	9.28

4.3 Контроль остийности за материалами Информаций

Кожне судно має бути забезпечене Інформацією про остийність (Stability Booklet. Trim & Stability Book). що затверджений класифікаційним суспільством і містить достатню інформацію для перевірки відповідності остийності судна вимогам цього класифікаційного суспільства або ІМО.

Перевірка остийності по матеріалах Інформації виконується по граничних статичних моментах. або по допустимих метацентричних висотах. або по критичному підвищенню центру тяжіння судна (залежно від того. який графік або таблиця є в Інформації).

Перевірку остийності по матеріалах Інформації виконаємо по критичному підвищенню Ц.В. судна.

Таблиця 4.10

Перевірка остийності по критичному підвищенню ЦТ судна

Найменування величин	Позначення и формули	Значення величин	
		видхид	прихид
Водотоннажність масова. т	Δ	23685.8	23252.9
Апликата Ц.В. судна. м	z'_g	9.08	9.14
Поправка до аплікати Ц.В. судна. м	$\Delta z_g = \Sigma \Delta m_h / \Delta$	0.14	0.14
Виправлена апліката Ц.В. судна. м	$z_g = z'_g + \Delta z_g$	9.22	9.28
Максимальна гранична апліката Ц.В.. м	z_g^{max}	9.72	9.75

Оскільки $Z_g < Z_g^{max}$. то остийність задовольняє усім вимогам.

4.4 Розрахунок и побудова діаграм остийности

Плечи статичної остийності можуть бути розраховані з використанням кривих або таблиці плечей остийності форми (Cross – Curves of Stability).

Плечи остийности форми l_{ϕ} вибираються по об'ємний водотоннажності для тих кутив крену, які приведені в таблиці. Ці плечи виділяються від точки К. відповідний кильовий лінії, то плечи остийности ваги необхідно розраховувати по формули:

$$l_e = z_g \sin \theta.$$

а виправлени на вплив вільних поверхонь плечи статичної остийности будуть ривни:

$$l = l_{\phi} - l_e.$$

Розрахунки плеч статичної остийности наведено в табл. 4.11-4.12.

Таблиця 4.11

Розрахунок плечей статичної остийности на видхид

Водотоннажність Δ , т								23685.8
Апликата центра ваги судна z_{g0} , м								9.08
Апликата умовного центра мас z_m , м (поліус – точка «О»)								0.00
Виправлена апликата центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м								9.22
$\Delta\theta = 0.1745 \approx 10^\circ/57.3$								
Кут крену θ°	Плече форми l_{ϕ} , м	$\sin \theta$	$z_g^n \cdot \sin \theta$	Плече статичної остийности $l = l_{\phi} - z_g^n \cdot \sin \theta$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.000	0.0000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000
10	1.77	0.1736	1.601	0.169	4	0.676	3	0.507
20	3.53	0.3420	3.153	0.377	2	0.753	3	1.130
30	5.16	0.5000	4.610	0.550	4	2.200	1	0.550
40	6.62	0.6428	5.927	0.693	1	0.693	$\sum_{30}$	2.187
50	7.706	0.7660	7.063	0.643	$\sum_{40}$	4.323	$a_{0-30} =$	0.143
60	8.42	0.8660	7.985	0.435	$a_{0-40} =$	0.251	$a_{30-40} =$	0.108

Таблиця 4.12

Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність Δ , т								23252.9
Апликата центра ваги судна z_{g0} , м								9.14
Апликата умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «O»)								0.00
Виправлена аликата центра ваги судна. $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м								9.28
$\Delta\theta = 0.1745 \approx 10^\circ/57.3$								
Кут крену θ°	Плече форми. l_ϕ , м	$\sin \theta$	$z_g^n \cdot \sin \theta$	Плече статичної остійності $l = l_\phi - z_g^n \cdot \sin \theta$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.000	0.0000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000
10	1.76	0.1736	1.611	0.149	4	0.594	3	0.446
20	3.523	0.3420	3.174	0.349	2	0.698	3	1.047
30	5.16	0.5000	4.640	0.520	4	2.080	1	0.520
40	6.637	0.6428	5.965	0.672	1	0.672	$\sum_{30}$	2.013
50	7.737	0.7660	7.109	0.628	$\sum_{40}$	4.044	$a_{0-30} =$	0.132
60	8.447	0.8660	8.037	0.410	$a_{0-40} =$	0.235	$a_{30-40} =$	0.104

За результатами розрахунків будемо діаграми остійності на видхід (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).

Остійність судна вважається достатньою, якщо задовольняються (з урахуванням можливого зледеніння) загальні для всіх суден вимоги до критерія погоди, кута крену вид дії постійного витру й діаграми статичної остійності (ДСО), а також додаткові вимоги для суден окремих типів.

Розрахунок нормованих параметрів остійності виконаний в табл. 4.13.

Таблиця 4.13

Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		видхид	прихид
1	2	3	4
Водотоннажність масова. т	Δ	23685.8	23252.9
Осадка судна. м	T	10.01	9.86
Виправлена МТЦ висота. м	h	0.92	0.82
Плече кренувального моменту від тиску витру. м	$l_{w1} = 0.504 A_v z_v / (g \Delta)$	0.078	0.080
Плече кренувального моменту від пориву витру. м	$l_{w2} = 1.5 l_{w1}$	0.117	0.120
Відносна площа скулових килив. %	$100 A_k / (L B)$	0.829	
Коефіцієнт	k	0.983	
Аргумент	$\sqrt{h_0} / B$	0.045	0.043
Відносна ширина	B/T	2.3	2.34
Безрозмірний множник	X_1	1.000	1.000
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0.703	0.701
Безрозмірний множник	X_2	1.000	1.000
Інерційний коефіцієнт	$c = 0.373 + 0.023B/T - 0.043L/100$	0.363	0.364
Період хитаєвці. с	$T_\theta = 2 c B / \sqrt{h_0}$	16.3	17.1
Коефіцієнт	S	0.0431	0.0407
Коефіцієнт	$r = 0.73 + 0.6(z_g - T)/T$	0.683	0.695
Кут заливання. °	θ_f	62.2	62.9
Амплітуда хитаєвці. °	$\theta_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{rS}$	18.4	18.0

Продовження табл. 4.12

1	2	3	4
Кут входу палуби у воду. °	$\theta_d = \arctg(2(H - T)/B)$	17.7	18.4
Кут крену від постійного витру. °	θ_o	4.9	5.6
Кут крену при хитав. назустріч витру. °	$\theta_l = \theta_{r\,IMO} - \theta_o$	13.5	12.4
Кут статич. крену. видпов. плечу l_{w2} . °	θ_2	7.3	8.4
Кут 2-ої точки перетину l_{w2} з ДСО. °	θ_{w2}	>50	>50
Межа площі "b" діаграми справа. °	θ_b	50	50
Площа "a" діаграми. м·рад	a	0.059	0.051
Площа "b" діаграми. м·рад	b	0.281	0.260
Критерій погоди	$K = b / a$	4.73	5.15
Невиправлена метацентрич. висота. м	h_o	1.06	0.96

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

Для визначення величини площі "a" і "b" доцільно використовувати правило Симпсона. Для цього площі "a" і "b" діляться на чотири ділянки однакової довжини по куту крену. Безпосередній розрахунок площ виконується в табличній формі аналогічно розрахунку площі a_{0-40} . При цьому, замість множника 0.1745, потрібно приймати довжини ділянок $\Delta\theta_1$ і $\Delta\theta_2$ у радіанах.

Таблиця 4.14

Визначення площі "a" і "b" на видхід за правилом Симпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_r - \theta_o + \theta_l)/4/57.3 = 5.21^\circ$ $\Delta\theta_1^{rad} = 5.21/57.3 = 0.0909$ рад					
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - \theta_l)/4 = 10.67^\circ$ $\Delta\theta_2^{rad} = 10.67/57.3 = 0.1863$ рад					
1	2	3	4	5	6
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0.367$	1	0.367	$b_1 = 0.000$	1	0.000

Продовження табл. 4.14

1	2	3	4	5	6
$a_2=0.246$	4	0.982	$b_2=0.223$	4	0.891
$a_3=0.136$	2	0.273	$b_3=0.410$	2	0.819
$a_4=0.083$	4	0.333	$b_4=0.571$	4	2.283
$a_5=0.000$	1	0.000	$b_5=0.526$	1	0.526
		$\Sigma_a = 1.956$			$\Sigma_b = 4.519$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 1,956 \times 0,0909 = 0,059$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 4,519 \times 0,1863 = 0,281$		

Таблиця 4.15

Визначення площ "a" и "b" на прихід за правилом Симпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_r - \theta_o + \theta_l)/4/57.3 = 5.20^\circ$					
$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 5.20/57.3 = 0.0908$ рад					
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - \theta_l)/4 = 15.60^\circ$					
$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 15.60/57.3 = 0.2723$ рад					
1	2	3	4	5	6
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1=0.323$	1	0.323	$b_1=0.000$	1	0.000
$a_2=0.204$	4	0.815	$b_2=0.208$	4	0.834
$a_3=0.118$	2	0.236	$b_3=0.386$	2	0.772
$a_4=0.074$	4	0.296	$b_4=0.548$	4	2.193
$a_5=0.000$	1	0.000	$b_5=0.508$	1	0.508
		$\Sigma_a = 1.670$			$\Sigma_b = 4.307$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 1,670 \times 0,0908 = 0,051$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 4,307 \times 0,2723 = 0,260$		

4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

Виконаємо перевірку остійності за вимогами ІМО зиставляючи розра-

ховани значення з нормативними.

Таблиця 4.16

Перевірка виконання рекомендацій ІМО

Найменування величин	Позна-чення	Значення величин			Викон. (YES/NO)
		норма-тивне	видхид	прихид	
Загальні критерії:					
Площа під ДСО до кута крену 30°. м·рад	A_{30}	≥ 0.055	0.143	0.132	YES
Площа під ДСО до кута крену 40°. м·рад	A_{40}	≥ 0.09	0.251	0.235	YES
Площа під ДСО між кутами крену 30° и 40°. м·рад	A_{30-40}	≥ 0.03	0.108	0.104	YES
Плече ДСО при кути крену 30 ° або більше. м	l_{30}	≥ 0.20	0.550	0.520	YES
Кут крену. що відповідає максимуму ДСО. °	θ_m	≥ 25	42.2	42.6	YES
Виправлена метацентрична висота. м	h	> 0.15	0.92	0.82	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	4.73	5.15	YES
Кут крену від постійного витру. °	θ_o	≤ 14.2	4.9	5.6	YES

На видхид и на прихид остийнисть судна задовольняе усим вимогам ІМО.

4.8 Контроль загальної поздовжньої міцності судна

Відповідно до суднової документації перевірку міцності виконаємо по перерізуючим силам і моментах, що вигинають, в декількох поперечних перерізах по довжині корпусу.

Для кожного з вибраних перерізів необхідно по прийнятому вантажному плану розрахувати перерізуючу і момент, що вигинає, і порівняти їх з допустимими значеннями.

Контроль загальної поздовжньої міцності здійснимий за схваленою класифікаційним суспільством програмою Power Loading (Version: 1.0 build 5).

Результати розрахунку за судновою програмою перерізуючою SF і моменту BM, що вигинає, на видхид судна представлені в табл. 4.17.

Таблиця 4.17

Перевірка поздовжньої міцності на видхид

Пере- риз	X. м	SF. т	SFsea. %	Доп.SF. т	BM. тм	BMsea. %	Доп.BM. тм
1	2	3	4	5	6	7	8
39	29.19	533	15.6	3415	19861	52.7	37717
44	33.04	143	4.3	3313	21240	45.6	46585
47	35.35	85	2.6	3282	21414	41.3	51902
55	41.51	116	3.6	3221	22203	39.3	56532
63	47.67	-77	2.4	-3221	22430	36.7	61162
67	50.75	62	1.9	3221	22273	36.4	61162
88	66.92	-57	1.6	-3527	25185	41.2	61162
108	82.32	-181	5.2	-3486	20950	35.7	58614
130	99.26	-422	12.9	-3262	18813	28.5	65953
150	114.66	-738	23.4	-3160	8598	25.6	33639
165	126.21	-439	14.6	-3017	2084	10.0	20897
178	136.22	26	0.8	3425	136	1.3	10194

Максимальна переризуюча сила 533 т на 39 шпангоути.

Максимальний момент, що вигинає, 22430 тм. на 63 шпангоути.

На рис. 4.4 представлена епюра міцності на відхид.

Протягом всього рейсу загальна поздовжня міцність забезпечена.

РОЗДИЛ 5

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ НАВИГАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ

5.1 Безпека судноплавства на водних шляхах: сучасні виклики та фактори ризику

5.1.1 Роль водного транспорту та концептуалізація безпеки

В умовах глобалізації світової економіки морський та річковий транспорт залишається безальтернативною основою міжнародної торгівли. Станом на 2025 рік, за оцінками Конференції ООН з торгівли та розвитку (UNCTAD), понад 80% світового товарообігу (у фізичному вимірі) та близько 70% у вартісному здійснюється саме водними шляхами [30]. Загальна місткість світового контейнерного флоту на початку 2025 року перетнула позначку у 31 млн TEU, демонструючи щорічний приріст на рівні 4-6% [30].

Така інтенсифікація судноплавства неминуче призводить до ущільнення трафіку на підхідних каналах, в акваторіях портів та вузьких протоках (Bosphorus, Malacca Strait, Dover Strait). Зростання розмірів суден (поява класів Post-Panamax та Ultra Large Container Ships довжиною понад 400 м) створює нові виклики для навігаційного забезпечення: фарватери, що проектувалися десятиліття тому, стають критично вузькими для сучасних гігантів, зменшуючи запас простору для маневру до критичного мінімуму.

У цьому контексті поняття «безпека судноплавства» (Safety of Navigation) трансформується. Якщо ранише воно трактувалося переважно як відсутність аварій, то сучасні стандарти IMO (International Maritime Organization) та підходи FSA (Formal Safety Assessment) визначають безпеку як стан, при якому ризик шкоди життю людей, майну та навколишньому

середовищу утримується на прийнятному рівні через процес безперервної ідентифікації небезпек та контролю ризиків [32].

Забезпечення безпеки базується на чотирьох «китах»:

1. **Технічна складова:** Надійність судна, двигунів та навігаційного обладнання.
2. **Навігаційна складова:** Точність позионування, актуальність картографії, ефективність засобів навігаційного огороження (ЗНО).
3. **Кадрова складова:** Кваліфікація екіпажу, лоцманів та операторів VTS (Vessel Traffic Service).
4. **Організаційно-правова складова:** Дотримання вимог МППСС-72 (COLREGs), SOLAS-74 та місцевих правил плавання.

5.1.2 Людський фактор та статистика аварійності (2024–2025 рр.)

Попри автоматизацію судових процесів, людський фактор залишається домінуючою причиною аварійних подій. Згідно з даними Європейського агентства з морської безпеки (EMSA) у звіті за 2025 рік, від 75% до 96% усіх морських інцидентів так чи інакше пов'язані з помилковими діями людини.

Аналіз аварійності за 2024 рік показує, що:

- 64.5% інцидентів були викликані безпосередньо помилковими діями (active failures) судноводіїв або операторів [31].
- 50.5% випадків мали супутні фактори, пов'язані з «людською поведінкою» (втома, недостатня комунікація, стрес).
- Загалом, «людський елемент» був присутній у 78.8% розслідуваних аварій.

Особливе занепокоєння викликає структура аварійності за місцем виникнення. Міжнародна статистика підтверджує, що найбільш небезпечними є прибережні води: 85% аварій трапляються на відстані до 5 морських миль від берега, а близько 30% – безпосередньо в акваторіях портів та на рейдах. Це пояснюється високою концентрацією суден, складністю

гідрографії та необхідністю виконання частих маневрів (зміна курсу, розходження, швартування) [31].

Основні причини навігаційних помилок в прибережній зоні:

1. **Інформаційне перевантаження:** У складних умовах (вузькість, інтенсивний рух) судноводій отримує потік даних від радара, ECDIS, AIS, радіостанції та візуального спостереження. Нездатність швидко інтегрувати ці дані призводить до помилкових рішень.
2. **Сенсорний голод:** В умовах туману або шторму візуальний канал сприйняття блокується. Якщо технічні засоби (радар, GNSS) дають збій або мають похибку, судноводій втрачає просторову орієнтацію.
3. **Ілюзії сприйняття:** Наприклад, ефект «зливання» навігаційних вогнів з фоновим освітленням міста (Backscatter light), коли червоний буй на тлі неонових вивисок берега стає невидимим.

5.1.3 Специфіка навігації у вузьких фарватерах та каналах

Вузькі фарватери (Narrow Channels) є зонами підвищеного ризику, де вимоги до точності навігації зростають експоненціально. Згідно з Правилем 9 МППСС-72, судно, що прямує вузьким проходом, повинно триматися зовнішньої межі фарватеру з правого борту настільки близько, наскільки це безпечно. Однак поняття «безпечно» є суб'єктивним і залежить від точності визначення місця судна.

Гідродинамічні ефекти у вузькостях:

Навігація у стислих водах ускладнюється дією гідродинамічних сил, які неможливо зафіксувати стандартними GPS-приймачами:

- **Ефект присмоктування до берега (Bank Effect):** При русі поблизу укосу каналу виникає асиметрія обтікання корпусу. Згідно із законом Бернуллі, тиск води між бортом і берегом падає, що створює силу, яка штовхає корму до

берега. а нис видкидає на середину каналу (ризик зиткнення из зустричним судном).

- **Просидання (Squat Effect):** На милководди швидкисний рух судна викликає падиння ривня води навколо корпусу. що збільшує осадку. Для великотоннажних суден просидання може досягати 1-2 метрив. що створює реальну загрозу посадки на мілину. якщо судноводий не контролює положення судна з точністю до сантиметрив.

Традиційни створни знаки (Leading Lights). яки використовуються для позначення осі каналу. мають фізични обмеження точности. Дослідження показують. що при проводці по осі створу око судноводия здатне помитити розходження знаків лише при кутовому змищенні понад 1-1.5 кутових минут. На дистанції 5-10 км це виливається у лінійне бичне змищення судна на 20-50 метрив. Для сучасного контейнеровоза шириною 60 м у канали шириною 120 м така похибка є неприпустимою.

5.1.4 Вплив гідрометеорологічних умов на надійність ЗНО

Безпека судноплавства критично залежить від видимости. Традиційни засоби навігаційного обладнання (маяки. буї) працюють у видимому спектрі світла. тому їхня ефективність прямо корелює з прозористю атмосфери.

Проблема туману та опадив:

Дальність видимости вогню (D) описується формулою Аллара:

$$E = \frac{I \cdot T^D}{D^2} \quad (5.1)$$

де E – пориг чутливости ока. I – сила світла джерела. T – коефіцієнт прозорости атмосфери.

У густому тумани ($T < 0.3$) навіть потужни маяки стають невидимими вже на дистанції кількох сотень метрив. Це змушує судноводіїв покладатися

виключно на радіолокатор, який має власні обмеження (мертві зони, перешкоди від хвиль, складність ідентифікації знаків).

Проблема фонового засвічення:

У промислових регіонах та портах (наприклад, порти Великої Одеси, Роттердам, Шанхай) навігаційні вогни часто губляться на тлі яскравого миського освітлення. Попри те, що навігаційні вогни мають ритмічні характеристики (проблискові режими), в динаміці руху видокремити їх від берегових джерел світла вкрай важко. Це призводить до дезорієнтації: судноводий може переплутати вогни входу в гавань з вуличним освітленням, що є передумовою до аварії.

5.1.5 Технологічна недосконалість та потреба в інноваціях

На 2025 рік склалася парадоксальна ситуація. Судна оснащені найсучаснішими цифровими системами (ECDIS, ARPA, AIS), але берегова інфраструктура часто залишається на рівні технологій середини XX століття.

- **Недостатня точність:** GPS/GLONASS без диференційних поправок дають похибку 5-15 метрів. У зонах «Urban Canyons» (порти з високими кранами та спорудами) можливий ефект перевидбиття сигналу (Multipath), що збільшує похибку до десятків метрів.
- **Вразливість до кібератак:** Зростання випадків **GNSS-спуфінгу** (підміни координат) та джеммінгу (глушіння) у зонах конфліктів та стратегічних акваторіях робить супутникову навігацію ненадійним джерелом даних. Судноводий потребує незалежної, візуальної або інструментальної системи орієнтування, яку неможливо "зламати" дистанційно.

Саме ці фактори – людські помилки, гідродинамічні ризики вузькостей, ненадійність візуальних засобів у тумани та вразливість GNSS – диктують необхідність модернізації систем навігаційного огороження.

5.1.6 Економічні аспекти безпеки

Інвестиції в безпеку мають пряме економічне обґрунтування. Вартість ліквідації наслідків однієї серйозної аварії (наприклад, перекриття Суецького каналу судном "Ever Given") обчислюється мільярдами доларів.

Окрім прямих збитків (втрата судна та вантажу), існують непрямі:

- Екологічні штрафи за розливи палива.
- Блокування роботи порту або каналу (втрата транзитного потенціалу).
- Репутаційні ризики для судновласника.

Зниження аварійності можливе лише за умов системних інвестицій у впровадження технологій високоточної проводки суден, таких як лазерні створи та автоматизовані системи моніторингу. Сучасне навігаційне обладнання повинно забезпечувати точність позионування, сумірну з габаритами судна, та надавати судноводію однозначну, легко зчитувану інформацію, яка не потребує складних ментальних обчислень у стресовій ситуації.

Висновки до підрозділу 5.1.

Безпека судноплавства на сучасному етапі не може бути забезпечена виключно традиційними методами. Зростання інтенсивності руху та габаритів суден, у поєднанні зі стабільно високим впливом людського фактора та новими загрозами (кибербезпека), вимагають переходу до Smart-навігації. Це передбачає впровадження лазерних, оптико-електронних та інтелектуальних систем, здатних підтримувати судноводію в умовах обмеженої видимості та дефіциту часу на прийняття рішень.

5.2 Сучасні засоби навігаційного обладнання: технологічна трансформація та інструментальний контроль

Розвиток засобів навігаційного обладнання (ЗНО) у другій чверті ХХІ століття характеризується фундаментальною зміною парадигми: переходом від пасивної інфраструктури візуального орієнтування до активних кіберфізичних систем. Еволюція судноплавства, що супроводжується зростанням тоннажу суден та інтенсифікацією трафіку, вимагає вид навігаційного забезпечення не лише позначення небезпек, а й надання інструментальної інформації для високоточного маневрування. Якщо традиційні засоби (маяки, буї) виконували функцію статичних маркерів, то новітні комплекси інтегруються в єдину інформаційну екосистему e-Navigation, забезпечуючи моніторинг, передачу даних та автоматизовану підтримку прийняття рішень судноводієм [32]. Сучасна архітектура навігаційного забезпечення базується на конвергенції високоточних оптико-лазерних систем, технологій віртуалізації та сенсорних мереж Інтернету речей (IoT).

5.2.1 Високоточні секторні вогни (PEL) та лазерні створні системи

Однією з найбільш значущих змін у інженерному забезпеченні безпеки судноплавства стала відмова від громиздких лінійних створів на користь компактних високоточних оптичних систем. Традиційний лінійний створ, що складається з переднього та заднього знаків, вимагає значних територій для розміщення, складної процедури геодезичного вирівнювання та має фізичні обмеження чутливості, які зростають пропорційно квадрату дистанції до судна. В умовах щільної портової забудови або складного рельєфу (скелясти береги, урбанізовані набережні) встановлення класичного створу часто стає технічно неможливим.

Вирішенням цієї проблеми стало впровадження технології Port Entry Lights (PEL) – прецизійних секторних вогнів, які здатні замінити створну лінію одним випромінювачем. Згідно з рекомендаціями Міжнародної асоціації маякових служб (IALA) [33], використання технології PEL є пріоритетним для портів зі складною конфігурацією підхідних каналів, де необхідно забезпечити точність утримання судна на курсі з похибкою, що не перевищує ширину корпусу судна.

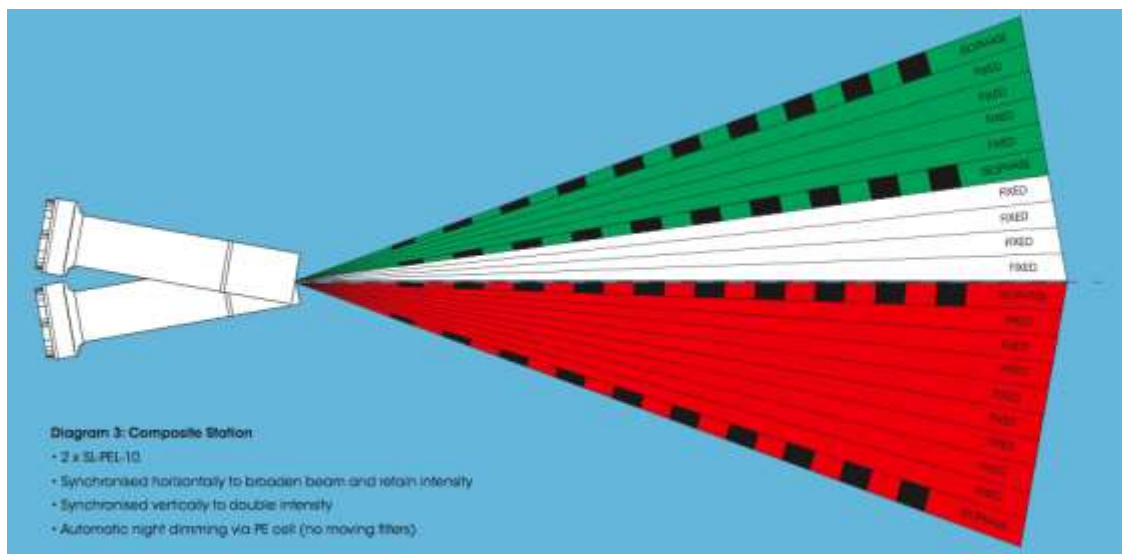


Рис. 5.1. Схема Port Entry Lights (PEL)

Технологічні особливості та принцип дії PEL

На відміну від класичних маяків, які використовують линзи Френеля для всепрямованого розсіювання світла, системи PEL (наприклад, серії Vega VLB-44 або Sabik) базуються на принципах проекційної оптики. Конструктивно такий прилад нагадує потужний проектор, який формує у просторі вузькі, чітко розмежовані світлові коридори.

Ключовою інновацією є технологія осцилюючої межі (Oscillating Boundary). У традиційних секторних вогнях перехід між кольорами (наприклад, із білого у червоний) завжди має зону невизначеності (angle of uncertainty) шириною до 0.5-1 градуса, де кольори змішуються. У сучасних

РЕL-системах електроніка генерує контрольовану мікро-осциляцію на стику секторів. Це дозволяє досягти безпрецедентної точності розмежування секторів – до 0.05° (3 кутові хвилини).

Для судноводія це означає якісно новий рівень інформативності:

- Перебуваючи точно на осі фарватеру, спостерігач бачить стабільне біле світло.
- При найменшому змищенні вбік (наприклад, під дією вітру або течії) на межі білого світла з'являються короткі пробіски попереджувального кольору (червоного або зеленого).
- Зі збільшенням відхилення частота або шпаруватість пробісок змінюється, надаючи судноводію інтуїтивну інформацію не лише про факт відхилення, а й про швидкість дрейфу [34].

Така точність дозволяє проектувати фарватери шириною, що лише на 10–15% перевищує ширину судна, що є критично важливим для модернізації старих портів під прийом суден класу Post-Panamax без проведення масштабних днопоглиблювальних робіт.

Лазерні навігаційні системи дальньої дії

Окремим класом обладнання є навігаційні системи на основі лазерних джерел світла. Хоча світлодіодні (LED) технології домінують у ближній зоні, лазери залишаються безальтернативними для забезпечення навігації на надвеликих дистанціях (понад 20 морських миль) або в регіонах зі стабільно несприятливими метеорологічними умовами.

Фізична перевага лазера полягає у його когерентності та монохроматичності. Згідно із законом Бугера – Ламберта – Бера, інтенсивність світла при проходженні через атмосферу експоненційно зменшується через розсіювання та поглинання. Звичайне біле світло, що містить весь спектр довжин хвиль, сильно розсіюється на краплях води (туман, мряка). Лазерне випромінювання певної довжини хвилі (зазвичай зелений спектр 532 нм або червоний 635–650 нм) має значно менший коефіцієнт розсіювання, що дозволяє сигналу «пробивати» туманну завису.

Сучасні лазерні створні системи проектуються з урахуванням суворих вимог безпеки. Відповідно до стандарту IEC 60825-1:2014 [35], навігаційні лазери належать до класу безпеки 1M. Це досягається шляхом розширення пучка на виході з апертури випромінювача. Таким чином, щільність енергії знижується до безпечного рівня, який не може пошкодити сітківку ока судноводія навіть при тривалому спостереженні через бинокль, зберігаючи при цьому високу яскравість та контрастність точки на великій відстані.

Переваги лазерних систем над традиційними джерелами світла включають:

1. **Високий контраст:** Лазерний промінь не створює ореолу, що дозволяє чітко бачити орієнтир на тлі яскравого миського освітлення (проблема "backscatter light").
2. **Енергоефективність:** Споживання енергії лазерним маяком у 5-10 разів нижче, ніж у традиційних ламп розжарювання аналогічної дальності, що дозволяє живити їх від автономних сонячних панелей.
3. **Мала розбіжність пучка:** Лазерний промінь розходиться менш ніж на 1-2 градуси на дистанції 10 км, що забезпечує високу точність визначення положення судна.

5.2.2 Лазерні системи допомоги при швартуванні та інструментального контролю (DAS)

Окремим, критично важливим сегментом навігаційного забезпечення є етап "останньої милі" та безпосереднього контакту судна з причальною інфраструктурою. Зі збільшенням тоннажу суден (поява контейнеровозів мисткістю понад 24 000 TEU та танкерів VLCC) кінетична енергія, яку має судно навіть при мінімальній швидкості руху, досягає критичних значень. Помилка у визначенні швидкості зближення на 1-2 см/с може призвести до

руйнування гидротехнічних споруд, пошкодження корпусу судна та екологічних катастроф.

Традиційні методи швартування, що базуються на візуальній оцінці відстані екіпажем та лоцманом, втрачають ефективність, оскільки око людини не здатне з необхідною точністю фіксувати мікросміни швидкості величезного об'єкта. Відповіддю на ці виклики стало впровадження лазерних систем допомоги при швартуванні (Docking Aid Systems – DAS), які у джерелах також класифікуються як інструментальні навігаційні системи.



Рис. 5.2. Лазерні системи допомоги при швартуванні та інструментального контролю (DAS)

Технологічна архітектура та принцип роботи

Сучасні комплекси DAS (такі як системи *SmartDock* або *Berthing Aid System*) являють собою інтегровану мережу лазерних сенсорів, встановлених на причальній стінці. На відміну від застарілих гідроакустичних доплерівських лагів, які вимагали занурених сенсорів і залежали від стану

водного середовища. лазерні системи працюють у повітряному середовищі. забезпечуючи вищу стабільність даних.

Принцип роботи базується на технології лазерного сканування (LiDAR) або високоточних лазерних далекомірів, що використовують метод Time-of-Flight (вимірювання часу проходження світлового імпульсу).

1. **Сканування геометрій:** Два або більше лазерних модулів, рознесених по довжині причалу, безперервно сканують борт судна, що наближається.
2. **Обчислення параметрів:** Система в реальному часі визначає дистанцію до носової та кормової частин судна. Шляхом диференціювання зміни дистанції за часом обчислюється вектор швидкості зближення (approach speed) та кут навалу судна на причал.
3. **Точність вимірювань:** Сучасні лазерні комплекси забезпечують точність вимірювання дистанції до ± 5 мм та швидкості до ± 1 мм/с, що є недосяжним для інших методів навігації.

Інтерфейс "Людина-Машина" та візуалізація даних

Ключовим елементом системи є передача оброблених даних судноводію. Для цього використовуються великогабаритні світлодіодні дисплеї (Large Digit Displays), встановлені безпосередньо на причали в зоні видимості з капітанського мистка. Інформація відображається за принципом «світлофора»:

- **Зелений спектр:** Швидкість та кут підходу знаходяться в межах безпечних значень, розрахованих для конкретного типу видбійних пристроїв.
- **Жовтий спектр:** Попередження про наближення до граничних значень.
- **Червоний спектр/стробоскопічний ефект:** Критична небезпека, вимога негайного зупинення інерції (екстрений реверс).

Паралельно, дані через захищений Wi-Fi або UHF-канал транслюються на портативний планшет лоцмана (Pilot Portable Unit – PPU). Це дозволяє лоцману контролювати процес швартування, знаходячись на крилі мистка і не відволікаючись на візуальний пошук берегових орієнтирів. Такі системи

дозволяють мінімізувати вплив людського фактора у найбільш стресовий момент судноводиння [36].

5.2.3 Цифрова трансформація: Виртуальні засоби навігаційного обладнання (Virtual AtoN)

Паралельно з розвитком фізичних лазерних систем відбувається процес віртуалізації навігаційного простору. Інтеграція супутникових систем позионування (GNSS) та Автоматичної ідентифікаційної системи (AIS) уможливила створення принципово нового класу навігаційних засобів – **Виртуальних засобів навігаційного обладнання (Virtual Aids to Navigation)**.

У контексті переходу до e-Navigation, концепція віртуального знака полягає у тому, що навігаційна небезпека або фарватер позначаються не фізичним буєм на воді, а цифровим сигналом, який генерується береговою станцією та відображається на екранах електронних карт (ECDIS) і радарів судна як реальний об'єкт.

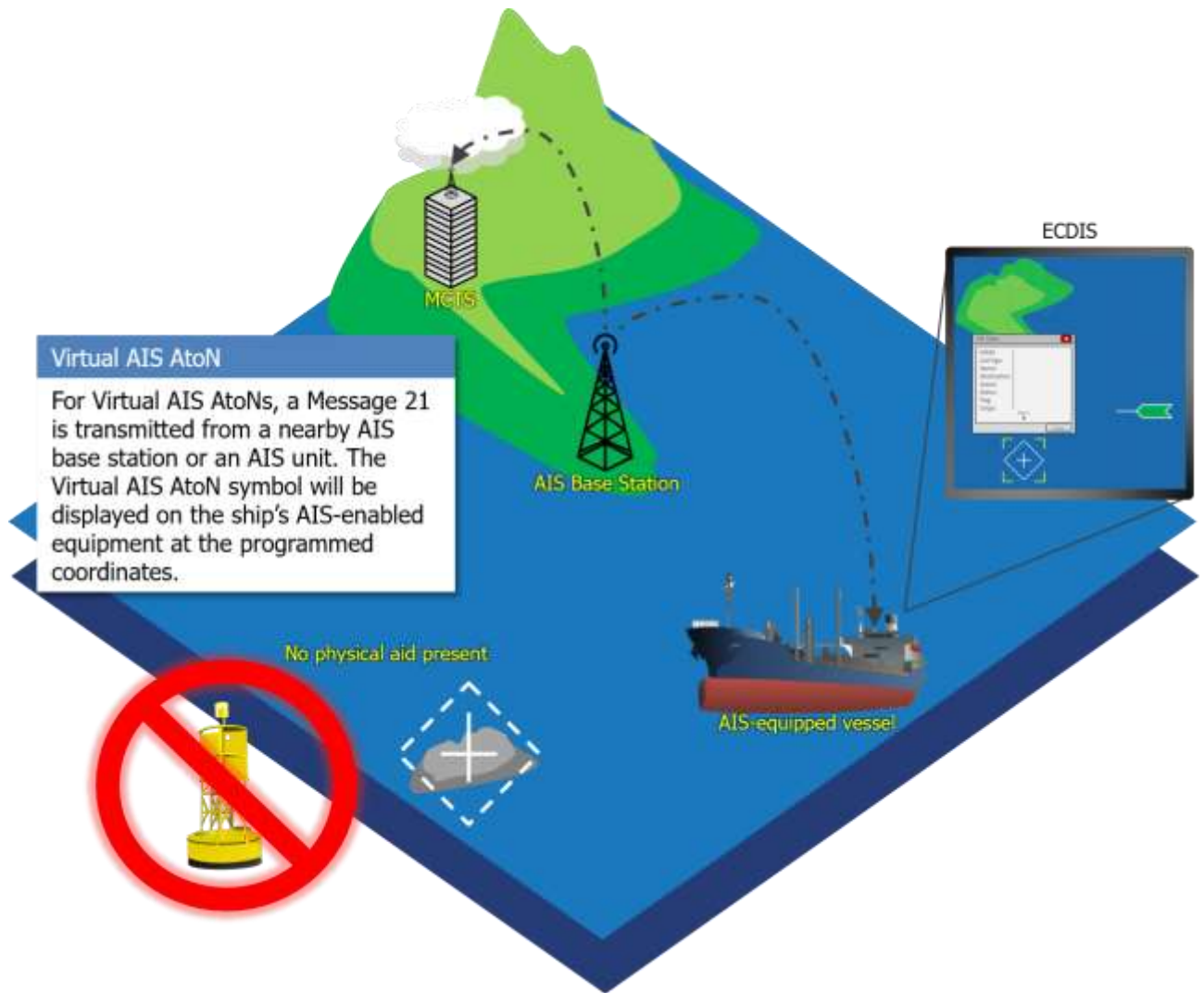


Рис. 5.3. Приклад роботи Virtual AtON

Переваги виртуалізації перед традиційними методами

Застосування Virtual AtoN вирішує низку проблем, властивих традиційним плавучим знакам, описаних у джерелах як "недолики зорових ЗНО":

1. **Оперативність реагування:** У випадку виникнення нової навігаційної небезпеки (наприклад, затонулого судна або втраченого контейнера на фарватері) фізичне встановлення аварійного буя займає від кількох годин до доби, залежно від готовності гідрографічного судна. Виртуальний знак встановлюється оператором системи управління рухом суден (VTS) за лічені хвилини після отримання інформації про інцидент.

2. **Стийкість до складних умов:** У портах, що замерзають, або в районах із сильними течіями фізичні буї часто змищуються зі штатних місць (дрейфують) або пошкоджуються льодом. Виртуальний знак є програмним кодом, прив'язаним до географічних координат, тому він є абсолютно статичним і не залежить від гідрометеорологічних факторів.
3. **Динамічне управління трафіком:** Технологія дозволяє створювати "динамічні фарватери". Наприклад, залежно від припливу або змینی рельєфу дна, оператор може змінювати конфігурацію виртуального каналу в реальному часі, оптимізуючи маршрути для суден з великою осадкою, що корелює із загальною тенденцією до створення інтелектуальних водних шляхів [37].

Інтеграція з "Розумними буями" (Smart Buoys)

Слід розрізняти повністю виртуальні знаки та "розумні" фізичні буї (Smart Buoys). Останні являють собою гібридні системи, які поєднують фізичну структуру з цифровим наповненням. Згідно з аналізом сучасного обладнання, Smart Buoys оснащуються сенсорами, мікропроцесорами та модулями передачі даних. Вони виконують функцію "сенсорних щупалець" берегової системи: мониторять стан фарватеру, вимірюють висоту хвилі, силу течії та передають ці дані на судно через канали AIS або мобільні мережі.

Це створює ефект синергії: фізичний буй забезпечує візуальне орієнтування (що важливо для маломирних суден без ECDIS), а його цифрова складова надає конвенційним суднам розширену інформацію про навігаційну обстановку. Більше того, адаптивні системи освітлення таких буїв здатні змінювати інтенсивність свитіння залежно від видимості, що вирішує проблему недостатньої контрастності традиційних засобів у тумані.

5.2.4 Еволюція обміну даними: Вид AIS до VDES та e-Navigation

Ключовим вектором розвитку навігаційного обладнання є інтеграція окремих пристроїв у глобальну мережеву структуру e-Navigation. Традиційна Автоматична ідентифікаційна система (AIS), яка доминувала в судноплаванні останні два десятиліття, досягла межі своїх технічних можливостей через перевантаження радіочастотного спектра у районах інтенсивного судноплавства.

На зміну їй приходить технологія VDES (VHF Data Exchange System), яка згадується у переліку перспективних каналів передачі даних для інтелектуальних буїв. VDES являє собою дворівневу систему, що включає наземний компонент (VDE-ter) та супутниковий сегмент (VDE-SAT).

Технологічна перевага VDES:

1. **Пропускна здатність:** Швидкість передачі даних у VDES у 30 разів перевищує можливості AIS. Це дозволяє передавати на судно не лише координати, а й "важки" файли: оновлення електронних карт (ENC), детальні карти льодової обстановки та батиметричні дані високої роздільної здатності.
2. **Захищеність:** На відміну від відкритих протоколів AIS, які вразливі до спуфінгу (підміни даних), VDES підтримує шифрування та аутентифікацію джерела повідомлення, що критично важливо в умовах зростання кіберзагроз.
3. **Інтеграція з береговими сенсорами:** Система дозволяє організувати безперервний потік телеметрії від "розумних буїв" та метеостанцій безпосередньо в судовий комп'ютер, забезпечуючи моніторинг стану фарватеру в реальному часі [38].

5.2.5 Сенсорне забезпечення автономних суден (MASS): LiDAR та Машинний зір

Підготовка до експлуатації Морських автономних надводних суден (MASS – Maritime Autonomous Surface Ships) вимагає переходу від систем, що інформують людину, до систем, що надають дані безпосередньо алгоритмам

штучного інтелекту. Оскільки традиційні засоби (наприклад, візуальні створи) розраховані на людське око, для MASS створюється нова інфраструктура "машинного сприйняття".

На заміну або як доповнення до класичних радарів впроваджуються лідарні комплекси (LiDAR).

Принцип роботи та переваги LiDAR у судноводінні: Сучасні 3D-лідари формують хмару точок шляхом лазерного сканування навколишнього середовища. На відміну від старих автоматизованих систем, що використовували прості фотоприймачі та аналогові дискримінатори, сучасні лідари створюють детальну тривимірну модель акваторії.

- **Виявлення малих цілей:** Радари часто "фільтрують" мали об'єкти (пластикові човни, плавучі контейнери, крижини) як шум хвиль. Лідар здатний виявити об'єкт розміром у кілька сантиметрів на відстані до 200-500 метрів, що є критичним для автоматичного ухилення від зіткнень.
- **Незалежність від освітлення:** Як активна оптична система, лідар ефективно працює як у повній темряві, так і при яскравому зустрічному сонці, забезпечуючи автономне судно стабільним потоком даних.

Системи комп'ютерного зору (Computer Vision): Паралельно з лазерними засобами розвиваються оптичні масиви камер з підтримкою штучного інтелекту. Вони виконують функцію розпізнавання та класифікації візуальних навігаційних знаків (форми буїв, кольору вогнів, топових фігур), верифікуючи дані електронних карт. Це дозволяє реалізувати концепцію "Sensor Fusion" – об'єднання даних від радара, лідара, камер та GNSS для створення максимально достовірної картини навігаційної обстановки [39].

5.2.6 Інтеграція та відмовостійкість навігаційних систем

Завершальним трендом розвитку ЗНО є відмова від використання ізольованих приладів на користь інтегрованих комплексів. Сучасне

судноводиння в умовах кибервійни та радіоелектронної боротьби не може покладатися виключно на супутникову навігацію (GNSS), яка вразлива до глушіння.

Тому берегова інфраструктура (лазерні створи, секторні вогні, розумні буї) розглядається як надійний резервний контур позиціонування (Resilient PNT). Лазерні та оптико-електронні засоби забезпечують незалежне від радіоефіру визначення координат, компенсуючи обмеження супутникової навігації у портах та каналах.

Висновки до розділу 5.2

Проведений аналіз дозволяє стверджувати, що сучасні засоби навігаційного обладнання пройшли шлях еволюції від простих світлосигнальних пристроїв до складних інформаційно-вимирювальних комплексів.

1. Впровадження лазерних технологій (PEL, LiDAR, DAS) дозволило досягти інструментальної точності позиціонування, необхідної для безпечного маневрування великотоннажних суден в обмежених умовах.
2. Цифровизація засобів навігаційного огороження через технології Virtual AtoN та Smart Buoys перетворила пасивну навігаційну обстановку на динамічну мережу моніторингу, здатну адаптуватися до змін навколишнього середовища.
3. Розвиток протоколів VDES та сенсорів машинного зору закладає технологічний фундамент для безпечної інтеграції автономних суден (MASS) у глобальну транспортну систему.

Комплексне поєднання цих технологій вирішує головну проблему судноводиння – зниження впливу людського фактора та забезпечення гарантованої безпеки плавання в умовах зростаючої інтенсивності руху.

5.3 Основни напрями розвитку засобів навігаційного обладнання в контексті концепції Maritime 4.0

Аналіз сучасного стану та перспектив розвитку засобів навігаційного обладнання (ЗНО) дозволяє стверджувати, що галузь перебуває на етапі радикальної технологічної трансформації. Якщо на початку ХХІ століття розвиток фокусувався на підвищенні точності окремих вимірювальних приладів, то станом на 2025 рік домінуючою тенденцією стала системна інтеграція та інтелектуалізація навігаційного забезпечення. Цей процес відбувається в рамках глобальної концепції Maritime 4.0 – морської проєкції Четвертої промислової революції, яка передбачає глибоке впровадження киберфізичних систем, Інтернету речей (IoT), великих даних (Big Data) та штучного інтелекту у процесі судноводиння [40].

Ґрунтуючись на аналізи аварійності та запитах індустрії, можна виділити три стратегічні вектори розвитку навігаційної техніки:

1. **Автономізація:** Перехід від автоматизації рутинних процесів до створення повністю автономних судових комплексів (MASS).
2. **Інтеграція та зв'язність:** Створення єдиного інформаційного простору e-Navigation, що об'єднує судно і берег.
3. **Інтелектуалізація:** Впровадження адаптивних систем, здатних до самодіагностики та прогнозування ризиків.

5.3.1 Парадигма переходу від автоматизації процесів до автономності прийняття рішень

Фундаментальною проблемою безпеки судноплавства залишається «людський фактор». Статистичні дані свідчать, що незалежно від технічного оснащення судна, саме когнітивні помилки людини – втома, неправильна оцінка ситуації, інформаційне перевантаження – є першопричиною

абсолютної більшості аварійних подій . Традиційний підхід до розвитку ЗНО полягав у наданні судноводію максимально повної інформації. Однак в умовах сучасного інтенсивного трафіку це призвело до зворотного ефекту – надмірної кількості даних, які оператор не встигає обробити.

У відповідь на цей виклик розвиток навігаційного обладнання змістився у площину мінімізації людської участі у рутинних процесах. Сучасні навігаційні комплекси проектуються не як пасивні індикатори, а як активні асистенти. Вони переходять від дескриптивної моделі (показати, що відбувається) до прескриптивної (підказати, що робити).

Цей тренд реалізується через впровадження інтегрованих навігаційних систем (INS – Integrated Navigation Systems) нового покоління. На відміну від попередніх версій, де радар, ECDIS та автопілот працювали як окремі пристрої, сучасні INS об'єднують дані від усіх сенсорів у єдину цифрову модель ситуації. Це дозволяє системам:

- Автоматично фільтрувати хибні цілі, порівнюючи дані радара та AIS.
- Виявляти розбіжності у показаннях датчиків (наприклад, між гірокомпасом та супутниковим компасом).
- Пропонувати оптимальні маневри ухилення відповідно до МППСС-72 (COLREGs).

5.3.2 Технологічне забезпечення рівнів автономності (MASS) згідно з класифікацією ІМО

Найбільш амбітним напрямом розвитку навігаційного обладнання є створення технічної бази для експлуатації Морських автономних надводних суден (MASS – Maritime Autonomous Surface Ships). Цей напрям активно підтримується провідними морськими державами та технологічними корпораціями, які вже проводять тестування безкіпажних буксирів та поромів .

Розвиток обладнання для MASS структурується відповідно до чотирьох рівнів автономності, визначених Міжнародною морською організацією (ІМО):

- **Рівень 1 (Судно з автоматизованими процесами та підтримкою прийняття рішень):** Екіпаж на борту повністю контролює судно, але частина функцій (утримання курсу, контроль двигуна) автоматизована. Для цього рівня розвиваються системи адаптивних автопілотів та «розумних» аларм-систем.
- **Рівень 2 (Дистанційно кероване судно з екіпажем на борту):** Управління здійснюється з берегового центру, але екіпаж готовий перехопити контроль. Це вимагає розвитку широкосмугових каналів зв'язку (VDES, супутниковий інтернет LEO) для передачі відеопотоку та телеметрії без затримок.
- **Рівень 3 (Дистанційно кероване судно без екіпажу):** Повна відсутність людей на борту. Ключовою вимогою до обладнання стає надійність та дублювання. Навігаційні системи повинні мати потрійне резервування та здатність до автоматичного перезавантаження у разі збою.
- **Рівень 4 (Повністю автономне судно):** Операційна система судна самостійно приймає рішення та виконує маневри. Для цього рівня розробляються системи «сенсорної фузії» (Sensor Fusion), що об'єднують дані лідарів, камер машинного зору, радарів та акустичних датчиків для побудови 3D-моделі навколишнього середовища в реальному часі.

Важливим аспектом розвитку обладнання для MASS є створення систем самодіагностики та самовиновлення. Оскільки на борту немає інженера для ремонту, навігаційний прилад повинен вміти самостійно виявляти несправність, ізолювати пошкоджений модуль та перемикатися на резервний контур без переривання виконання завдання[41].

5.3.3 Системи підтримки прийняття рішень (DSS) та людино-машинний інтерфейс

Навіть в умовах автоматизації, на перехідному етапі людина залишається ключовою ланкою. Тому критично важливим напрямом є вдосконалення людино-машинних інтерфейсів (HMI). Метою розробників є зниження когнитивного навантаження на судноводія.

Сучасні системи підтримки прийняття рішень (DSS – Decision Support Systems) еволюціонують у напрямку доповненої реальності (AR – Augmented Reality). Замість того, щоб змушувати капітана постійно переводити погляд з вікна на екран радара, AR-системи накладають навігаційну інформацію (курс, швидкість, контури фарватеру, небезпечні цілі) безпосередньо на лобове скло мистка або на зображення з камер.

Функціонал сучасних DSS включає:

1. **Предиктивний аналіз траєкторій:** Система не просто показує поточне положення, а розраховує траєкторію руху судна на найближчі 10–20 хвилин з урахуванням інерції, витру, течії та мілини. Це дозволяє судноводію "зазирнути в майбутнє" та уникнути небезпечного зближення.
2. **Автоматичний розрахунок маневру ухилення:** У складних ситуаціях (перетин курсів декількох суден) система пропонує оптимальний варіант зміни курсу або швидкості, який гарантує безпечне розходження з мінімальними втратами часу та палива.
3. **Моніторинг стану оператора:** Перспективні системи оснащуються камерами контролю уваги, які відстежують напрямок погляду та фізичний стан вахтового помічника. Якщо система фіксує, що людина засинає або не дивиться на небезпечний об'єкт, вона активує звукову сигналізацію (BNWAS нового покоління).

Таким чином, перший стратегічний напрям розвитку ЗНО полягає у створенні "інтелектуального партнера" для судноводія та підготовки технічного ґрунту для повної автономності. Це вимагає вид розробників

врахування не лише навігаційних, а й ергономічних, психофізіологічних та кібернетичних аспектів взаємодії людини і машини.

5.3.4 Глибока інтеграція та розвиток екосистеми e-Navigation

Другим стратегічним напрямом розвитку засобів навігаційного обладнання є перехід від експлуатації автономних приладів до створення глобальної інтегрованої мережі в рамках концепції e-Navigation, яку просуває Міжнародна морська організація (ІМО). Основною метою e-Navigation є гармонізація збору, інтеграції, обміну та відображення морської інформації на борту та на березі за допомогою електронних засобів для підвищення безпеки навігації та захисту навколишнього середовища.

У сучасному розумінні навігаційне обладнання перестає бути "риччю в собі". Радар, ECDIS, лазерні системи та буї стають терміналами єдиної цифрової платформи. Це змінює вимоги до архітектури ЗНО:

1. **Стандартизація протоколів обміну даними:** Впровадження стандарту S-100 (Universal Hydrographic Data Model) дозволяє об'єднувати на одному екрані батиметричні дані, інформацію про погоду, течії, льодову обстановку та статус навігаційних знаків. Сучасне обладнання повинно підтримувати цей стандарт для забезпечення безшовної сумісності.
2. **Взаємодія «Судно – Берег»:** Розвиток систем VTS (Vessel Traffic Services) трансформується у VTMISS (Vessel Traffic Management and Information Systems). Берегові центри отримують можливість не лише спостерігати за рухом суден, а й активно передавати на борт цифрові маршрути, попередження про небезпеку та коректури до карт у режимі реального часу, минаючи голосовий радіозв'язок, що знижує ризик мовного бар'єру та непорозуміння. Важливим елементом цієї інтеграції є розвиток цифрових каналів зв'язку. Оскільки пропускна здатність класичної AIS вже недостатня для передачі великих обсягів навігаційної інформації, перспективним напрямом є

впровадження технології VDES (VHF Data Exchange System), яка дозволить обмінюватися даними між суднами та береговою інфраструктурою на швидкостях, достатніх для підтримки автономного судноплавства.

5.3.5 Забезпечення киберстійкості та концепція Resilient PNT

В умовах зростання геополітичної напруженості та цифровизації флоту критично важливим вектором розвитку стає забезпечення киберстійкості навігації. Залежність сучасного судноводіння від глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS) створює вразливість перед загрозами глушіння (jamming) та підмини сигналу (spoofing). Втрата або спотворення сигналу GPS у вузькому фарватері може призвести до катастрофічних наслідків.

У відповідь на ці загрози розвиток навігаційного обладнання спрямований на реалізацію концепції Resilient PNT (Resilient Positioning, Navigation, and Timing) – стійкого координатно-часового забезпечення. Цей підхід передбачає створення мультисенсорних систем, де дані GNSS дублюються та верифікуються незалежними джерелами:

- **Оптико-лазерні системи:** Використання лазерних створів та берегових орієнтирів дозволяє судноводію або автоматиці визначати положення судна візуально, незалежно від радіоефіру.
- **Інерціальні навігаційні системи (INS):** Сучасні лазерні гіроскопи та акселерометри забезпечують точне числення координат протягом певного часу після втрати супутникового сигналу.
- **Доплерівські лазерні лаги:** Дозволяють отримувати вектор істинної швидкості відносно ґрунту, що є критичним для виявлення дрейфу та стабілізації курсу в умовах відсутності GPS.
- **Альтернативні радіонавігаційні системи:** Розробка технологій R-Mode (Ranging Mode), які використовують сигнали існуючих берегових станцій

(наприклад, DGPS або AIS) для триангуляції положення судна незалежним методом.

Таким чином, сучасний навігаційний комплекс розвивається як гетерогенна система, здатна автоматично виявляти аномалії в даних GNSS, виділяти хибні сигнали та плавно перемикається на резервні джерела інформації, гарантуючи безперервність навігаційного процесу.

5.3.6 Интеллектуализация инфраструктуры та «Розумні порти»

Третім ключовим напрямом є трансформація пасивної берегової інфраструктури в інтелектуальну сенсорну мережу. Цей процес тісно пов'язаний із розвитком концепції **Smart Port** («Розумний порт»), де всі елементи логістичного ланцюга об'єднані в Інтернет речей (IoT) [40].

Навігаційні знаки (буї, вихи, маяки) оснащуються мікропроцесорами, датчиками та модулями зв'язку, перетворюючись на **Smart Buoys** («розумні буї»). Вони виконують подвійну функцію:

1. **Навігаційну:** Забезпечують адаптивне світлове огороження, змінюючи яскравість та ритм роботи залежно від видимості та наявності суден поблизу, що підвищує їх помітність та енергоефективність.
2. **Моніторингову:** Збирають гідрометеорологічні дані (хвилювання, течія, вітер) та передають їх у центральну систему управління портом. Це дозволяє створювати динамічні моделі акваторії, прогнозувати небезпечні явища (наприклад, тягун в порту) та оптимізувати графік руху суден.

Крім того, розвиток отримали системи моніторингу цілісності навігаційного поля. «Розумні» знаки здатні самостійно контролювати своє місцезнаходження через GPS і в разі дрейфу (обриву якоря) миттєво сповіщати про це диспетчера та судна через канали AIS [37]. Це усуває небезпеку, коли судноводий орієнтується на знак, який змістився зі штатного місця.

Інтеграція берегових радарів, лазерних сканерів та камер видеоспостереження з алгоритмами комп'ютерного зору дозволяє створювати системи автоматичного виявлення інцидентів. Такі системи можуть самостійно фіксувати небезпечно зближення суден, вихід судна за межі фарватеру або появу сторонніх об'єктів на воді та автоматично генерувати попередження для оператора VTS.

Узагальнюючи цей блок, можна стверджувати, що розвиток ЗНО спрямований на створення інтелектуальних водних шляхів, де інфраструктура не просто позначає шлях, а активно взаємодіє із судном, забезпечуючи його актуальною інформацією та страхуючи від можливих помилок навігації.

5.3.7 Енергоефективність та екологізація: концепція «Green Navigation»

Четвертим, але не менш важливим вектором розвитку засобів навігаційного обладнання є їх екологізація та підвищення енергоефективності. Цей напрям обумовлений як глобальними кліматичними стратегіями (зокрема, стратегією ІМО щодо скорочення викидів парникових газів), так і економічною доцільністю зниження експлуатаційних витрат.

Сучасне покоління ЗНО проектується з урахуванням мінімізації вуглецевого сліду протягом усього життєвого циклу. Ключовою технологічною зміною став повний перехід від ламп розжарювання та газорозрядних джерел світла до світлодіодних (LED) технологій. Використання LED-випромінювачів дозволило зменшити енергоспоживання навігаційних знаків у 5–10 разів, одночасно підвищивши їх надійність та термін служби до 100 000 годин безперервної роботи.

Зниження енергоспоживання відкрило шлях до повної автономності. Сучасні буї та берегові знаки оснащуються інтегрованими системами відновлюваної енергетики: високоефективними сонячними панелями та

вітрогенераторами малої потужності. У поєднанні з литий-залізо-фосфатними (LiFePO₄) акумуляторами, які стійкі до глибоких розрядів і перепадів температур, це дозволяє обладнанню працювати в автономному режимі протягом 5–7 років без необхідності заміни джерел живлення. Це критично важливо для важкодоступних районів, де регулярне сервісне обслуговування є дорогим і складним логістично.

Окремим аспектом «Зеленої навігації» є боротьба зі світловим забрудненням (Light Pollution). Традиційні потужні маяки створюють надлишкове засвічення, яке негативно впливає на морську фауну та заважає мешканцям прибережних зон. Сучасні інтелектуальні системи реалізують функцію «Світло за вимогою» (Light on Demand). Навігаційний знак, синхронізований через AIS або оснащений радаром, вмикається на повну потужність лише тоді, коли фіксує наближення судна. У решту часу він працює в режимі мінімальної яскравості або очікування. Це не лише заощаджує енергію, а й зменшує антропогенний вплив на екосистему.

Також відбувається зміна матеріалів: сталеві корпуси буїв замінюються на конструкції з високоміцних полімерів та композитів. Вони не потребують регулярного фарбування (що зменшує потрапляння хімікатів у воду), є легшими та підлягають повній переробці після завершення терміну експлуатації.

5.3.8 Перехід до аналітичних функцій та предиктивного обслуговування

Завершальною тенденцією є зміна ролі ЗНО з пасивного інструменту на активний аналітичний засіб. На відміну від попередніх поколінь обладнання, сучасні системи мають не тільки навігаційну, а й аналітичну функцію.

Завдяки вбудованим обчислювальним потужностям та підключенню до хмарних сервісів, навігаційне обладнання здатне:

1. **Аналізувати тенденції:** Системи збирають масиви даних про гидрометеорологічні умови, щільність руху та поведінку суден на конкретній ділянці. Аналіз цих даних дозволяє береговим службам виявляти приховані закономірності (наприклад, часте порушення меж фарватеру певними типами суден при певному витрі) і превентивно коригувати схему руху або розташування знаків.
2. **Генерувати попередження:** Створення систем раннього попередження (Early Warning Systems) дозволяє автоматично сигналізувати суднам про небезпеку ще до того, як вона стане критичною. Наприклад, лазерний сканер на мосту може виявити, що висота судна перевищує допустимий габарит, і автоматично увімкнути заборонний сигнал світлофора та надіслати тривожне повідомлення через AIS.
3. **Здійснювати самодіагностику:** Впровадження технологій **предиктивного обслуговування** (Predictive Maintenance). Обладнання моніторить власні параметри (напругу батареї, температуру процесора, прозорість линзи) і прогнозує можливу відмову. Інженер отримує повідомлення не по факту поломки, а заздалегідь, з рекомендацією провести профілактику. Це значно підвищує коефіцієнт готовності системи та знижує ризик раптового згасання вогню у відповідальний момент.

Висновки до 5.3

Узагальнюючи аналіз основних напрямів розвитку засобів навігаційного обладнання, можна констатувати, що галузь переживає період глибокої технологічної модернізації, спрямованої на вирішення комплексу завдань безпеки та ефективності судноплавства.

Основними векторами розвитку є:

1. **Підвищення точності та надійності орієнтування:** Впровадження лазерних систем, прецизійних секторних вогнів (PEL) та доплерівських

вимірювачив дозволяє забезпечити сантиметрову точність навігації в портах та вузькостях, нивелюючи обмеження візуальних та супутникових методів.

2. **Автоматизація та автономність:** Розвиток систем підтримки прийняття рішень, лідарного машинного зору та автоматизованих комплексів швартування створює технологічний базис для переходу до експлуатації автономних суден (MASS) та зниження впливу людського фактора.
3. **Цифрова інтеграція:** Глибока інтеграція ЗНО у платформи e-Navigation, перехід на протоколи обміну даними VDES та створення єдиного інформаційного простору «судно-берег» дозволяють оперативно керувати транспортними потоками та підвищують ситуаційну обізнаність усіх учасників руху.
4. **Створення інтелектуальної інфраструктури:** Трансформація пасивних знаків у «розумні буї» (Smart Buoys) та сенсорні мережі IoT дозволяє здійснювати безперервний моніторинг навігаційної та екологічної обстановки в реальному часі.
5. **Сталий розвиток:** Зменшення енергоспоживання через LED-технології, використання відновлюваних джерел енергії та впровадження принципів «Зеленої навігації» забезпечують екологічну безпеку та економічну ефективність експлуатації обладнання.

Комплексна реалізація цих напрямів дозволить сформувати нову парадигму управління водним транспортом – перехід від реактивного реагування на інциденти до проактивного забезпечення безпеки через високоточні, інтелектуальні та автоматизовані навігаційні системи.

РОЗДИЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙС

6.1 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейси

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

Таблиця 6.1

Початкові дані для розрахунку рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Дедвейт т/х «SIF W»	Δ_w	тон	17493
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	783.6
3	Відстань між портами	L	мили	4935
4	Кількість навантаженого вантажу: пшениця	ΣQ_m	т	14222
5	Фрахтова ставка за 1 т вантажу	f	\$/т	25
6	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	т/ добу	7000
7	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	т/ добу	1400
8	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	15.0
9	Швидкість в каналах, вузостях	v	кан. вузли	7.0
10	Добова витрата палива на ходу:			

	важке	q^6_x	тон/добу	20.8
	важке	q^6_{cm}	тон/добу	2.4

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5
11	Ціна 1 тони палива: важке	$C_{\text{в}}$	\$/т	450
	легке	$C_{\text{л}}$	\$/т	580
12	Балансова вартість судна	$C_{\text{бал}}$	\$	2449020
13	Річна норма амортизації	Ha	%	10
14	Позаексплуатаційний час	$T_{\text{зе}}$	диб.	15
15	Чисельність екіпажу	$Ч_{\text{ек}}$	чол.	18
16	Час затримки в дорозі	$t_{\text{зат}}$	диб.	0.5
17	Додатковий час в портах стоянки	$t_{\text{доп}}$	год.	6
18	Заробитна платня	$R_{\text{зн}}$	\$/добу	2500
19	Витрати на технічне постачання	$R_{\text{т.пос}}$	\$/добу	300
20	Навігаційні витрати	$R_{\text{нав}}$	\$/добу	280
21	Портови збори	$R_{\text{порт}}$	\$	22450
22	Агентство суден	$R_{\text{аг}}$	\$/добу	200
23	Витрати на страхування судна	$R_{\text{стр}}$	\$/добу	300
24	Витрати на ремонт	$C_{\text{рем}}$	\$/мр.п.	500000
25	Вартість одного доковання	$C_{\text{док}}$	\$	70000

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

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

$$\Delta_{\text{ч}} = \Delta_{\text{в}} - G_{\text{зан}}. \quad (6.1)$$

$$\Delta_{\text{ч}} = 17493 - 783.6 = 16709.4 \text{ т}$$

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 диб;

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

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

$$t_x = 4935 / (15.0 \times 24) + 0.5 = 14.2 \text{ днб}$$

- стоянковий час:

$$t_{cm} = t_{cm}^3 + t_{cm}^6 = \left(\frac{Q_1}{M_{31}} \right) + \left(\frac{Q_1}{M_{61}} \right) + t_{don} \quad (6.4)$$

$$t_{cm} = 14222 / 7000 + 14222 / 1400 + 6 / 24 = 12.4 \text{ днб.}$$

- час рейсу складе:

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

$$t_p = 14.2 + 12.4 = 26.6 \text{ днб}$$

4. Розрахуємо провизну спроможність судна:

- зроблено тонно-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 14222 \times 4935 = 70185570 \text{ тонно-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_{\text{ч}} L = 16709.4 \times 4935 = 82460889 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

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

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = 14222 \times 30 = 426660 \text{ $/рейс}$$

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

Постійні експлуатаційні витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

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

- витрати на заробитну плату ($R_{зн}$) 2500 \$/добу;

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

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

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

$$R_{хар} = 18 \times 12 = 216 \text{ $/добу};$$

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

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

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

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

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

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

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

$$R_{ам} = (2449020 \times 0.1) / 350 = 699 \text{ $/добу};$$

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

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

де $H_{сн}$ – норма постачання;

$$R_{сн} = (2449020 \times 0.02) / 350 = 139 \text{ \$/добу};$$

- витрати на технічне постачання ($R_{т.пос.}$) 300 \\$/добу;
- навігаційні витрати. \\$/добу ($R_{нав}$) 280 \\$/добу;
- портови збори ($R_{порт}$) 22450 \\$/рейс;
- витрати з агентування ($R_{аг}$) 200 \\$/добу;
- витрати на страхування ($R_{стр}$) 300 \\$/добу.

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

$$R_{екс} = 2500 + 216 + 297 + 699 + 139 + 300 + 280 + 22450 / 26.6 + \\ + 200 + 300 = 5775 \text{ \$/ добу}$$

7. Розраховуємо непрямі (адміністративно-управлінські)

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

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

$$R_{кос.} = 5775 \times 0.02 = 116 \text{ \$/добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{заг} = 5775 + 116 = 5891 \text{ \$/добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{\text{заг.екс}} = 5891 \times 26.6 = 156701 \text{ \$/рейс}$$

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

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

$$R_x^6 = k_{cm} \cdot q_x \cdot \Pi_m \quad (6.15)$$

де k_{cm} — коефіцієнт, що враховує витрати на мастильні. обтиральні матеріали. в залежності вид двигуна = 1.05 – 1.15.

$$R_x^6 = 1.1 \times 20.8 \times 450 = 10296 \text{ \$/ добу}$$

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

$$R_{cm}^6 = k_{cm} \cdot q_{cm} \cdot \Pi_{\text{в}} \quad (6.16)$$

$$R_{cm}^6 = 1.1 \times 2.4 \times 580 = 1531 \text{ \$/ добу}$$

- витрати на паливо и мастильні матеріали витрати за рейс:

$$\Sigma R_{\text{пер}} = (R_x^6 \cdot t_x) + (R_{cm}^6 \cdot t_{cm}) \quad (6.17)$$

$$\Sigma R_{\text{пер}} = 10296 \times 14.2 + 1531 \times 12.4 = 165188 \text{ \$/рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{\text{рейс}} = 156701 + 165188 = 321889 \text{ \$/рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

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

$$\Sigma\Pi_{рейс} = 426660 - 321889 = 104771 \text{ \$/рейс}$$

Прибуток судна т/х «SIF W» з порту Антверпен в порт Бома з вантажем пшениця за рейс склав 104771 \\$/рейс.

Якисни показники роботи судна в рейси розраховуємо за методикою:

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

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

$$K_e = 350 / 365 = 0.959$$

2. Коефіцієнт завантаження судна:

$$\alpha_3 = \frac{\Sigma Q}{\Sigma D_u}. \quad (6.21)$$

$$\alpha_3 = 14222 / 16709.4 = 0.851$$

3. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

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

$$V_{cp} = 4935 / 14.2 = 347.54$$

4. Коефіцієнт ходового часу:

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

$$\varepsilon_x = 14.2 / 26.6 = 0.534$$

5. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

$$\mu_6 = \alpha_3 \cdot V_{cp.} \cdot \varepsilon_x. \quad (6.24)$$

$$\mu_6 = 0.851 \times 347.54 \times 0.534 = 157.93$$

6. Валова прибутковість одних судно-днів:

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

$$\mu = 426660 / 26.6 = 16049 \text{ \$/доба}$$

7. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейси:

$$S_m = \Sigma R_{рейс} / \Sigma Q. \quad (6.26)$$

$$S_m = 321889 / 14222 = 22.63 \text{ \$/т}$$

8. Собівартість 1 тонно-мили в рейси:

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

$$S_{m-м} = 321889 / 70185570 = 0.0045863 \text{ \$/т-м}$$

9. Собівартість утримання судна в добу експлуатації:

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

$$S_{с-с} = 321889 / 26.6 = 12101 \text{ \$/ доб.екс}$$

10. Рівень прибутковості являє відношення доходів до витрат:

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

$$PF = 426660 / 321889 = 1.33$$

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

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:

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$Ч_p = T_{екс} / t_p \quad (6.30)$$

$$Ч_p = 350 / 26.6 = 13.16$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma Q_{екс} = 14222 \times 13.16 = 187162 \text{ т / рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

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

$$\Sigma Ql_{екс} = 70185570 \times 13.16 = 923642101 \text{ т-миль / рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma F_{екс} = 426660 \times 13.16 = 5614846 \$ / \text{рик}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma R_{екс} = 321889 \times 13.16 = 4236059 \$ / \text{рик}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma \Pi = 104771 \times 13.16 = 1378787 \$ / \text{рик}$$

7. Рівень прибутковості роботи судна за експлуатаційний період:

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

$$PF = 5614846 / 4236059 = 1.33$$

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

Таблиця 6.2

Кількісні і якісні показники виконаного рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Валовий дохід	F	\$	426660
2	Затрати загальні	R	\$	321889
3	Прибуток	Π	\$	104771

4	Коэффициент ходового часу	ε_x		0.534
---	---------------------------	-----------------	--	-------

Продовження табл. 6.2

1	2	3	4	5
5	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	мили/добу	347.54
6	Доходність судна	μ	\$/добу	16049
7	Рівень доходності	PF		1.33
8	Собівартість перевезення 1 т вантажу	S_T	\$/т	22.63
9	Собівартість 1 т-мили	S_{T-M}	\$/т-м	0.0045863
10	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	S_{C-C}	\$/добу	12101

В результаті проведених розрахунків, наведених у табл. 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень прибутковості 1.33. прибуток 104771 \$ за рейс. а за експлуатаційний період прибуток складе 1378787 \$. Судно «SIF W» доцільно використовувати на даний лінії.

РОЗДИЛ 7

ОХОРОННИ ЗАХОДИ І ЦИВИЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ

7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкти морського транспорту

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

Вантажне судно «BARZAN» стоїть на якорі в районі зовнішнього рейду порту Кальяо (Перу). Отримано повідомлення про терористичний акт в порту в районі причалу №6: внаслідок вибуху на танкери–химовози пошкоджена вантажна мисткість зі скрапленням сирчистим ангидридом.

Розвиток аварійної ситуації спричинив розлив зрідженого газу, що є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). Кількість розлитої СДОР – 10 т. Характер розливу «вильно». На території порту оголошена терористична загроза.

Метеорологічні умови на момент аварії: час доби – день. 16.00. температура повітря 30⁰. швидкість вітру 5 м/с. вітер зустрічний. суцільна хмарність. Відстань до аварійного танкера–химовозу – 3 км. Мисцевість відкрита. характер – водна поверхня.

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

Визначити стандартні робочі процедури по прийняттю відповідних заходів у разі підозрилої діяльності на судні або поблизу нього.

7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території

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

1) Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря

За заданими метеорологічними умовами (час доби – день, швидкість вітру 5 м/с, суцільна хмарність) визначаємо по табл. 7.1 ступень вертикальної стійкості повітря – ізотермия.

Таблиця 7.1

Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

Швидкість вітру, м/с	Час доби					
	день			ніч		
	Наявність хмарності					
	відсутня	середня	суцільна	відсутня	середня	суцільна
0.5	конвекція	конвекція	ізотермія	інверсія	інверсія	ізотермія
0.6 – 2.0	конвекція	конвекція	ізотермія	інверсія	інверсія	ізотермія
2.1 – 4.0	конвекція	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія
> 4.0	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія

2) Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинний хмари

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

Розраховуємо еквівалентну кількість $Q_{\text{эл}}$ (т) сирчистого ангидриду в первинний хмари:

$$Q_{\text{э1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0 = 0.11 \cdot 0.333 \cdot 0.23 \cdot 1.3 \cdot 10 = 0.1 \text{ т.}$$

де $K_1 = 0.11$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (табл. 7.2);

Таблиця 7.2

Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найме- нування СДОР	Щиль- ність СДОР. т/ м ³		Температура кипіння. °С	Порогова токсодоза. мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів							
	Газ	Ридина			К ₁	К ₂	К ₃	К ₇ для температури повітря (°С)				
								–10	0	10	20	30
Сирчис- тий анги- дрид	–	1.462	–10	1.8	0.1 1	0.049	0.333	<u>0.1</u> 0.7	<u>0.3</u> 1	<u>0.7</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1.3</u> 1

Примітка: 1. У таблиці наведені значення K_7 у чисельнику – K_7^{I} (для первинної хмари), у знаменнику – K_7^{II} (для вторинної хмари).

$K_3 = 0.333$ – коефіцієнт (табл. 7.2);

$K_5 = 0.23$ – коефіцієнт, який враховує ступень вертикальної стійкості повітря для ізотермії;

$K_7^1 = 1.3$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення первинної хмари (табл. 7.2);

$Q_0 = 10$ – кількість сирчистого ангідриду, що розлився при аварії, т.

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

Площа розливу S_p (м²) сирчистого ангидриду дорівнює:

$$S_p = V_p / h = Q_0 / \rho / h = 10 / 1.462 / 0.05 = 137 \text{ м}^2.$$

де V_p – об'єм сирчистого ангидриду, що розлився, м³;

$\rho = 1.462$ – щільність сирчистого ангидриду, т/м³ (табл. 7.2);

$h = 0.05$ – товщина шару сирчистого ангидриду (для характеру розливу – «вильно»). м.

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

Таблиця 7.3

Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

Швидкість вітру (u), м/с	$1 \leq$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K_4	1	1.33	1.67	2.0	2.34	2.67	3.0	3.34	3.67	4.0

Таблиця 7.4

Значення коефіцієнту K_m залежно від впливу характеру місцевості

Рельєф місцевості. вид рослинності і забудови	Вертикальна стійкість повітря		
	конвекція	ізотермія	інверсія
Водна поверхня, відкрита місцевість	1	1	1
Миська (промислова) забудова	0.2	0.2	0.3
Територія порту	0.2	0.2	0.3

Розраховуємо тривалість вражаючої дії T (год.) сирчистого ангидриду:

$$T = h \cdot \rho / (K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{\text{III}}) + 1 / (K_m \cdot v_{\text{п}}) =$$

$$= 0.05 \cdot 1.462 / (0.049 \cdot 2.34 \cdot 1) + 1 / (1 \cdot 29) = 0.64 + 0.03 = 0.67 \text{ год.} = 40 \text{ хв.}$$

де $K_2 = 0.049$ – коефіцієнт, що залежить від фізико–хімічних властивостей сирчистого ангидриду (табл. 7.2);

$K_4 = 2.34$ – коефіцієнт, що враховує швидкість витру (табл. 7.3);

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

$K_m = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари сирчистого ангидриду (табл. 7.4);

$v_{\text{п}} = 29$ – швидкість перенесення переднього фронту зараженого повітря, км/год. (табл. 7.5).

Таблиця 7.5

Швидкість (км/год.) перенесення $v_{\text{п}}$ переднього фронту хмари зараженого повітря залежно від швидкості витру

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

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

$$Q_{32} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{\text{ИИ}} \cdot Q_0 / (h \cdot \rho) =$$

$$= 0.89 \cdot 0.049 \cdot 0.333 \cdot 2.34 \cdot 0.23 \cdot 1 \cdot 10 / (0.05 \cdot 1.462) = 1 \text{ т.}$$

де $K_1 = 0.11$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (табл. 7.2);

$K_3 = 0.333$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози

хлору до порогової токсодози сирчистого ангидриду (табл. 7.2);

$K_5 = 0.23$ – коефіцієнт, який враховує ступень вертикальної стійкості повітря для ізотермій;

$K_6 = N^{0.8} = 1^{0.8} = 1$ – коефіцієнт, що залежить від часу N , що пройшов з моменту початку аварії; за умовами завдання $N = 1$ год.

4) Визначення глибини і площі зони зараження

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

Таблиця 7.6

Глибина (км) зони зараження

Швид- кість ви- тру, м/с	Еквівалентна кількість СДОР, т								
	0.01	0.05	0.1	0.5	1	3	5	10	20
1 і мен- ше	0.38	0.85	1.25	3.16	4.75	9.18	12.53	19.20	29.56
2	0.26	0.59	0.84	1.92	2.84	5.35	7.20	10.83	16.44
3	0.22	0.48	0.68	1.53	2.17	3.99	5.34	7.96	11.94
4	0.19	0.42	0.59	1.33	1.88	3.28	4.36	6.46	9.62
5	0.17	0.38	0.53	1.19	1.68	2.91	3.75	5.53	8.19

Для $Q_{\Sigma 1} = 0.1$ т та швидкості витру $u = 5$ м/с визначаємо глибину зони зараження первинною хмарою сирчистого ангидриду: $\Gamma_1 = 0.53$ км.

Для $Q_{\Sigma 2} = 1$ т та швидкості витру $u = 5$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою сирчистого ангидриду: $\Gamma_2 = 1.68$ км.

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0.5 \cdot \Gamma'' = 1.68 + 0.5 \cdot 0.53 = 1.95 \text{ км.}$$

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

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

$$\Gamma_{\pi} = N \cdot v_{\pi} = 1 \cdot 29 = 29 \text{ км.}$$

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

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\pi} \end{matrix} \right\} = 1.95 \text{ км.}$$

Визначаємо площу зони можливого зараження S_b (км²) хмарою сирчистого ангидриду:

$$S_b = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^0 = 3.14 \cdot 1.95^2 \cdot 45^0 / 360^0 = 1.49 \text{ км}^2.$$

де $\Gamma = 1.95$ – розрахункова глибина зони зараження, км;

$\varphi = 45^0$ – кутовий розмір зони зараження, град (табл. 7.7).

Таблиця 7.7

Кутові розміри зони можливого зараження СДОР залежно від швидкості вітру

Швидкість вітру (u), м/с	≤ 0.5	0.6 – 1	1.1 – 2	> 2
φ , град	360	180	90	45

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

$$S_{\phi} = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0.2} = 0.133 \cdot 1.95^2 \cdot 1^{0.2} = 0.5 \text{ км}^2.$$

де $K_8 = 0.133$ – коефіцієнт, що залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря – ізотермії (п. 3.4. Методики прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах морського транспорту).

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

Територія можливого хімічного зараження умовно представляє собою сектор, що має кутовий розмір $\phi = 45^\circ$ (табл. 7.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковий глибини зони зараження $\Gamma = 1.95$ км. Вершина сектору співпадає з джерелом зараження – місцем розливу сірчистого ангідриду.

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

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ_1 (км):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_m \cdot \left(\frac{Q_3}{D_1} \right)^\Psi = 1,34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,1}{6} \right)^{0,542} = 0,53 \text{ км.}$$

де $\lambda = 1.34$; $\Psi = 0.542$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (табл. 7.8);

$Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0.1 + 1 = 1.1$ – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару, т;

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

Таблиця 7.8

Коефіцієнти λ і ψ , що залежать від швидкості вітру

Коефіцієнти	Швидкість вітру (u), м/с							
	1 і менше	2	3	4	5	6	7	10
λ	3.73	2.31	1.80	1.52	1.34	1.20	1.11	0.92
ψ	0.606	0.580	0.563	0.551	0.542	0.537	0.531	0.515

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

$$\Gamma_{0,4t} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,4t}} \right)^\Psi = 1,34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,1}{2,4} \right)^{0,542} = 0,88 \text{ км}.$$

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

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

$$\Gamma_{0,2t} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,2t}} \right)^\Psi = 1,34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,1}{1,2} \right)^{0,542} = 1,28 \text{ км}.$$

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

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковий глибини зони зараження $\Gamma = 1,95$ км.

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

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

$$t = x / (K_M \cdot v_n) = 3 / (1 \cdot 29) = 0,1 \text{ год.} \approx 6 \text{ хв.}$$

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

7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження території внаслідок інциденту на танкери–хімовози показала, що судно «BARZAN» знаходиться за межами зони зараження. Глибина поширення хмари зараженого повітря стано-

вить 1.95 км. Час дії вражаючих концентрацій хмари зараженого повітря – 40 хв.

Для уникнення можливих втрат серед екіпажу судна пропонуються наступні заходи:

- попередити екіпаж про аварійну ситуацію в порту та небезпеку отруєння;
- тимчасово убрати людей з відкритої палуби. вільний вихід на відкриту палубу дозволити після спливу часу дії вражаючих концентрацій СДОР;
- зв'язатися з аварійними службами порту для отримання інформації про розвиток аварійної ситуації.

7.1.4 Стандартні робочі процедури по прийняттю відповідних заходів у разі підозрилої діяльності на судні або поблизу нього

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

Капітан уповноважений приймати будь-які рішення. спрямовані на порятунок судна. пасажирів та екіпажу. збереження вантажу. запобігання забруднення навколишнього середовища.

Капітан і особа командного складу. відповідальна за охорону судна (офіцер з охорони судна). повинні прийняти усі необхідні заходи. які будуть адекватні ситуації. що склалася. Виходячи з рекомендацій міжнародних і національних документів. можна сформулювати наступні основні заходи. які повинні бути проведені на судні:

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

судна або захоплення заручників.

Розподил відповідальности членів екіпажу за виконання дій, які повинні бути зроблені у разі підозрилої діяльності на судні або поблизу нього, наведений в табл. 7.9 і може бути використаний в якості чек-листа.

Даний перелік дій жодним чином не обмежує капітана в прийнятті інших рішень, якщо він вважатиме їх більш ефективними в конкретних умовах.

Таблиця 7.9

Заходи, які повинні бути прийняті у разі підозрилої діяльності на судні або поблизу нього

№ п/п	Дії, які повинні бути виконані	Відповідальний член екіпажу
1	2	3
1	Записати докладно попередження про загрозу теракту (якщо воно було) . У судновому журналі відображати всі заходи по забезпеченню безпеки до закінчення дозволу надзвичайної ситуації.	Вахтовий помічник
2	Негайно доповісти капітану і офіцеру з охорони судна.	Вахтовий помічник
3	Оголосити загальносуднову тривогу.	Капітан
4	Задраїти і закрити на замки всі приміщення на палубах.	Вахтовий помічник
5	Створити на судні зони безпеки, визначені Планом охорони судна і діяти у відповідності з Планом.	Офіцер з охорони судна
6	Забезпечити зорове спостереження і суворий пропускний режим.	Офіцер з охорони судна
7	Встановити зв'язок і взаємодію з посадовою особою портового засобу, відповідальною за охорону, і портовою владою.	Офіцер з охорони судна
8	Тримати каюти членів екіпажу і ілюмінатори в	Вахтовий

	каютах постійно закритими.	помічник
9	Забезпечити спостереження за сторонніми особами. яки перебувають на борту. виключити їх вільне переміщення по судну.	Офіцер з охорони судна

Продовження табл. 7.9

1	2	3
10	Здійснювати постійний контроль за вантажно–розвантажувальними роботами. при перерви в роботах и по їх закінченню провести ретельний огляд трюмів. палуб и закриття люків.	Офіцер з охорони судна
11	З настанням темного часу доби забезпечити освітлення палуб и бортив судна. підняти трап. перевірити відсутність з бортив и корми звисаючих кінців. виставити додаткові спостережні пости. регулярно перевіряти. як задраєни и розкріплені зсередини всі двері и люки. що ведуть у коридори надбудови	Капітан Офіцер з охорони судна

ВИСНОВКИ

Мною пророблені питання опрацювання та дослідження етапів переходу судна «SIF W» за маршрутом Антверпен (Antwerp) – Бома (Boma) у травні з вантажем зерна. Розрахунки економічних показників показали, що рейс економічно вигідний і принесе прибуток. Однак, для успішного здійснення переходу треба дотримуватись правил і попереджень, викладених у 2 розділі. Ці умови на маршруті переходу сприятливі: є достатня кількість засобів навігаційного обладнання, що дозволяє вчасно і з достатньою точністю проводити обсервацію й уточнювати позицію і шлях судна.

Вантажний план судна задовольнює вимогам ІМО до посадки й остійності на початок та кінець рейсу, а також до забезпечення поздовжньої міцності судна. Вантаж розміщений з урахуванням його транспортно-експлуатаційних характеристик і умов перевезення.

В дослідницькому розділі я проробив питання: аналіз сучасного стану та перспектив розвитку засобів навігаційного обладнання.

Узагальнюючи результати дослідження сучасного стану та перспектив розвитку навігаційного обладнання, можна сформулювати наступні висновки:

1. Критична роль технологічного фактора у безпеці судноплавства. Аналіз аварійності свідчить, що в сучасних умовах інтенсифікації морського трафіку безпека судноплавства не може бути гарантована виключно професійною майстерністю екіпажу. Оскільки «людський фактор» залишається причиною переважної більшості (до 80%) навігаційних аварій, особливо в прибережних зонах та на підходах до портів, стратегічним напрямом підвищення безпеки є перехід від ручного управління до інструментально підтримуваного судноводіння.

2. Обмеженість традиційних засобів та необхідність модернізації. Традиційні зорові засоби навігаційного обладнання (маяки, буї, лінійні створи), залишаючись базовим елементом інфраструктури, мають об'єктивні фізичні обмеження. Залежність від метеоумов, недостатня точність візуального

орієнтування на великих дистанціях та вразливість до фонового засвічення вимагають їх доповнення або заміни на більш досконалі технологічні рішення, здатні працювати в умовах обмеженої видимості.

3. Ефективність лазерних та оптико-електронних технологій. Впровадження лазерних навігаційних систем (прецизійних секторних вогнів PEL, лазерних створів, систем допомоги при швартуванні DAS) дозволило досягти якісно нового рівня точності позиціонування. Ці системи забезпечують судноводія інструментальними даними про положення судна з точністю до сантиметрів, що критично важливо для маневрування великотоннажних суден у вузьких каналах та акваторіях портів.

4. Цифрова трансформація та інтелектуалізація інфраструктури. Відбувається зміна парадигми навігаційного забезпечення: перехід від пасивних маркерів небезпеки до активних інтелектуальних систем. Впровадження «розумних буїв» (Smart Buoys), сенсорних мереж IoT та віртуальних засобів навігаційного обладнання (Virtual AtoN) дозволяє здійснювати безперервний моніторинг навігаційної та гідрометеорологічної обстановки в режимі реального часу. Це перетворює берегову інфраструктуру на динамічну систему, здатну адаптуватися до змін умов судноплавства.

5. Інтеграція в екосистему e-Navigation та підготовка до MASS. Сучасне навігаційне обладнання розвивається у напрямку повної інтеграції в глобальні цифрові платформи (e-Navigation) через новітні протоколи обміну даними, такі як VDES. Автоматизація процесів збору та обробки даних, використання лідарів та систем машинного зору створюють необхідний технологічний фундамент для безпечної експлуатації автономних морських суден (MASS) у найближчому майбутньому.

6. Екологічність та енергоефективність. Важливим вектором розвитку є впровадження принципів «Зеленої навігації». Використання LED-технологій, відновлюваних джерел енергії та адаптивних режимів роботи світлосигнального обладнання дозволяє суттєво знизити енергоспоживання та експлуатаційні витрати, забезпечуючи при цьому високу надійність та

автономність роботи ЗНО.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що подальший розвиток засобів навігаційного обладнання полягатиме у створенні комплексних, високоточних та кіберстійких систем, які поєднують навігаційні, вимірювальні та комунікаційні функції. Така інтеграція є необхідною умовою для мінімізації аварійності та забезпечення сталого розвитку водного транспорту в ХХІ столітті.

При здійсненні переходу судноводію необхідно суворо дотримувати вимог Міжнародних Кодексів по охороні навколишнього середовища, управління безпекою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Resolution A.601(15) [Електронний ресурс]. – Режим доступа: [n/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Assembly/Documents/A.601\(15\).](http://www.marinedocs.co.uk/wp-content/uploads/2016/10/SOLAS%20Consolidated%20Edition%202014.pdf)
2. International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 74/78) [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.marinedocs.co.uk/wp-content/uploads/2016/10/SOLAS%20Consolidated%20Edition%202014.pdf>.
3. Міжнародна конвенція про підготовку та дипломування моряків та несення вахти 1978 року (консолідований текст з манільськими поправками) – К: ВПК « Експрес-Поліграф», 2012.– 568 с.
4. Резолюція А.893 (21) «Керівництво з планування рейсу» [Електронний ресурс]. – Режим доступа: http://rise.odessa.ua/texts/A893_21.php3
5. International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 74/78) [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.marinedocs.co.uk/wp-content/uploads/2016/10/SOLAS%20Consolidated%20Edition%202014.pdf>
6. International convention on Load Lines, 1966/1988 [Електронний ресурс]. – Режим доступа: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896_007
7. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78) [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.marinedocs.co.uk/wp-content/uploads/2017/08/MARPOL-Consolidated-Edition-2011-1.pdf>
8. Code of Practice for the Safe Loading and Unloading of Bulk (BLU Code) [Електронний ресурс]. – Режим доступа: http://www.axelzone.ro/storage/ttm/_lessons/bulk_carriers/blu_code.pdf
9. International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk (Grain Code) [Електронний ресурс]. – Режим доступа: http://www.axelzone.ro/storage/ttm/_lessons/bulk_carriers/INTERNATIONAL%20GRAIN%20CODE.pdf

10. Adoption of the International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code), Resolution MSC.267(85).
11. Методика перевірки готовності судна до виходу в море №2 (30) червень 2010 вісник держгідрографії [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://hydro.gov.ua/dl/vdgg/vd030.013.pdf>
12. Bridge Team Management 2nd edition, 2004. UK. - 118 p.
13. NP 131 Catalogue of admiralty charts and publications. UK Press, 2008. UK. - 780 p.
14. International SafetyNET Manual edition 2004 [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.imo.org/es/Publications/Documents/Newsletters%20and%20Mailers/Mailers/.pd>
15. Базові принципи ГМССБ [Електронний ресурс]. – Режим доступа: http://old.msun.ru/folders/edu_lit/kaf/tss/gmssb_base.pdf.
16. NP 283: Admiralty List of Radio Signals: Maritime Safety Information Services UK Hydrographic Office, 2008 - 400 p.
17. NP 285: Admiralty List of Radio Signals: Volume 5, Global Maritime Distress and Safety System, UK Hydrographic Office, 2008 - 400 p.
18. NP 286: Pilot Services, Vessel Traffic Services & Port Operations, UK Hydrographic Office, 2008 - 400 p.
19. Guide to Port Entry, UK Hydrographic Office, 2020 - p. 860
20. Nautical Almanac UK Press, UK Hydrographic Office, 2020 - p. 940
21. Admiralty tide tables, Volume 1 and Volume 2, UK Hydrographic Office, 2020 - p. 420
22. Транспортні характеристики вантажів [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.midships.ru/Handbook/characteristics/copra.html>
23. IMDG Code, Supplement 2020 edition [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tmgdgebze.com/wp-content/uploads/2017/12/sozlesme6.pdf>
24. Resolution MSC.267 (85) [Електронний ресурс]. – Режим доступа: [http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Maritime-Safety-Committee-\(MSC\)/Documents/MSC.267\(85\).pdf](http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Maritime-Safety-Committee-(MSC)/Documents/MSC.267(85).pdf)

25. Gronfors, K. Towards Sea Waybills and Electronic Documents. Gothenburg Maritime Law Association, Sweden, 1991.
26. Carriage of Goods by Sea. Second edition. Oxford University Press, 2011. Oxford. C. 197-198.
27. The Rotterdam Rules. The UN Convention on Contracts for the International Carriage of Goods Wholly or Partly by Sea. M.F. Sturley, T. Fujita T., G. van der Ziel. C. 48.
28. Конвенція Організації Об'єднаних Націй про морське перевезення вантажів 1978 р. (укладена в м. Гамбурзі 31.03.1978) [Електронний ресурс] .- Режим доступа: http://www.far-aerf.ru/for_MP/mezhdunarodnye/konv_mor_per.htm.
29. Carriage of goods by sea act 1991 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.law.cornell.edu/uscode/html/uscode46a/usc_sup.html.
30. UNCTAD. Review of Maritime Transport 2024. United Nations Conference on Trade and Development. Geneva: UN Publications, 2024.
31. EMSA. Annual Report on Marine Casualties and Incidents 2024. Lisbon: European Maritime Safety Agency, 2024.
32. IMO. Strategy for the Implementation of e-Navigation. Resolution MSC.194(80). London: International Maritime Organization, 2020.
33. IALA. Guideline G1085 on The Use of Port Entry Lights (PEL). Edition 2.0. Saint Germain en Laye: International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities, 2021.
34. Branscombe, M. Oscillating Boundary Technology in Precision Navigation. Journal of Navigation, 2023, Vol. 76(2), pp. 145–158.
35. IEC 60825-1:2014. Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements. Geneva: International Electrotechnical Commission.
36. OCIMF. Mooring Equipment Guidelines (MEG4). 4th ed. London: Witherby Seamanship International, 2018.
37. IALA. Guideline G1116 on The Use of Virtual Aids to Navigation. Edition 2.0. Saint Germain en Laye: IALA, 2022.

- 38.ITU. Recommendation ITU-R M.2092-1. Technical characteristics for a VHF data exchange system in the VHF maritime mobile band. Geneva: International Telecommunication Union, 2022.
- 39.Thombre, S., & Zhao, Z. Sensors for Autonomous Ships: A Review of LiDAR and Radar Technologies. *Sensors*, 2024, 21(4), 1345.
- 40.Yan, X., & Wang, S. Internet of Things (IoT) in Maritime Industry: A Review. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 2023, 24(8), pp. 8856–8870.
- 41.IMO. Regulatory Scoping Exercise for the Use of Maritime Autonomous Surface Ships (MASS). MSC.1/Circ.1638. London: IMO, 2021.
42. Волошин А.А. Охорона суден і портових засобів: Навчальний посібник. - Одеса, 2009. -127 с.
43. Прийоми спецслужб: як звільняють заручників на кораблях [Електронний ресурс].–Режим дступа: <https://flot.com/nowadays/tasks/piracy/liberation.htm>
44. <https://unctad.org/en/pages/> - Review of Maritime Transport 2018 (Обзор морского транспорта)
45. Винников В.В. Экономика предприятия морского транспорта (экономика морских перевозок): - 3 изд., перераб. доп. – О.: Феникс, 2011. – 944 с.
46. 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.
47. Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи. – Одеса: НУ «ОМА», 2017, с. 20.